

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата фізико-математичних наук Єфімова В.Б. на дисертаційну роботу **Ляшука Олексія Миколайовича** “Методи гомоморфної двоетапної багатопоглядової фільтрації зображень радіолокатора з синтезованою апертурою антени”, яка представлена на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Одним із пріоритетних напрямків застосування сучасних аерокосмічних технологій є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). В практиці дистанційного зондування Землі широко використовуються радіолокаційні системи з синтезуванням апертури антени (РСА) аерокосмічного базування.

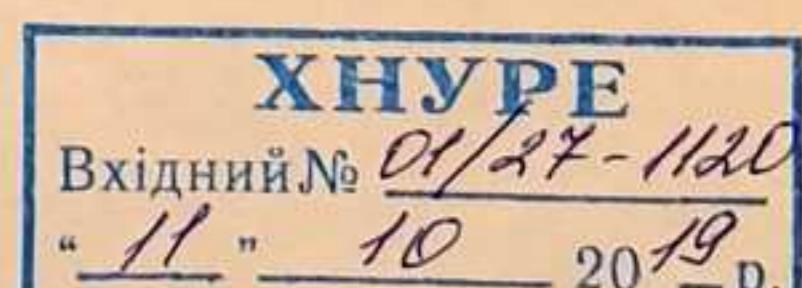
Характерною особливістю радіолокаційних зображень, які отримані аерокосмічними РСА, є наявність некорельованого і корельованого спекл-шуму, що значно ускладнює обробку та інтерпретацію отриманих радіолокаційних даних. Для послаблення спекл-шуму використовується некогерентне накопичення зображень однієї і тієї ж ділянки місцевості. Однак кількість незалежних відліків сигналу обмежена допустимим погрішенням просторової роздільної здатності.

Для підвищення якості багатопоглядових зображень сумісно з некогерентним накопиченням використовуються також методи фільтрації. Однак на сьогодні залишаються відкритими питання, пов'язані з вибором або розробкою ефективних методів фільтрації РСА-зображень при наявності некорельованого і корельованого спекл-шуму. Тому стає зрозумілим інтерес к задачам розроблення нових та удосконаленню існуючих методів вторинної обробки зображень, які формуються РСА аерокосмічного базування.

Саме розгляду цієї проблемі і присвячена дисертаційна робота Ляшука О. М.

Основу дисертації складають результати низки науково-дослідних робіт, що виконувались в Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” Міністерства освіти і науки України на кафедрі радіотехнічних пристройів та систем.

Все це безперечно свідчить про її **актуальність**.



Наукова новизна отриманих результатів.

Представлені наукові результати основані на дослідженнях, пов'язаних з розробкою уdosконалених моделей та методів підвищення якості радіолокаційних зображень РСА при наявності некорельованого і корельованого спекл-шуму шляхом розробки методів гомоморфної двоетапної багатоглядової фільтрації.

Серед нових основних результатів дисертаційної роботи слід відзначити наступні:

- вперше розроблено новий метод гомоморфної двоетапної фільтрації РСА-зображень при наявності корельованого спекл-шуму, в якому після гомоморфного перетворення виконуються спільна фільтрація зображення і корельованої завади вздовж рядків і стовпців та об'єднання розрахованих оцінок в кожній точці, що дозволяє підвищити ефективність обробки в порівнянні з одновимірними методами при незначному збільшенні обчислювальних витрат;
- вперше розроблено новий метод гомоморфної двоетапної багатоглядової фільтрації РСА-зображень за наявності некорельованого спекл-шуму, в якому після гомоморфного перетворення виконуються одномірна фільтрація між зображеннями і всередині них (уздовж рядків і стовпців), а також об'єднання розрахованих оцінок в кожній точці, що дозволяє врахувати взаємну кореляцію між РСА-поглядами;
- вперше розроблено новий метод гомоморфної двоетапної багатоглядової фільтрації РСА-зображень за наявності корельованого спекл-шуму, в якому після гомоморфного перетворення виконується одномірна фільтрація між зображеннями та їх спільна фільтрація з корельованою завадою вздовж рядків і стовпців з подальшим об'єднанням розрахованих оцінок в кожній точці, що дозволяє врахувати взаємну кореляцію між РСА-поглядами і просторову корельованість спекл-шуму.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів.

Наукові положення дисертації, її висновки та рекомендації є цілком обґрунтованими.

Висновки та рекомендації дисертації зроблені на підставі аналізу та узагальненні результатів досліджень, які здійснювалися, на кафедрі «Радіотехнічних пристрій і систем» радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках науково-дослідних робіт «Розробка алгоритмів двоетапної некаузальної фільтрації послідовності багатоканальних зображень при наявності корельованої завади» (номер державної реєстрації 0116U007862).

Достовірність отриманих результатів підтверджується тим, що в роботі автор спирається на широко розповсюджені і апробовані методи теорії ймовірностей, марківських випадкових процесів, лінійної і нелінійної фільтрації в дискретному часі, статистичної теорії прийняття рішень і статистичного моделювання на ЕОМ.

Основні результати пройшли апробацію на багатьох вітчизняних і міжнародних наукових та науково-технічних конференціях.

Практичне значення результатів роботи.

Практичні результати дисертації можуть використовуватись в наукових та науково-дослідних установах при виконанні технічних робот, які пов'язані з аналізом та обробкою даних, що отримані радіолокаційними системами ДЗЗ аерокосмічного базування. Основні практичні результати полягають у наступному:

Для однопоглядового РСА-зображення за наявності корельованого спекл-шуму застосування розробленого алгоритму гомоморфної двоетапної фільтрації дозволяє отримати вигравш у ВСШ (відношення сигнал - шум) у порівнянні з фільтром Лі в діапазоні 3.6-2.75 дБ при різних вхідних ВСШ.

При значенні коефіцієнту взаємної кореляції між незашумленими (неушкодженими) зображеннями близькому до одиниці, запропоновані алгоритми гомоморфної двоетапної багатопоглядової фільтрації РСА-зображень за наявності корельованого і некорельованого спекл-шуму у порівнянні з алгоритмом некогерентного накопичення з подальшою обробкою фільтром Лі забезпечують вигравш у ВСШ до 3.6 дБ і 2.8 дБ відповідно. При цьому вигравш зростає при зменшенні кількості однопоглядових зображень, що обробляються.

Якщо коефіцієнт взаємної кореляції між незашумленими зображеннями менше одиниці запропоновані алгоритми гомоморфної двоетапної багатопоглядової фільтрації РСА-зображень за наявності корельованого і некорельованого спекл-шуму у порівнянні з алгоритмом некогерентного накопичення з подальшою обробкою фільтром Лі забезпечують вигравш у ВСШ не нижче 2.1-2.8 дБ і 2.2-2.9 дБ відповідно. При цьому ефективність алгоритмів обробки на основі некогерентного накопичення при збільшенні кількості однопоглядових зображень погіршується.

Розроблені алгоритми забезпечують паралельну обробку даних і є адекватним пристроям з паралельною архітектурою обчислень. Для п'яти кадрів розміром 1000x1000, при використанні графічного прискорювача Nvidia GTX Geforce 1080 Ti, час обчислень становить приблизно 0.07 секунд, що забезпечує можливість оперативного отримання аерокосмічної інформації.

Запропоновані в дисертації методи фільтрації та рекомендації щодо їх використання можуть суттєво підвищити ефективність програмно-апаратних комплексів обробки даних дистанційного зондування за умов впливу завад складного виду та обмеженими априорними відомостями про їх характеристики та можуть використовуватися для поширення можливостей існуючих програмних комплексів обробки даних дистанційного зондування.

Результати досліджень впроваджено в розробках науково-виробничого підприємства “ЕКСІММАШ”.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових робіт, в тому числі 5 статей в провідних фахових виданнях, з яких 4 у виданнях України включених до міжнародної наукометричної бази WEB OF SCIENCE, 7 тез доповідей, з яких 3 в іноземних виданнях, які включені до міжнародної наукометричної бази SCOPUS.

Зміст дисертації у цих публікаціях відбитий повністю. Зміст автореферату дисертації відповідає основним положенням дисертації. Стиль викладення матеріалу дисертації чіткий та ясний.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

Дисертація є завершеною роботою. Її обсяг, структура, зміст і оформлення повністю відповідають вимогам діючого законодавства України, що подаються до кандидатських дисертацій. Дослідження, які проведені автором, відповідають паспорту спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи, що передбачає створення нових і удосконалення наявних радіотехнічних і телевізійних систем, комплексів, пристрій та їх вузлів різного цільового призначення; включає проектування та розроблення апаратури формування, передачі, приймання й обробки сигналів; дослідження методів оптимізації систем і комплексів, пристрій, вузлів, формування й обробки сигналів в умовах реальної завадової обстановки. Галузі технічних наук, з яких присуджується науковий ступінь – кандидат технічних наук відповідають профілю спеціалізованої вченої ради Д 64.052.03.

Недоліки та зауваження.

До недоліків дисертації можна віднести наступне.

В роботі автор обмежився порівнянням запропонованих алгоритмів спекл-фільтрації з алгоритмом некогерентного накопичення та подальшою обробкою фільтром Лі. Доцільно було б провести порівняння ефективності застосування розроблених алгоритмів з інструментами спекл-фільтрації відомих космічних PCA, наприклад, PCA SENTINEL-1.

Більш уваги в роботі слід було б приділити аналізу якості просторових характеристик PCA-зображень в результаті застосування запропонованих в дисертації методів фільтрації. В першу чергу це стосується виявлення меж та малорозмірних об'єктів на радіолокаційних зображеннях.

В дисертаційній роботі неодноразово використовуються терміни “оптимальний пристрій”, “оптимальний алгоритм”, “квазіоптимальний алгоритм”. Проте у роботі чітке визначення критерію оптимальності не представлено.

Однак ці недоліки не мають суттєвого значення для загальної оцінки роботи.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Ляшука Олексія Миколайовича “ Методи гомоморфної двоетапної багатоглядової фільтрації зображень радіолокатора з синтезованою апертурою антени ” виконана на високому науковому рівні і задовільняє вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567. Представлені на захист результати обґрунтовані, вірогідні, мають наукову новизну та практичну значність. Автор роботи Ляшук О.М. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.

Офіційний опонент:

старший науковий співробітник Інституту радіофізики
та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України,
кандидат фізико-математичних наук, ст. науковий
співробітник

В.Б. Єфімов В.Б. Єфімов

Підпис Єфімова В.Б. засвідчує:

вчений секретар Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова НАН України,
кандидат фізико-математичних наук

“ 07 ” жовтня 2019 р.

