МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКДАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІЖЕНЕРІЇ

ДМИШ ВАЛЕРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 621.391

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ОГЛЯДОВОГО РАДІОЛОКАТОРА ТРЛК-10ТС

172 “Телекомунікації та радіотехніка”

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня “магістр”

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, завідувач кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о $10^{.00}$ годині на засіданні екзаменаційної комісії №25 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9 “Сатурн”, ауд. 612.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. В останні роки відбулося помітне покращення тактико-технічних показників радіолокаційних станцій (РЛС). Разом з тим змінюються і характеристики цілей: спостерігається збільшення їх кількості та номенклатури, підвищення швидкості і маневреності, зниження радіолокаційної видимості. Незважаючи на значний прогрес в техніці, в цих умовах висуваються нові вимоги до аналізу радіолокаційної інформації (РЛІ), які в багатьох випадках не вдається задовольнити в рамках традиційної побудови РЛС. Роздільне застосування РЛС при наявності комплексу декількох рознесених в просторі РЛС із загальною зоною огляду (багатопозиційного радіолокаційного комплексу (БП РЛК)) може істотно програвати стратегії об’єднаного використання їх ресурсу.

В даний час БП РЛК стали об'єктом інтенсивних досліджень у багатьох країнах. З'явилася велика кількість публікацій, в яких розвивається теорія БП РЛК, наводяться результати науково-дослідних проектних розробок і експериментальних робіт.

Аналізуючи перспективи радіолокації, багато авторів розглядають розвиток методів і алгоритмів спільної обробки інформації БП РЛК як одне з найважливіших напрямків підвищення ефективності систем контролю охоронюваних територій. Тому аналіз відомих і розробка нових алгоритмів траєкторної фільтрації сигналів БП РЛК з метою зниження похибок оцінки траєкторних параметрів виявляються цілей є актуальним завданням.

В даний час проблема цифрової обробки даних в БП РЛК вивчається досить інтенсивно. Опубліковано велике число наукових робіт як в нашій країні, так і за кордоном. У 80-90-х роках дослідження були спрямовані, в основному, на вдосконалення способів і алгоритмів обробки, розроблених для однопозиційних РЛС. В останні роки інтерес до проблеми обробки сигналів в БП РЛК істотно підвищився на увазі зростої ефективності обчислювальної техніки і мереж передачі даних. У той же час багато роботи присвячені обробці даних синхронізованих РЛС, що накладає обмеження по використанню алгоритмів для об’єднаних в мережу різнорідних некогерентних РЛС.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення точності оцінювання траєкторій цілей в БП РЛК на основі розробки і дослідження алгоритмів траєкторної фільтрації даних декількох асинхронних РЛС.

Для досягнення поставленої цілі вирішуються наступні завдання:

– аналіз відомих і розробка нових математичних моделей для опису зміни спостерігаються в радіолокаційних комплексах координат цілей в асинхронні моменти часу;

– розробка алгоритмів фільтрації траєкторних параметрів радіолокаційних цілей на основі знаходження функцій згладжувального сплайна;

– розробка алгоритмів багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій в радіолокаційних комплексах, аналіз їх ефективності;

– об’єднання в багатомодельних алгоритмах різнорідних процедур траєкторної фільтрації при складному характері руху цілей.

Об’єкт дослідження: сигнали параметрів цілі.

Предмет дослідження: моделі, методи і засоби підвищення точності оцінювання траєкторій цілей.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – аналіз відомих і розробка нових математичних моделей для опису зміни спостерігаються в радіолокаційних комплексах координат цілей в асинхронні моменти часу; формалізації та математичного моделювання – розробка методу фільтрації траєкторних параметрів радіолокаційних цілей на основі знаходження функцій згладжувального сплайна; проектування та програмування – при проектуванні радіоелектронних систем виявлення, розрізнення, оцінки параметрів та фільтрації сигналів; експеримент та вимірювання – для апробації запропонованого алгоритму і засобу для виявлення, розрізнення, оцінки параметрів та фільтрації сигналів.

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі вперше отримані наступні нові наукові результати:

– розроблено модель опису руху цілі;

– розроблено алгоритм фільтрації траєкторії цілі згладжувальним сплайном;

– розроблено багатомодельний метод фільтрації траєкторії маневруючих цілей;

– розроблено алгоритм фільтрації траєкторії цілі згладжувальним сплайном;

– розроблено алгоритм багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій.

Апробація результатів досліджень. Окремі результати роботи доповідались VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Тернопіль, ТНТУ, 28 – 29 листопада 2018 р.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження методів, алгоритмів та технологій розв’язку завдань статистичної радіотехніки. Основними є такі:

– Рекомендації щодо покращення характеристик існуючих пристроїв цифрової обробки радіолокаційних сигналів, що надходять від БП РЛК, на основі впровадження нових алгоритмів траєкторної фільтрації.

– Створенням багатофункціонального програмного комплексу, який надає розробникам БП РЛК широкі можливості для налагодження різноманітних алгоритмів обробки радіолокаційних сигналів від цілей, що маневрують в умовах завад.

– Розробку та обґрунтування основних принципів і особливостей побудови БП РЛК на базі досвіду експлуатації двох некогерентних стаціонарних навігаційних РЛС з пересічними зонами видимості, призначених для спостереження.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 7 розділів, висновків, переліку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 123 арк. формату А4, додатків – 1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обробки неортогональних складних сигналів. Це є проблемою у вирішенні завдання подальшого вдосконалення радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є підвищення точності оцінювання траєкторій цілей в БП РЛК на основі розробки і дослідження алгоритмів траєкторної фільтрації даних декількох асинхронних РЛС.

Для досягнення поставленої цілі вирішуються наступні завдання:

– аналіз відомих і розробка нових математичних моделей для опису зміни спостерігаються в радіолокаційних комплексах координат цілей в асинхронні моменти часу;

– розробка алгоритмів фільтрації траєкторних параметрів радіолокаційних цілей на основі знаходження функцій згладжувального сплайна;

– розробка алгоритмів багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій в радіолокаційних комплексах, аналіз їх ефективності;

– об’єднання в багатомодельних алгоритмах різнорідних процедур траєкторної фільтрації при складному характері руху цілей.

У першому розділі дипломної роботи “Основні принципи обробки сигналів БП РЛК” проведено:

– аналіз методів виявлення, вимірювання координат і траєкторій руху цілей за допомогою однопозиційних РЛС – активних і пасивних;

– сформовано завдання первинної та вторинної обробки сигналів;

– завдання виявлення сигналів і вимірювання параметрів єдина статистична задача;

– структуровано БП РЛК;

– описано особливості методів виявлення і обробки сигналів і завад в БП РЛК;

– розроблено модель опису руху цілі;

– розроблено методи і алгоритми траєкторної обробки даних однієї і декількох РЛС.

У другому розділі “Розробка методу фільтрації і об’єднання даних траєкторій в БП РЛК”:

– запропоновано рівні об’єднання даних БП РЛК;

– обґрунтовано вибір методів об’єднання і комплексування даних по цілям;

– аналіз вимог пропускної здатності каналу при об’єднанні даних в БП РЛК;

– розроблено алгоритм фільтрації траєкторії цілі згладжувальним сплайном;

– розроблено багатогіпотезний алгоритм обробки даних;

– проведено математичне моделювання запропонованого методу та алгоритмів.

У третьому розділі “Багатомодельні алгоритми фільтрації даних БП РЛК”:

– багатомодельні (БМ) байєсівські алгоритми для одночасного розрізнення і оцінювання;

– запропоновано багатомодельний метод фільтрації траєкторії маневруючих цілей;

– розроблено алгоритми багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій;

– проведено моделювання роботи БМ алгоритму.

У четвертому розділі “Спеціальна частина” розглянуто питання використання середовища MATLAB для математичного моделювання.

У п’ятому розділі розглянуто питання економічної доцільності проведення науково-дослідної роботи.

У шостому розділі дипломної роботи “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” проаналізовано вимоги з охорони праці і техніки безпеки при використання.

Розглянуто організаційні міри захисту обслуговуючого персоналу від високочастотних випромінювань.

У сьомому розділі дипломної роботи “Екологія” проведено аналіз впливу високочастотних хвиль на організм людини. Вплив шкідливих викидів та їх граничні концентрації.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано отримані в процесі виконання дипломної роботи магістра результати, що відображають сучасний стан досліджень в області обробки складних сигналів.

В додатках до пояснювальної записки приведено копію наукової публікації автора.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі вперше отримані наступні нові наукові результати:

– розроблено модель опису руху цілі;

– розроблено алгоритм фільтрації траєкторії цілі згладжувальним сплайном;

– розроблено багатомодельний метод фільтрації траєкторії маневруючих цілей;

– розроблено алгоритм фільтрації траєкторії цілі згладжувальним сплайном;

– розроблено алгоритм багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження методів, алгоритмів та технологій розв’язку завдань статистичної радіотехніки. Основними є такі:

– Рекомендації щодо покращення характеристик існуючих пристроїв цифрової обробки радіолокаційних сигналів, що надходять від БП РЛК, на основі впровадження нових алгоритмів траєкторної фільтрації.

– Створенням багатофункціонального програмного комплексу, який надає розробникам БП РЛК широкі можливості для налагодження різноманітних алгоритмів обробки радіолокаційних сигналів від цілей, що маневрують в умовах завад.

– Розробку та обґрунтування основних принципів і особливостей побудови БП РЛК на базі досвіду експлуатації двох некогерентних стаціонарних навігаційних РЛС з пересічними зонами видимості, призначених для спостереження.

АНОТАЦІЯ

Дмиш В.М. Підвищення точності параметрів оглядового радіолокатора ТРЛК-10ТС.

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2018.

У дипломній роботі магістра проведено аналіз відомих і розробка нових математичних моделей для опису зміни параметрів спостереження в радіолокаційних комплексах координат цілей в асинхронні моменти часу. Розроблено метод фільтрації траєкторних параметрів радіолокаційних цілей на основі знаходження функцій згладжувального сплайна. Розроблено алгоритм багатомодельного байєсівського спільного рішення і оцінювання параметрів траєкторій в радіолокаційних комплексах та аналіз їх ефективності. Запропоновано об’єднання в багатомодельних алгоритмах різнорідних процедур траєкторної фільтрації при складному характері руху цілей. Проведено натурні випробування розроблених алгоритмів траєкторної обробки.

Предметом даної дипломної роботи є моделі, методи і засоби підвищення точності оцінювання траєкторій цілей.

Ключові слова: АЛГОРИТМ, АДАПТИВНА ФІЛЬТРАЦІЯ, ОЦІНЮВАННЯ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР’Є, ПРОГРАМНА СИСТЕМА, РАДІОЛОКАЦІЙНА СИСТЕМА, РАДІОЛОКАЦІЙНИЙ СИГНАЛ, СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ ВІДХИЛЕННЯ

ANNOTATION

Dmysh V. Increasing the parameters of accuracy radar of overview ТРЛК-10ТС.

The diploma paper for obtaining the Master's degree 172 – Telecommunications and radio engineering – Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil 2018.

In the master's thesis, the analysis of known and development of new mathematical models for describing the change of parameters of observation in radar complexes of target coordinates in asynchronous moments of time is carried out. The method of filtration of trajectory parameters of radar targets is developed on the basis of finding the functions of a smoothing spline. The algorithm of multi-model Bayesian joint decision and estimation of parameters of trajectories in radar complexes and analysis of their efficiency are developed. The association in multi-model algorithms of heterogeneous trajectory filtration procedures in the complex nature of the objective motion is proposed. Natural tests of developed trajectory processing algorithms were conducted.

The subject of this thesis is the models, methods and means for increasing the accuracy of the purpose trajectory estimation.

Keywords: ALGORITHM, ADAPTIVE FILTERING, EVALUATION, FOURIER TRANSFORM, MEAN SQUARE DEVIATION, SOFTWARE SYSTEMS, RADARS SIGNAL, RADAR SYSTEM