

СЕКЦІЯ 7

ТАКТИКА РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК, РОЗВИТОК ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РТВ

Керівники секції: полковник С.Д. Вишневський;
д.т.н. с.н.с. полковник О.М. Колесник
Секретар секції: к.т.н. капітан О.М. Додух

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖВИДОВОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК

*Вишневський С.Д.; Бейліс Л.В.
Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

В ході проведення антитерористичної операції перед частинами та підрозділами радіотехнічних військ (РТВ) постало завдання радіолокаційного забезпечення дій міжвидового угруповання військ (частин зенітних ракетних військ і тактичної авіації (ТА) Повітряних Сил, зенітних частин та підрозділів Сухопутних Військ).

Таким чином, виникла задача оцінки якості радіолокаційної інформації, яка потрібна для забезпечення успішних дій вищезазначених частин при виконанні завдань ППО міжвидового угруповання військ, та оптимального використання наявного радіолокаційного озброєння радіотехнічних підрозділів. При розгляді задачі було проведено аналіз можливих тактичних ситуацій та з використанням імітаційного моделювання для кожної з них отримані розрахунки оцінки ефективності системи радіолокаційної розвідки. Особлива увага була приділена питанням управління діями ТА.

Визначена потреба у нарощуванні полів наведення авіації шляхом розгортання додаткових пунктів наведення на базі підрозділів РТВ (орлр, орлв).

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РТВ З УРАХУВАННЯМ ЗАВДАНЬ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

*Бейліс Л.В.¹; Камалтинов Г.Г.², к.т.н., с.н.с.
¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;
²Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба*

Для оцінки спроможностей угруповань РТВ виконувати бойові завдання використовуються групи показників бойових можливостей: просторові, часові, ймовірнісні, кількісні.

Вони дозволяють взагалі отримати кількісні характеристики по веденню радіолокаційної розвідки, видачі радіолокаційної інформації та забезпеченню бойових дій ЗРВ та авіації. Особливістю РТВ як роду військ Повітряних Сил є те, що вони виконують бойові завдання як у військовий так і мирний час у режимі

постійної бойової готовності автономно або із взаємодіючими силами та засобами.

Однак якість виконання завдань у різних ситуаціях бойового застосування РТВ неможливо адекватно оцінити тільки загальними показниками. Наприклад – якість виконання задачі контролю за порядком використання повітряного простору або забезпечення протидії тероризму з повітря.

У доповіді пропонується підхід до оцінювання можливостей РТВ вирішувати завдання у залежності від ситуації та задачі, яку треба виконувати.

Розглядається перелік задач, які можуть бути вирішуватися радіотехнічними військами у мірний та військовий час та в умовах ведення антитерористичної операції.

Для кожного завдання формується перелік специфічних показників оцінювання бойових можливостей РТВ та критерії оцінювання виконання завдань з їх використанням. Пропонується порядок їх розрахунку.

УТОЧНЕННЯ ПЕРЕЛІКУ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

Колеснік О.М., д.т.н., с.н.с.; Камалтинов Г.Г.¹, к.т.н., с.н.с.; Крищенко В.М.²
¹Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
²Генеральний штаб Збройних Сил України

У доповіді обговорюються питання формування оперативно-тактичних (ОТВ) та тактико-технічних вимог (ТТВ) до озброєння та військової техніки. Розглядається їх співвідношення та необхідність розроблення оперативно-тактичних вимог до окремих зразків радіолокаційних засобів, як це виконується у сучасній практиці. В РТВ відсутня ієрархічність озброєння, РЛС є системою засобів одного тактичного рівня, їх взаємодія здійснюється на інформаційному рівні.

Підкреслюється, що вимоги до озброєння РТВ повинні формуватися, виходячи з завдань системи радіолокаційної розвідки. Тому ОТВ повинні пред'являтися тільки для системи радіолокаційної розвідки. До засобів озброєння РТВ повинні пред'являтися лише ТТВ.

Аналізується документи, які визначають вимоги до складу ОТВ та ТТВ. Підкреслюється, що зміст тактико-технічних вимог взагалі визначений лише як розділ тактико-технічного завдання на розробку зразка військової техніки у ГОСТ В 15.203-77. У діючих документах України, зокрема ДСТУ В 1.0:2005 є вказівки тільки до переліку загально-технічних вимог, які обов'язково мають містити стандарти на загальні технічні вимоги до ОВТ.

Пропонується уточнений склад ТТВ до наземних радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору, з урахуванням їх особливостей та відмінностей від інших зразків ОВТ.

Розглядається необхідність перегляду сучасної класифікації наземних радіолокаційних засобів.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МУЛЬТИРАДАРНОЇ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ВЕДЕННІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Вишневецький С.Д.¹; Гринчак Р.М.²;

Худов Г.В.³, д.т.н., проф.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Військова частина А-0800;

³Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Відомо, що сучасні системи протиповітряної оборони (ППО) базуються на мережецентричних принципах побудови та взаємодії у єдиному інформаційному просторі з використанням багатопозиційних та багатоканальних радіолокаційних систем, що об'єднуються у єдину систему (мережу) ППО. Багатопозиційна радіолокація у такій системі (мережі) дозволяє: отримати можливість формування складних просторових зон огляду, покращити використання енергії у системі, підвищити імовірність правильного виявлення усіма радіолокаційними станціями (РЛС) мережі і точність вимірювання місцеположення цілей у просторі, вимірювати повний вектор швидкості цілей, підвищити перешкодозахищеність систем, а також збільшити надійність виконання тактичних завдань. В той же час, це висуває більш жорсткі вимоги до РЛС, що входять у мережецентричну систему. І в першу чергу це стосується питання оптимального використання енергетичного потенціалу мультирадарної системи РЛС. В роботі запропонована структура мультирадарної системи РЛС та розроблена методика пошуку і виявлення повітряних об'єктів при веденні радіолокаційної розвідки повітряного простору, яка передбачає оптимальний просторово-часовий розподіл енергетичного потенціалу мультирадарної системи РЛС.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЛС РТВ З ЗАКОРДОННИМИ АНАЛОГАМИ

Крищенко В.М.¹;

Колеснік О.М.², к.т.н., с.н.с.; Камалтинов Г.Г.², к.т.н, с.н.с.

¹Генеральний штаб Збройних Сил України;

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

На озброєнні радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України знаходиться велика кількість різних за призначенням радіолокаційних засобів розвідки повітряного противника. Багато з них виробили встановлені ресурси і є застарілими. З очікуваним оновленням парку РЛС виникає задача перевірки відповідності модернізованих або нових зразків оперативного-тактичним вимогам до того чи іншого типу РЛС або ж порівняння їх з закордонними аналогами.

Розроблено пропозиції щодо класифікації РЛС РТВ та удосконалення методики порівняльної оцінки ефективності у відповідності з оперативного-

тактичними вимогами до РЛС при вирішенні покладених завдань. Запропонована методика передбачає оцінку якості виконання РЛС РТВ покладених завдань за переліком відповідних тактико-технічних показників, які обираються експертами та призначаються до переліку часткових та групових показників якості зразка озброєння. Побудова вагової функції від значень часткових та групових показників якості зразка РЛС дозволяє отримати нормовану оцінку інтегрального показника якості для проведення порівняльного оцінювання. Нормування часткових показників здійснюється шляхом їх порівняння з відповідними еталонними значеннями, призначеними для кожного класу РЛС.

ДОСВІД РОЗГОРТАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ВИДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПОВІТРЯНУ ОБСТАНОВКУ

Бейліс Л.В.¹;

Леценко С.П.², д.т.н., проф.; Колеснік О.М.², к.т.н., с.н.с.

¹Командування Повітряних Сил ЗС України;

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Затримка в прийнятті на озброєння автоматизованої системи управління Повітряних Сил, яка має місце через низку економічних та технічних причин, гостро поставила питання автоматизації рутинних ручних операцій по обробці радіолокаційної інформації на командних пунктах радіотехнічних військ. Розгортання допоміжної автоматизованої підсистеми збору, обробки та відображення інформації про повітряну обстановку та реалізації змішаного варіанту збору і обробки інформації: оператор РЛС підрозділу - пульт введення інформації – засоби обробки та відображення інформації на командних пунктах частин і підрозділів радіотехнічних військ дозволило частково вирішити проблему. Така допоміжна автоматизована система використовує загально відомі комерційні продукти та включає в себе засоби цифрової мережі зв'язку, автоматизовані робочі місця на базі ПЕОМ та спеціальне програмне забезпечення, які забезпечують затримку інформації лише у декілька десятків секунд на відміну від існуючої затримки у декілька хвилин. Як показує досвід, розгортання такої допоміжної автоматизованої підсистеми збору, обробки та відображення інформації дозволяє скоротити час затримки інформації, підвищити оперативність, точність інформації та зменшити навантаження на бойові розрахунки при мінімальних витратах на її розгортання.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОПОСЕРЕДКОВАНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТОЧНІСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГЛЯДОВИХ РЛС

Климченко В.Й.¹, к.т.н., доц.; Белаєв О.В.²

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Виходячи з обмежених можливостей полігонної бази України з проведення випробувань оглядових РЛС, необхідна розробка таких методів випробувань, які

б забезпечували потрібну якість їхнього проведення і дозволяли проконтролювати основні ТТХ РЛС без проведення спеціальних об'єктів та без застосування спеціальних засобів. Це стосується перш за все точнісних характеристик РЛС, для визначення яких традиційно використовувалися методи прямого зовнішньотраєкторного вимірювання за допомогою високочотних радіолокаційних та оптичних засобів.

В останні роки широко використовується метод опосередкованого визначення точнісних характеристик РЛС, при якому в якості еталонної траєкторії виступає власна згладжена траєкторія маневруючих або слабо маневруючих цілей. При цьому вважається, що ціль рухається за траєкторією, яка може бути представлена кривою другого порядку, тобто точно апроксимована поліномом другого ступеня. Таке припущення є справедливим, коли мова йде про вимірювання прямокутних координат і не завжди є прийнятним при вимірюванні полярних координат, які навіть при рівномірному прямолінійному русі цілі змінюються у часі за більш складними законами.

В доповіді визначені припустимі умови та межі використання методу опосередкованого визначення точнісних характеристик при випробуваннях оглядових РЛС контролю повітряного простору.

ПРО МОЖЛИВОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ ІЗ ЦИЛІНДРИЧНИМИ ЦИФРОВИМИ АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ

Гриб Д.А., к.в.н., доц.; Тютюнник В.О., к.т.н, с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

За результатами аналізу досвіду бойового застосування засобів радіолокаційної розвідки у військових конфліктах визначені тенденції зменшення живучості засобів радіолокації (ЗРЛ) та розширення їх функціональності. Можливими шляхами підвищення живучості ЗРЛ є покращення їх властивостей мобільності та прихованості. Покращення цих властивостей досягається шляхами створення багатофункціональних ЗРЛ, їх розміщенням на різних засобах рухомості, інтеграції в багатопозиційні системи з можливостями використання випромінювань сторонніх джерел. Створення таких багатофункціональних ЗРЛ можливо із використанням технологій циліндричних цифрових антенних решіток (ЦЦАР).

Розглянуто переваги використання технологій ЦЦАР для створення перспективних мобільних ЗРЛ з електронним скануванням. Показано, що використання ЦЦАР забезпечує адаптивне електронне сканування повітряного простору, що може забезпечити підвищення живучості та розширити функціональність ЗРЛ. Розширення функціональності може бути досягнуто за рахунок введення режимів ведення радіолокаційної розвідки повітряного простору, безпілотних літальних апаратів, реактивних снарядів, мінометних мін.

Запропоновано вигляд перспективного мобільного ЗРЛ з ЦЦАР із підвищеною живучістю, можливостями гнучкого поєднання активних, пасивних, однопозиційних та багатопозиційних режимів роботи та розширеними можливостями комбінованого використання в інтересах різних родів військ.

СЕЛЕКЦИЯ ОТМЕТОК СОПРОВОЖДАЕМОЙ ТРАЕКТОРИИ НЕМАНЕВРИРУЮЩЕЙ ЦЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ В ОБЗОРНОЙ РЛС СИГНАЛОВ С ШИРОКОЙ ПОЛОСОЙ ЧАСТОТ

Ковтунов А.Л., к.т.н.;

Леценко С.П., д.т.н., проф.; Кукобко С.В., к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

При траекторном сопровождении целей осуществляется селекция, обнаруженных отметок в стробе, который формируется относительно экстраполированной точки.

Существующие алгоритмы требуют отождествления по критерию максимального правдоподобия, на практике же осуществляется селекция отметки «ближней» к центру строба. Однако возможны случаи отождествления отметок в многоцелевой ситуации при прямолинейном движении воздушной цели, когда возникает срыв (перезахват) смежной траектории цели. Сигналы с шириной спектра 150...300 МГц обеспечивают разрешающую способность 0,5...1 м. В этом случае, в пределах геометрического размера цели находится несколько элементов разрешения по дальности, а отраженный от цели отклик представляет дальностный портрет (ДП) цели.

Применение таких сигналов обеспечивает получение дополнительной, некоординатной информацией, которую можно учитывать в операциях селекции отметок с траекториями. Предлагается производить селекцию истинной отметки сопровождаемой цели по величине коэффициентов межобзорной корреляции усредненных в обнаруженной пачке ДП, полученных на смежных обзорах РЛС.

В работе предложен алгоритм расчета усредненного ДП и оценок коэффициентов межобзорной корреляции, усредненных дальностных портретов, полученных на смежных обзорах РЛС. Методом математического моделирования получены коэффициенты межобзорной корреляции усредненных ДП на двух смежных оборотах антенны РЛС в зависимости от ракурса цели, отношения сигнал-шум и типа цели.

Анализ результатов моделирования показал, что на боковых ракурсах возрастает взаимная корреляция усредненных ДП всех типов целей, что снижает вероятность правильной селекции. Значительное влияние на взаимную корреляцию усредненных ДП оказывает роторная (турбинная) модуляция отраженного сигнала в обнаруженной пачке.

Метод селекции отметок и траекторий целей,двигающихся прямолинейно, по величине оценок коэффициентов межобзорной корреляции, усредненных ДП, полученных на смежных обзорах РЛС обеспечивает достаточно высокую вероятность правильной селекции полезных сигналов. Наблюдалось снижение вероятности правильной селекции цели типа "вертолет", что обусловлено влиянием турбинной (роторной) модуляцией отраженных сигналов, при этом затруднена селекция и значительно зависит от ракурса цели и отношения сигнал-шум.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ

*Стахеев М.О., к.т.н., доц.; Рафальський Ю.І., к.т.н., доц.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Досвід застосування підрозділів радіотехнічних військ Повітряних Сил в антитерористичній операції виявив як позитивні фактори так і недоліки. Тому подальший розвиток у застосуванні радіотехнічних військ потребує:

– створення захищених систем управління та зв'язку для забезпечення управління частинами та підрозділами за різних умов обстановки;

– використання процедури перепідпорядкування підрозділів, концентрації ланок збору радіолокаційної інформації на різних радіотехнічних батальйонах, які минаючи КП ртбр та ртб децентралізовано здійснюють видачу інформації на РІВ ЦУО;

– створення на кожному КП ртб умов для виконання завдань в якості ЗКП ртбр та утримання на них засобів відображення РЛН підрозділів ДП ОПР України, каналів зв'язку з РДЦ, РСР, що підвищення захищеності і зменшення вразливості каналів зв'язку від зовнішніх факторів;

– удосконалення організаційно-штатних структур підрозділів, поступової заміни складу радіолокаційного озброєння підрозділів та приведення їх у відповідність до обсягу покладених на них завдань за призначенням;

– включення до штатів підрозділів (ртб, орлр, орлв) мирного часту мобільних пунктів управління та необхідної кількості автомобільної техніки для оперативного виходу підрозділі із основних стаціонарних позицій на запасні позиції.

Вирішення зазначених проблемних питань можливо при організації та забезпечення професійної підготовки особового складу. Підготовку орієнтувати на дії в екстремальних ситуаціях та залучати в якості інструкторів офіцерів, які набули реальних бойовий досвід в зоні АТО.

ПРО МОЖЛИВОСТІ ПОКРАЩЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ДОДАТКОВИХ ДЖЕРЕЛ РАДІОВИПРОМІНЮВАНЬ

*Ковалевський С.М.; Тютюнник В.О., к.т.н., с.н.с.
Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

У теперішній час спостерігається тенденція збільшення кількості і типів малорозмірних літальних апаратів та зменшення значень ефективної площі розсіяння (ЕПР) літаків за рахунок впровадження технологій “Стелс” або використання композитних матеріалів.

Проведено аналіз можливостей покращення виявлення малорозмірних літальних апаратів за рахунок використання властивостей бистатичної ЕПР. Проведено аналіз можливостей використання сукупності сигналів, що відбиваються цілком при опроміненні її сторонніми джерелами, для покращення її виявлення.

Показано, що найбільш повне використання відбиваючих властивостей цілі досягається при використанні комбінації властивостей моностатичної та бістатичної ЕПР.

Запропоновано варіант побудови системи обробки сукупності радіосигналів, що відбиваються ціллю, яка забезпечує можливість поєднання режимів однопозиційної та рознесеної локації з метою покращення виявлення малорозмірних цілей. Показана можливість її технічної реалізації з використанням сучасних технологій.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ СКРИТОГО МАЛОВИСОТНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ПОЛЯ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ ТА ГІБРИДНИХ ВІЙН

Ковалевський С.М.; Бакуменко Б.В., к.т.н., доц.;

Худов Г.В., д.т.н., проф.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Надійна повітряна оборона держави неможлива без створення ефективної системи розвідки і контролю повітряного простору. З аналізу досвіду сучасних мережецентричних та гібридних війн встановлено, що в усі засоби повітряного нападу (ЗПН) поділяються на дві групи: перша, яка складається в основному з пілотованої авіації, - відносно крупних розмірів літальних апаратів, які виконують задачі на значному віддаленні від переднього краю (100-400 км) на великих висотах та лише в рідких випадках при повній перевазі над противником у повітрі здійснює польоти над його територією; друга - малорозмірні, малопомітні, як правило, безпілотні літальні апарати, які будуть здійснювати польоти в зоні досяжності засобів протиповітряної оборони та виконувати завдання розвідки, радіоелектронної боротьби, доставки засобів ураження, наведення та ураження наземних об'єктів з малих та середніх висот. При цьому основна сучасна концепція розвитку ЗПН – концепція ведення адаптивних розвідувально-ударних бойових дій, яка відповідає вимогам безконтактних війн, форми, способи та структура яких можуть створюватися та уточнюватися у реальному масштабі часу в залежності від обстановки.

Отже, з урахуванням аналізу перспектив розвитку ЗПН, характеру сучасних мережецентричних та гібридних війн необхідно докорінно змінити підходи до організації радіолокаційної розвідки повітряного простору та використанню її результатів.

В роботі розроблені пропозиції щодо створення скритого маловисотного радіолокаційного поля з метою нарощення можливостей існуючого радіолокаційного угруповання в умовах ведення сучасних мережецентричних та гібридних війн.

ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ АЛГОРИТМІВ ПРИ СУПРОВОДЖЕННІ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ БАГАТОКАНАЛЬНОЮ РЛС

*Кузнєцов О.Л., к.т.н., доц.; Ковальчук А.О., к.т.н., с.н.с.;
Садовий К.В., к.т.н., доц.; Ясечко М.М., к.т.н.; Дзідора О.М.
Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба*

При подоланні системи ППО засоби повітряного нападу застосовують різні види маневрування, що різко знижують стійкість роботи радіотехнічних слідкуючих систем багатоканальної РЛС. Зрив супроводження по радіальній швидкості приводить до втрати радіоконтакту з ціллю, а значить, до припинення супроводження по дальності і кутовим координатам. При синтезі алгоритмів слідкування часто використовують модель руху цілі що не враховує надманеврені можливості цілі. При інтенсивному маневруванні помилка слідкування за декілька радіоконтактів може перевищити розмір апертури дискримінатора, внаслідок чого з високою ймовірністю відбувається зрив слідкування. Таким чином, є необхідність розглядати структури адаптивних алгоритмів супроводження, у тому числі і паралельної фільтрації, які в змозі знизити помилку та забезпечити кращу стійкість супроводження маневруючих цілей.

Для підвищення стійкості супроводження повітряних цілей пропонується застосування адаптивних алгоритмів, використання яких дозволяє суттєво підвищити стійкість супроводження цілей, в першу чергу за радіальною швидкістю. Запропоновані алгоритми функціонування радіотехнічних слідкуючих систем, побудовані на перевірці гіпотез про наявність/відсутність маневру та його величину. Показано, що адаптивний алгоритм паралельної фільтрації при побудові систем слідкування за радіальною швидкістю є найбільш ефективним.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ СИГНАЛІВ В ФАЗОВАНИХ АНТЕННИХ РЕШІТКАХ

*Дзідора О.М.; Ковальчук А.О., к.т.н., с.н.с.;
Кузнєцов О.Л., к.т.н., доц.; Садовий К.В., к.т.н., доц.; Ясечко М.М., к.т.н.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Цифрові синтезатори сигналів (ЦСС, Direct Digital Synthesizer, DDS) дозволяють цифровими методами формувати сигнали потрібної структури, використовуючи єдиний генератор опорної частоти. Такі пристрої все частіше використовуються в сучасних фазованих антенних решітках (ФАР).

Активні ФАР із набором ЦСС дозволяють реалізувати ряд важливих функцій і переваг систем радіолокації, керування й зв'язку, а саме: формування сигналів різних типів із широкими діапазонами зміни параметрів; високоточне керування частотою, фазою, а також часовими затримками сигналів; швидку зміну режимів роботи, типів сигналів, робочих частот та інших параметрів; багатофункціональний режим системи ФАР у цілому; можливість забезпечення

високоякісної синхронізації сигналів декількох ЦСС у системі ФАР; підвищену надійність і живучість системи.

У доповіді наведено результати аналізу сучасного стану інтегральних цифрових синтезаторів сигналів, а також можливість використання ЦСС в приймально-передавальних модулях активних ФАР. Відмічено, що для нових радіотехнічних систем ФАР із ЦСС найбільш перспективними є рішення на базі спеціалізованих інтегральних схем.

Подібні схеми дозволяють забезпечити багатofункціональність, оперативну зміну режимів роботи й параметрів сигналів, компактність конструкції та відносно низьке енергоспоживання.

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ

Лісогорський Б.А.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

З аналізу досвіду ведення останніх локальних та гібридних війн, збройних конфліктів, антитерористичної операції встановлено що ефективно ураження високоманеврених цілей, до яких відносяться засоби артилерії, міномети, реактивні системи залпового вогню (РСЗВ), можливо лише у випадку їх негайного виявлення. Це пред'являє підвищені вимоги до засобів розвідки, задіяних у контрбатарейній боротьбі, які повинні забезпечувати отримання найбільш повних відомостей по виявленим цілям.

Використання засобів контрбатарейної боротьби (КББ) полегшить вибір сил та засобів для ураження цілей, забезпечить правильний вибір способу їх обстрілу, виключить нераціональний розподіл сил при знищенні кочівних гармат, мінометів та РСЗВ.

В роботі проведено аналіз застосування та розглядаються основні характеристики існуючих радіолокаційних станцій (РЛС) КББ.

Встановлено, що використання засобів КББ з використанням РЛС дозволить ефективно розпізнавати клас стріляючих систем (мінометів, РСЗВ, артилерії, тактичних ракет), прогнозувати точки падіння снарядів, збирати всілякі дані про поле бою, оцінювати орієнтацію артилерійських батарей і передавати дані на пункт управління.

Використання засобів КББ забезпечить:

- збільшення розвідувальної зони в 8-10 разів (в порівнянні з дивізіонами штатної комплектації без РЛС КББ);
- зменшення витрат часу на виконання вогневих завдань в 1,5-2 рази;
- скорочення витрати боєприпасів в 2,5-3 рази;
- створення розвідувально-вогневих і розвідувально-ударних комплексів.

У подальших дослідженнях необхідно розробити методи виявлення об'єктів при використанні РЛС КББ та провести оцінку ефективності використання РЛС КББ.

РАСПОЗНАВАНИЕ БПЛА МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ

Пащенко Р.Э.¹, д.т.н., проф.; Барданова О.А.²; Цюпак Д.О.¹

¹Институт радиофизики и электроники имени А.Я. Усикова НАН Украины

²Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Експериментальне дослідження отражених сигналів від рухомих об'єктів показує, що різниця складності руху (тип рухомих об'єктів) призводить до різних форм отраженого сигналу. Особливості форми отражених сигналів, які неможливо або складно досліджувати аналітично, піддаються наглядному представленню і якісному дослідженню з допомогою перетворення вихідного сигналу в іншу площину аналізу.

В останнє час для аналізу поведінки складних динамічних систем, в якій відомий тільки один параметр, використовують метод побудови псевдофазової площини з часовою затримкою. На псевдофазовій площині зводяться фазові портрети, які потім аналізуються.

Розглянуто можливість використання форми фазових портретів як ознаки розпізнавання БПЛА мультироторного типу. Показано, що форма фазових портретів сигналів, отриманих при зондуванні БПЛА, відрізняється від форми фазових портретів фонових сигналів. Однак при зондуванні нерухомих і рухомих БПЛА форми фазових портретів сигналів практично не відрізняються. Встановлено, що різниця в характері руху БПЛА можна визначити за довжиною і періодичністю появи характерних фазових портретів.

ЕФЕКТИВНА ПОВЕРХНЯ РОЗПОЗНАВАННЯ СНАРЯДУ РСЗВ "ГРАД" У РІЗНИХ ДІАПАЗОНАХ ДОВЖИН ХВИЛЬ

Залевський Г.С., к.т.н., с.н.с.; Сухаревський О.І., д.т.н., проф.;

Василець В.О., д.т.н., с.н.с.; Белевицук Я.О., к.т.н., с.н.с.;

Нечитайло С.В., к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Демонструються результати розрахунків діаграм зворотного вторинного випромінювання 122-міліметрового осколково-фугасного реактивного снаряду 9М22 РСЗВ "Град" у метровому, дециметровому і сантиметровому діапазонах довжин хвиль. Результати отримано за допомогою розроблених у науковому центрі Повітряних Сил методів чисельного розрахунку радіолокаційних характеристик розсіювання.

Обговорюються особливості вторинного випромінювання реактивного снаряду у різних частотних діапазонах. Отримані дані свідчать про те, що максимальна інтенсивність вторинного випромінювання даного об'єкта локації спостерігається у метровому діапазоні довжин хвиль, що можна пояснити резонансними ефектами при радіолокації у метровому діапазоні.

Наведені дані мають практичний інтерес на етапі створення систем захисту від РСЗВ. Зокрема вони дозволяють оцінити можливість виявлення залпів РСЗВ вітчизняними РЛС (тими, що стоять на озброєнні і перспективними), сформувавши рекомендації щодо вибору зондувальних сигналів перспективних радіолокаційних систем виявлення залпів РСЗВ. Крім того, врахування особливостей вторинного випромінювання снарядів дозволить підвищити ефективність перспективних алгоритмів обробки відбитих ними сигналів.

ОСОБЛИВОСТІ ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КРИЛАТИХ РАКЕТ НА ФОНІ ПІДСТИЛАЮЧОЇ ПОВЕРХНІ

*Залевський Г.С., к.т.н., с.н.с.; Сухаревський О.І., д.т.н., проф;
Василець В.О., д.т.н., с.н.с.; Белевицук Я.О., к.т.н., с.н.с.;
Нечитайло С.В., к.т.н., с.н.с.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При вирішенні практичних задач, пов'язаних із застосуванням радіолокаційних систем, використовуються моделі вторинного випромінювання. Розвиток сучасної комп'ютерної техніки дозволяє використовувати складні математичні методи для врахування основних фізичних явищ, що спостерігаються при радіолокації об'єктів різних типів.

Обговорюється створений у науковому центрі Повітряних Сил алгоритм моделювання характеристик вторинного випромінювання низьковисотних цілей резонансних розмірів з урахуванням відбиття від підстилаючої поверхні. До таких об'єктів відносяться реактивні снаряди, ракетна техніка, безпілотні літальні апарати і невеликі літаки у метровому діапазоні довжин хвиль.

Метод заснований на розв'язанні інтегральних рівнянь у частотній області.

Демонструються результати розрахунку діаграм радіолокаційного розсіювання крилатої ракети AGM86С у метровому діапазоні довжин хвиль з урахуванням відбиття від земної і морської поверхні. Наводяться результати для сумішеного і рознесеного приймання. Отримані результати мають практичний інтерес при оцінці можливостей РЛС (що стоять на озброєнні і перспективних) щодо виявлення і оцінювання координат низьковисотних цілей зазначених вище типів, а також на етапі створення перспективних радіолокаційних систем.

ВИКОРИСТАННЯ ТРЕНАЖНО-ІМІТАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ «ВІРАЖ-РД-РТВ» ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ УГРУПУВАННЯ РТВ

Висоцький О.В.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Збройна боротьба підкорюється об'єктивним законам розвитку і безупинно змінюється; це стосується її форм і засобів. Пошук найбільш ефективних з них є постійним завданням тактики. Істотну допомогу командирам при плануванні застосування підрозділів радіотехнічних військ надає застосування математичних моделей та інформаційно-розрахункових задач, які реалізовані на електронно-

обчислювальних машинах. В сучасних умовах, коли час на прийняття рішення командиром постійно обмежується, на перші ролі виходять чинники, які сприяють прийняттю вірного та своєчасного рішення не знижуючи при цьому якість прийнятого рішення на бойове застосування підрозділу.

Використання тренажно-імітаційного комплексу (ТІК) «Віраж-РД-РТВ» суттєво допомагає командирі підрозділу прийняти правильне рішення в обмежені строки.

Запропонована методика використання ТІК «Віраж-РД-РТВ» забезпечує побудову бойового порядку шляхом вибору позицій для радіотехнічних підрозділів на електронній карті; розрахунок та відображення на електронній карті просторових показників бойових можливостей угруповання РТВ. Правильний вибір позицій радіотехнічних підрозділів при виконанні завдань за призначенням дає можливість використовувати РЛС з максимальною реалізацією тактико-технічних характеристик РЛС та бойових можливостей радіотехнічного підрозділу в цілому.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВЧ СИНТЕЗАТОРОВ СИГНАЛОВ НА СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ С МАЛЫМИ УРОВНЯМИ ФАЗОВЫХ ШУМОВ

Кандырин Н.П., к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Построение широкополосных синтезаторов в СВЧ - диапазоне связано с необходимостью синтеза качественного сигнала с минимальным уровнем побочных спектральных составляющих при заданном шаге сетки частот.

В радиолокационных системах зондирующие сигналы, содержащие побочные составляющие могут восприниматься как доплеровские частоты от ложных целей.

Синтезаторы сигналов с прямым цифровым синтезом (DDS) позволяют обеспечивать практически мгновенную перестройку частоты выходного сигнала, относительно малый уровень побочных излучений, необходимый закон изменения частоты и фазы выходного сигнала, коррекцию фазочастотных характеристик при формировании широкополосных сигналов.

Однако современная элементная база не позволяет создавать синтезаторы DDS на частотах более 1,4...1,6 ГГц.

Для использования достоинств синтезаторов DDS в диапазоне СВЧ можно использовать умножители частоты с петлей ФАПЧ. Однако при проектировании необходимо учитывать, что кольцо ФАПЧ вносит существенный вклад в преобразование и усиление шумов источников опорных частот и шумов других компонентов системы ФАПЧ входящих в данное устройство.

На конкретных примерах показано проектирование таких синтезаторов с использованием доступной современной элементной базы.

В качестве примеров приводятся расчеты фазовых шумов спроектированных СВЧ синтезаторов, а также методы улучшения спектральной чистоты синтезаторов с ФАПЧ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ ШУМОВ В КОМБИНИРОВАННЫХ СИНТЕЗАТОРАХ СИГНАЛОВ СВЧ ДИАПАЗОНА

Кандырин Н.П., к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В настоящее время использование интегральных схем с высокой степенью интеграции при построении синтезаторов сигналов позволяет получить не только достаточно качественные технические параметры и характеристики, и значительно снизить массогабаритные показатели, энергопотребление, также повысить стабильность параметров и надежность.

В докладе проводится обзор основных вариантов построения комбинированных синтезаторов сигналов, выполненных на основе цифровых синтезаторов сигналов (ЦСС), которые работают на основной частоте или в режиме выделения ВЧ побочных составляющих.

Показано как на основании модели спектральной плотности мощности фазовых шумов ЦСС были построены модели шумовых характеристик комбинированных синтезаторов на ЦСС и дискретных умножителей частоты, комбинированных синтезаторов на ЦСС и ФАПЧ (однокольцевой и двухкольцевой), а также комбинированных синтезаторов, использующих прямые и инверсные побочные составляющие основной частоты ЦСС.

Приводятся структурные схемы и результаты моделирования шумовых характеристик таких синтезаторов для выбранных параметров синтезируемых сигналов при их реализации на доступной современной элементной базе.

На основании сравнительного анализа уровня фазовых шумов даны рекомендации по построению и использованию тех или иных схем комбинированных синтезаторов для формирования зондирующих и гетеродинных сигналов в зависимости от конкретных условий их эксплуатации.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ СИГНАЛОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ТИПА

Кандырин Н.П., к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Неотъемлемым элементом большинства радиотехнических устройств являются системы синтеза частот и сигналов, что делает весьма актуальным разработку новых, более совершенных и модернизацию уже известных систем синтеза частот. Одним из основных типов синтезаторов сигналов являются цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС) или как в зарубежных источниках используется близкий по содержанию термин - прямой цифровой синтезатор (DDS).

Приводятся этапы развития ЦСС, начиная с начала 70-х годов и по настоящее время. Появление на рынке высокочастотных ЦСС приведет к быстрой разработке и внедрению нового поколения радиотехнических средств и систем,

прежде всего, новых радаров и цифровых активных фазированных решеток (ЦАФАР), обеспечивающих цифровое формирование лучей и способных функционировать в многолучевом режиме.

Показано, что основное направление в разработке нового поколения ЦСС проводятся в значительном повышении выходных рабочих частот (в ближайшем будущем до 20 ГГц), оперативном изменении параметров сигналов, улучшении спектральных характеристик перспективных синтезаторов и проверки возможностей перспективных полупроводниковых технологий как базы изготовления быстродействующих ЦСС.

Приводятся данные по применению высокочастотных полупроводниковых технологий на основе InP (Фосфид Индия) и SiGe (Кремний-Германий), которые позволяют получить значения граничной частоты транзистора существенно выше 100 ГГц.

Так, для технологии InP тактовая и выходная частоты могут достигать значения в 300 ГГц и выше. Для технологии SiGe тактовая и выходная частоты могут превышать значения в 200 ГГц.

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ ЗАКОНУ МОДУЛЯЦІЇ ЧАСТОТИ ДИСКРЕТНОГО ЧАСТОТНОМАНІПУЛЬОВАНОГО СИГНАЛУ

*Таршин В.А., к.т.н., доц.; Ковальчук В.А., к.т.н., доц.; Бардаков М.В.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з можливих шляхів розширення функціональних можливостей, покращення ЕМС, прихованості та перешкодозахищеності в РЛС з лінійно-частотно модульованим зондуючим сигналом є перехід до зондуемого сигналу з дискретною частотною маніпуляцією (ДЧМ). Під час досліджень вважали незмінною девіацію частот ЛЧМ та ДЧМ сигналів для мінімізації змін в антенно-фідерному, приймальному та передавальному тракту РЛС. За результатами досліджень впливу закону модуляції частоти ДЧМ сигналу на автокореляційну функцію (АКФ) сформульовані відповідні рекомендації.

Для зменшення бічних залишків АКФ ДЧМ сигналу рекомендується:

збільшувати тривалість ДЧМ сигналу та застосовувати дзеркальний відносно середини сигналу закон зміни частоти;

використовувати вагові функції для згладжування сигналу у фільтрі;

використовувати, окрім частотної, також амплітудну модуляцію парціальних імпульсів сигналу.

ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ВІДЕОТЕРМІНАЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ АПАРАТУРИ ОГЛЯДОВИХ РЛС

*Малишев О.А., к.т.н, доц.; Сидоров В.В., к.т.н., с.н.с.; Чепурний В.А.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При експлуатації оглядових РЛС, що розміщуються у окремих радіотехнічних підрозділах, виникають труднощі, пов'язані з використанням вимірювальних приладів. Це обумовлено тим, що при відмовах цих приладів їхній

ремонт у військових умовах достатньо складний або взагалі неможливий. В такій ситуації використання «альтернативних» вимірювальних приладів дозволяє тимчасово забезпечити перевірку основних параметрів апаратури РЛС та її технічне обслуговування в певному обсязі. Запропоновано при оцінці окремих параметрів апаратури оглядових РЛС використовувати автономний вимірювальний комплекс, який складається з цифрового вимірювача амплітуди напруг та пристрою відображення вимірних значень. Цифровий вимірювач виконується на основі мікроконтролера. В якості пристрою відображення запропоновано використовувати мобільний відеотермінал (смартфон, планшетний комп'ютер), який має операційну систему Android.

**ВИКОРИСТАННЯ РЛС ІЗ КІЛЬЦЕВИМИ ЦИФРОВИМИ
АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО
ПОЄДНАННЯ ПЕРЕВАГ ОДНОПОЗИЦІЙНИХ ТА
БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*Трофимов І.М.; Тютюнник В.О., к.т.н., с.н.с.; Дудуш А.С., к.т.н.;
Шевченко А.Ф., к.т.н, доц.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Можливим способом підвищення можливостей систем контролю повітряного простору з виявлення сучасних повітряних об'єктів є раціональне поєднання однопозиційних та багатопозиційних радіолокаційних методів. Показано, що реалізація цього можлива в перспективних активно-пасивних багатопозиційних радіолокаційних системах (АП БПРЛС), які будуються на основі РЛС із кільцевими цифровими антенними решітками.

Розглянути питання особливостей побудови антенних систем таких РЛС, реалізації узгодженого огляду повітряного простору та часової синхронізації в просторово-рознесених позиціях, особливостей реалізації кооперативного прийому та просторово-часової обробки ансамблів сигналів. Показана можливість реалізації в таких системах режимів виявлення повітряних об'єктів у полях випромінювань сторонніх джерел.

Обґрунтовано, що побудова АП БПРЛС на базі РЛС з кільцевими цифровими антенними решітками є перспективним напрямком розвитку радіолокаційних систем контролю повітряного простору.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ
СИГНАЛІВ ВІДПОВІДІ У НАЗЕМНИХ, ЛІТАКОВИХ ТА КОРАБЕЛЬНИХ
ЗАПИТУВАЧАХ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО
ВІПЗНАВАННЯ**

Маляренко О.С., к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Запитувачі системи державного радіолокаційного впізнавання розробки 70-х років потребують модернізації з урахуванням сучасних технологічних та науково-

технічних досягнень. Розглядаються результати формалізації та порівняльного аналізу перешкодостійкості, надійності впізнавання та імітостійкості, які забезпечують існуючі алгоритми наземних (НРЗ-П), літакових (ЛРЗ-П) та корабельних (КРЗ-П) запитувачів в умовах дії перешкод та імітації. За результатами розрахунків ймовірностей правильного та хибного формування ознаки "Свій" для умов обробки пачок різного об'єму N_n для критеріїв обробки, що реалізовані в запитувачах, а також класичного алгоритму обробки в ковзному вікні зроблено низку висновків:

а) найбільш "консервативним" є алгоритм ЛРЗ-П: він не допускає ніяких змін параметрів обробки зі зміною N_n і має найбільші втрати бінарного накопичування;

б) алгоритм КРЗ-П пристосований лише для роботи запитувачів з типовими корабельними РЛС;

в) алгоритм НРЗ-П на великих N_n показує недостатню імітостійкість (найбільш високу ймовірність імітації методом "навздогад"), хоча вдосконаленням параметрів обробки може забезпечити потрібні ймовірності імітації P_i , максимізуючи ймовірність впізнавання своїх об'єктів P_c для будь-яких величин N_n ;

г) найбільш досконалим з точки зору гнучкості вибору параметрів обробки пачок сигналів відповіді у залежності від режиму запиту та очікуваного їх об'єму для досягнення потрібної якості впізнавання у разі кумулятивного накопичування пачок є алгоритм обробки у ковзному вікні.

ВИЗНАЧЕННЯ МАНЕВРУ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ОЦІНЦІ ЇХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ В АКТИВНІЙ БАГАТОПОЗИЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РАДІОЛОКАЦІЇ

Рошупкін Є.С.¹, к.т.н., с.н.с.; Меленті Є.О.², к.т.н.

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

*²Інститут підготовки юридичних кадрів для Служби безпеки України
Національного університету "Юридична академія України
імені Ярослава Мудрого"*

Для досягнення більших інформаційних можливостей доцільно проводити сумісну обробку радіолокаційної інформації, яку отримують окремі радіолокаційні засоби, що входять в єдину інформаційну систему. При цьому після врахування рефракції радіохвиль, кривизни земної поверхні та систематичних похибок оцінювання прямокутних координат повітряних об'єктів (ПО) стає можливим проводити високоточну оцінку параметрів руху ПО, використовуючи інформацію, яку отримують різноманітні радіолокаційні засоби системи з несинхронним обзором повітряного простору. При існуючих точнісних характеристиках та швидкостях огляду повітряного простору сучасними оглядовими станціями (при темпі оновлення інформації в системі з кількох радіолокаційних засобів, що знаходиться в межах 1–6 секунд) апроксимація траєкторії руху ПО багаточленом вище другого ступеня є недоцільним. При здійсненні маневру виходячи з конструктивних особливостей сучасних ПО істотне зміння параметрів руху можливе лише в поперечному

(перпендикулярному вектору швидкості) напрямку. Знання статистичних характеристик похибок вимірювання сферичних координат ПО дозволяє розрахувати статистичні характеристики оцінок параметрів руху ПО, які використовуються в алгоритмі сумісної фільтрації відповідних параметрів. Для розрахунку параметрів випадкової матриці маневру при наявності апріорних даних про тип супроводжуваного ПО використовуються дані про його максимально можливе перевантаження та швидкість, а також час с моменту останнього оновлення інформації про нього. Вихід дисперсій фільтрації параметрів руху ПО за межі розрахованих значень свідчить про здійснення їм маневру.

Отримані результати можуть бути використані в існуючих та перспективних системах обробки радіолокаційної інформації при визначенні параметрів руху повітряних об'єктів.

ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ РЛС ДО БОЙОВОЇ ОБСТАНОВКИ

*Красношанка І.В., к.т.н., доц.; Максютя Д.В., к.т.н.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Підвищення ефективності радіотехнічного озброєння може досягатися при комплексному застосуванні простих та складних сигналів з адаптованими частотно-часовими параметрами з урахуванням інформації про завантаження радіодіапазону, перешкодову обстановку і т. ін.

В доповіді розглядаються фактори, що може забезпечити підвищення ефективності радіотехнічного озброєння Повітряних Сил, та реалізація методів активної і пасивної радіолокації в єдиному активно-пасивному радіолокаційному комплексі (АПРЛК). Для таких комплексів надзвичайно важливо максимально використовувати просторово-часові і спектральні особливості корисних і перешкодових сигналів. Перевагою АПРЛК є можливість одночасного задоволення протирічних вимог щодо високої інформативності, з одного боку, та перешкодозахищеності і прихованої роботи, з іншого. З точки зору швидкодії більш перспективною залишається обробка сигналів у спектральній області. При обробці сигналів в частотній області в реальному масштабі часу виправданим є використання Фур'є-процесорів реального часу.

Для виявлення аеродинамічних та балістичних цілей, наведення на них винищувальної авіації та ракет доцільним є використання простих і складних сигналів із шириною спектра 0,1...15 МГц. Для точного визначення координат балістичних цілей і розпізнавання аеродинамічних цілей пропонується використовувати сигнали із шириною спектра 5...150 МГц. На етапі селекції елементів групової цілі, розпізнавання балістичних цілей і космічних об'єктів можуть використовуватись складні сигнали із шириною спектра 100...600 МГц. Одночасне задоволення наведених вимог стає можливим використання ЛЧМ сигналів із змінюваною девіацією частоти. Існуючий стан розвитку методів та пристроїв формування таких сигналів дає надзвичайно широкі можливості проектувальникам радіолокаційного озброєння.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА МНОГОЧАСТОТНОЙ РЛС ПРИМОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ ПРИ ЦИФРОАНАЛОГОВОМ ФОРМИРОВАНИИ

*Леонов И.Г., к.т.н., доц.; Костянец А.В.; Гладкая И.В.
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

При локации в тропосферном радиоволноводе в точку приема приходит множество волн переизлученных неоднородностями, расположенными в пределах разрешающего объема РЛС приморского базирования.

Это приводит к рассеиванию радиоволн и к ограничению полосы и времени когерентности отраженных от цели сигналов. В РЛС приморского базирования рассеивания проявляют себя как модулирующие помехи. Одним из методов борьбы с такими помехами является предискажение зондирующих сигналов.

В докладе проведена оценка возможности оптимизации параметров зондирующего сигнала РЛС приморского базирования при цифроаналоговом формировании. Показана возможность уменьшения влияния модулирующих помех при использовании многочастотных сигналов и рациональном выборе их параметров. Приводятся рекомендации по выбору параметров предискажения формируемых сигналов исходя из априорной информации о тропосферном радиоволноводе.

ПОТЕНЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОСТОРОВИХ ВИМІРЮВАНЬ В СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ РЛС З ФАЗОВАНОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ

*Кузнецов О.Л., к.т.н., доц.; Чепурний В.А.;
Петролюк Б.В.; Новак Н.А.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Оновлення і вдосконалення сучасного парку радіолокаційного озброєння є необхідною умовою підвищення бойових можливостей Повітряних Сил Збройних Сил України. Вирішення цієї задачі пов'язано з використанням в сучасних РЛС фазованих антенних решіток та цифрової обробки радіолокаційного сигналу. Це дозволяє поряд з механічним здійснювати швидке електронне сканування простору діаграмою спрямованості антени та забезпечувати визначення просторового положення багатьох цілей.

Алгоритми та пристрої вимірювання параметрів прийнятого сигналу, що реалізовані в існуючих РЛС є оптимальними лише за умовою існування лише неконтрольованих гаусівських шумів та не враховують контрольовані флуктуації фронту хвилі прийнятого радіосигналу.

В доповіді розглядаються питання, які пов'язані з можливостями оптимізації просторової обробки радіолокаційного сигналу, які базуються на врахуванні випадкових контрольованих фазових викривлень сигналу при реалізації алгоритмів дискретного або швидкого перетворення Фур'є. Отримані рішення не потребують значного ускладнення існуючих алгоритмів цифрової обробки сигналу, що дозволяє вважати їх доцільними з економічної точки зору.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ МІЖПЕРІОДНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ ЕХО-СИГНАЛІВ У РЛС З НИЗЬКОСТАБІЛЬНИМИ ГЕНЕРАТОРНИМИ ПРИБАДАМИ

Очкуренко О.В., к.т.н.; Зоц Ф.Ф., к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядається можливість підвищення ефективності роботи системи СРЦ у РЛС з низькостабільними генераторними приладами НВЧ. Запропоновано застосування адаптивних фільтрів-коректорів у тракці обробки прийнятих сигналів.

У більшості РЛС РТВ, у яких як генераторний прилад застосовується магнетрони та лампові автогенератори, передавач має низьку стабільність несучої частоти зондувальних сигналів (ЗС). Це приводить до суттєвого зменшення коефіцієнта міжперіодної кореляції сигналів та обумовлює низький коефіцієнт подавлення пасивних перешкод.

Перехід на цифрову систему обробки сигналів не поліпшить якість компенсації пасивної перешкоди, оскільки декорелююча дія частотної нестабільності генератора НВЧ не усувається. Запропоновано застосування адаптивного фільтра-коректора (АФК) в тракці обробки сигналів. Фільтр-коректор на основі виміряного значення відхилення несучої частоти зондувального сигналу від номінального значення здійснює перестроювання частотної характеристики приймального тракту. Це дозволяє при відхиленнях несучої частоти ЗС на 10% відносно ширини спектра суттєво збільшити коефіцієнт міжперіодної кореляції ехо-сигналів. При цьому розраховане покращення коефіцієнта подавлення пасивних перешкод системою СРЦ з двократним ЧПВ може складати 20 дБ.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ОГЛЯДОВИХ РЛС ВІД АКТИВНИХ ІМПУЛЬСНИХ І ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД

Зюкін В.Ф., к.т.н., с.н.с.; Свистунов Д.Ю., к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Обговорюються можливості ефективного захисту приймального тракту оглядових РЛС від нестационарних перешкод комбінованого типу. Під комбінацією перешкод мається на увазі сумісна дія активних імпульсних і пасивних перешкод різного походження (віддзеркалення від підстилаючої поверхні і гідрометеорів, "янгол-ехо" і ін.). Адаптивний опорний ваговий вектор для міжперіодної обробки (система селекції рухомих цілей) з урахуванням результатів міжоглядової обробки ("карта" просторового розподілу перешкод) пропонується формувати на основі масиву вхідних відліків, заздалегідь "очищених" від імпульсних перешкод. Заповнення масиву такими відліками здійснюється з використанням проміжних результатів роботи системи міжперіодної обробки: на тлі попередньо скомпенсованої пасивної перешкоди виявляється наступний імпульс активної перешкоди і номер "ураженої" позиції, формується екстрапольоване значення пасивної перешкоди, яке і заноситься в

масив замість відліку, "ураженого" імпульсною перешкодою. Ця процедура дозволяє виключити небажане "розмноження" імпульсної перешкоди в системі селекції рухомих цілей і усунути вплив імпульсних викидів великої потужності на формування опорного вагового вектора. Подібне бланкування уражених відліків здійснюється при дії одиночних імпульсів активної перешкоди; аналогічна компенсація пачкового ехо-сигнала цілі (у разі його великої потужності) виключається схемою логічного аналізу послідовності бланків. Наводяться результати оцінки ефективності запропонованих рішень при різних характеристиках перешкодової обстановки і структури зондуючого сигналу РЛС.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ ОТ НЕРОВНОЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В САМОЛЁТНЫХ РЛС ОБЗОРА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА С ОДНОЗНАЧНЫМ ИЗМЕРЕНИЕМ ДАЛЬНОСТИ

*Гартванов В.Г., к.т.н., с.н.с.; Батыев В.Д., к.т.н., с.н.с.
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Построение помехозащищённых РЛС невозможно без знания параметров помех. Основная трудность построения помехозащищённых самолётных РЛС обзора воздушного пространства связана с подавлением мешающих отражений от подстилающей поверхности. Традиционные методы раздельной пространственной и временной обработки принимаемых колебаний в самолётных РЛС с однозначным измерением дальности не эффективны. Требуется реализация пространственно-временной обработки, которая учитывала бы изменение параметров помех с изменением углового положения главного луча антенны. Для оценки азимутально-скоростных параметров мешающих отражений от реальной подстилающей поверхности в самолётных РЛС обзора воздушного пространства с однозначным измерением дальности использовалось прямое имитационное моделирование реализаций на цифровом выходе когерентного радиолокационного приёмника. При создании модели использовались цифровые карты местности и антенна с малым уровнем боковых лепестков. Путём моделирования показана также возможность построения помехозащищённых самолётных РЛС при малоканальном построении и одновременном использовании прямых межпериодных и межканальных корреляционных связей.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗНІМАННЯ ПЕРВИННОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД АНАЛОГОВИХ РЛС РТВ

*Арасланов М.Р., к.т.н., с.н.с.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У радіотехнічних військах Повітряних Сил Збройних Сил України більшу частину радіолокаційного озброєння складають радіолокаційні станції з аналоговою обробкою сигналів (далі - аналогові РЛС) типу П-37, П-18, 5Н84А. Ці РЛС були прийняті на озброєння в 70-х роках минулого століття, коли цифрові технології в радіолокаторах РТВ ще не використовувалися. Для автоматизації

процесу збору та обробки радіолокаційної інформації від таких РЛС необхідно мати прилади, що перетворюють аналогові радіолокаційні сигнали в цифрову форму та передають їх в заданому форматі на відповідні засоби автоматизації.

Аналізуються варіанти побудови приладів автоматичного знімання первинної радіолокаційної інформації від аналогових РЛС РТВ. Визначено, що найбільш раціонально прилад будувати у вигляді екстрактору, що здійснює видачу як координатної інформації про виявлені повітряні об'єкти у вигляді контрольних точок автомату, так і первинної відеоінформації про повітряну обстановку. Розглядаються функції, що повинні бути реалізовані в запропонованому приладі, та структура екстрактора. Обґрунтовуються вимоги до технічних характеристик приладу, а також до швидкісних параметрів лінії зв'язку.

Приводиться структура екстрактору та основних його функціональних елементів, розглядаються технічні пропозиції щодо побудови приладу.

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Жуйков Д.Б., к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Відомо, що основним напрямом науково-технічного прогресу в галузі управління військами (силами) є автоматизація управління, яка охоплює:

- по-перше, створення автоматизованих систем управління (АСУ) військами (силами), автоматизованих систем зв'язку та інших технічних пристроїв (датчиків первинної інформації, наочного відображення обстановки тощо);

- по-друге, розробку та засвоєння методів роботи командувачів, командирів (начальників), офіцерів штабів та органів управління загалом з використанням систем і засобів автоматизації.

В роботі проведено аналіз існуючих та розробка напрямків розвитку АСУ радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України (ЗСУ) в рамках створення Єдиної автоматизованої системи управління ЗСУ.

Встановлено, що основними напрямками розвитку засобів автоматизації є:

- автоматизація процесів первинної обробки радіолокаційної інформації за допомогою радіолокаційних екстракторів, що встановлюються в аналогових РЛС старого парку або використовуються автономно в складі засобів автоматизації автоматизованих командних пунктів;

- апаратна та програмна уніфікація;

- удосконалення алгоритмів обробки радіолокаційної інформації, розширення кола автоматизовано й автоматично вирішуваних завдань;

- забезпечення сумісності засобів автоматизації та можливості реконфігурації комплексу засобів автоматизації згідно з вирішуваними завданнями;

- підвищення надійності та мобільності, зменшення витрат на експлуатацію.

ПІДВИЩЕННЯ ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНИХ РЛС П-18 МА, П-18МУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ДВОЧАСТОТНОГО ЗОНДУЮЧОГО СИГНАЛУ

Гризо А.А., к.т.н., доц.; Невмержицький І.М., к.т.н., доц.;

Мацулевіч А.А., к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

У модернізованих РЛС П-18МА, П-18МУ у якості зондуючого сигналу використовується складномодульований радіоімпульс великої тривалості, що приводить до появи, так званої, «мертвої зони». Для її перегляду використовується простий гладкий радіоімпульс що володіє значно гіршою перешкодозахищеністю, насамперед від імпульсних перешкод.

З метою підвищення перешкодозахищеності вказаних РЛС, пропонується для перегляду ближньої зони, замість простого радіоімпульсу використовувати багаточастотний. Запропоновано варіант пристрою селекції імпульсних перешкод для випадку використання двочастотного зондуючого сигналу. Перехід до багаточастотного режиму дозволяє надійно селектувати потік імпульсних перешкод з рівнем, що перевищує рівень власних шумів на 10...20 дБ. При цьому імпульсні перешкоди такого рівня, що пройшли на вихід селектора, не розмножені і не є небезпечними для подальшої обробки. Показано, що достатньо якісна селекція забезпечується вже при числі частотних підканалів $m=2...3$. Корисним, також, для подальшого аналізу є ознака «попереднього» виявлення сигналу.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ В ГІБРИДНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ

Головін О.О., к.т.н., с.н.с.; Кісель П.І., к.т.н., с.н.с.; Семенюк Р.П.

Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

Досвід АТО потребує перегляду пріоритетності перспективних завдань із забезпечення радіолокаційної розвідки повітряного простору в інтересах ППО важливих районів, об'єктів і військ.

По-перше, настав час перейнятися необхідністю створення радіотехнічних засобів (РТЗ) із забезпеченням їх використання за призначенням при територіальному рознесенні антенних систем та апаратних і жилих відсіків з метою захисту апаратури і обслуги від осколків боеприпасів та куль стрілецької зброї, а також від ПРР.

По-друге, повинна бути суттєво підвищена мобільність перспективних РТЗ, а саме: розміщення на одній транспортній одиниці, пересування самоходом, у тому числі по бездоріжжю, час розгортання (згортання) РТЗ не повинен перевищувати 5-6 хв. Доцільно також ініціювати дослідження щодо використання аеростатичних носіїв РТЗ.

По третє, багатофункціональність РТЗ відтепер повинна розглядатись як їх базальтернативна властивість. Йдеться про 3D-радары, повну автоматизацію

визначення позиціонування, виконання основних функцій, моніторингу радіоелектронної обстановки, реалізацію потенційних енергетичних і просторово-часових ресурсів для виявлення малопомітних цілей на фоні земної поверхні, особливо БПЛА, забезпечення виконання в РТЗ функцій КЗА командних пунктів підрозділів (збір і ототожнення радіолокаційної інформації), безпроводну передачу даних про повітряну обстановку за стандартизованими форматами всім користувачам у реальному часі.

Результати проведених досліджень свідчать про достатність в Україні наукового підґрунтя та технічних основ для реалізації названих пріоритетних завдань.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОСТАТИЧНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ЯКОСТІ НОСІЇВ РЛС ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ

*Беляєв Д.М.¹; Расстригін О.О.², д.т.н. с.н.с.; Кісель П.І.³, к.т.н. с.н.с.
^{1,2,3}Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України*

Для реалізації суцільного радіолокаційного поля (РЛП) вздовж кордонів України з нижньою межею біля 50 м необхідно мати близько 100 ÷ 150 позицій радіолокаційних станцій (РЛС), які розташовуються на взаємних відстанях від 30 до 50 км. Побудова такої мережі постів на базі традиційних РЛС з бойовою обслугою є організаційно і економічно обтяжливим, а в умовах асиметричних збройних конфліктів - недоцільним. Це обумовлено значною вартістю самої техніки та витратами на утримання позицій, споруджень, укриттів, обслуговування техніки, витрат на утримання особового складу, надійної охорони від терористичних актів.

Аналіз показує, що одним з можливих раціональних шляхів вирішення задачі створення маловисотного (МВ) РЛП є розміщення та використання малогабаритних, дистанційно керованих РЛС на аеростатичних літальних апаратах (АеЛА). Це забезпечить збільшення дальності виявлення маловисотних цілей до 120-150 км (при висоті підйому АеЛА 200 - 300 м) і може замінити по ефективності декілька підрозділів радіотехнічних військ (РТВ).

Вибір АеЛА у якості носіїв РЛС обумовлений їх відносно низькою вартістю та унікальною властивістю знаходитись тривалий час у заданому повітряному просторі завдяки аеростатичній силі та малій радіолокаційній помітності, крім того, наявністю реальних можливостей створення для них малогабаритних вітчизняних автоматичних РЛС, а також скороченням часу безпроводної передачі радіолокаційної інформації споживачам різного рівня на великі відстані без застосування ретрансляторів.

У доповіді наводяться результати досліджень, що підтверджують перспективність використання АеЛА для вирішення проблеми виявлення маловисотних, малопомітних повітряних об'єктів.

ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ “ГІБРИДНОГО” ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ

*Ясинецький В.П., к.в.н., доц.; Поліщук С.В.;
Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського*

Сучасним збройним конфліктам притаманна низка особливостей, які слід враховувати при застосуванні радіотехнічних військ. Одним із видів збройних конфліктів сучасності є “гібридний” воєнний конфлікт.

Ведення “гібридного” воєнного конфлікту буде відзначатися динамічною зміною обстановки (зокрема швидкою зміною положення угруповань військ протидіючих сторін), що вимагатиме постійного маневру підрозділами РТВ.

Необхідність підтримання РЛП з заданими параметрами та відсутність чіткої лінії розподілу протидіючих сторін призводить до невмотивованих втрат підрозділів РТВ. При цьому може виникати ситуація, коли знищуються ціла низка радіотехнічних підрозділів на одному з напрямків.

Таким чином виникає необхідність відновлення параметрів радіолокаційного поля на цих напрямках.

У доповіді визначено важливість врахування суспільно-політичної обстановки в районі ведення “гібридного” воєнного конфлікту та настроїв місцевого населення при здійсненні маневру і виконанні визначених завдань радіотехнічними підрозділами. Також розглянуто можливі способи відновлення радіолокаційного поля на визначених напрямках, забезпечення охорони та оборони, підвищення живучості підрозділів РТВ за рахунок маскування і інженерного обладнання позицій.

УЗАГАЛЬНЕНИЙ ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТУ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК

*Пуховий О.В., к.військ.н.
Національний університет оборони України ім. Івана Черняхівського*

Підвищення ролі протиповітряної оборони (ППО) свідчить про необхідність удосконалення системи розвідки повітряного противника, основою якої є радіотехнічні війська (РТВ).

Під час вироблення замислу бойового застосування РТВ розробляється декілька варіантів бойового застосування, які відрізняються порядком застосування сил та засобів РТВ при виконанні бойових завдань. Для порівняння та вибору оптимального варіанту бойового застосування РТВ необхідно провести оцінювання ефективності варіантів бойового застосування. Кожен варіант бойового застосування є багатовимірним та характеризується сукупністю показників ефективності, які характеризують різні сторони оцінюваного варіанту бойового застосування та можуть мати різні одиниці розмірності. В результаті оцінювання ефективності стає багатокритеріальним, коли зміна значень одних показників призводить до небажаної зміни значень інших, що ускладнює вибір компромісного рішення.

В доповіді запропоновано схему розрахунку значення узагальненого показника ефективності варіанту бойового застосування РТВ, яка базується на визначенні таксономічної відстані між частковими показниками та може бути використана для оцінювання варіантів бойового застосування під час вироблення замислу бойового застосування РТВ.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ДІАГРАМОЮ НАПРАВЛЕНОСТІ АКТИВНОЇ ФАЗОВАНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ З РОЗШИРЕНИМ ДІАПАЗОНОМ СКАНУВАННЯ

Радзівілов Г.Д., к.т.н., доц.; Беляков Р.О.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій

У доповіді представлено результати аналізу систем автоматичного керування діаграмою направленості активних фазованих антенних решіток. Обґрунтовано доцільність побудови активних фазованих антенних решіток (АФАР) із використанням методики підвищення швидкодії та динамічної точності систем автоматичного керування діаграмою направленості АФАР.

Методика передбачає побудову САК АФАР у відповідності сучасних вимог, а також виходячи із умови розширення діапазону сканування АФАР.

У результаті роботи побудовано математичну модель системи автоматичного керування ДН АФАР для практичного підтвердження отриманих результатів за допомогою MATLAB.

Показано можливість реакції системи на збурюючі дії, пов'язані із випадковою зміною положення полотна АФАР, яка заключається в скороченні часу налаштування максимуму ДН на кореспондента, зменшення середньоквадратичних помилок, квадратичних інтегральних оцінок системи, розширення діапазону керування амплітудою випромінюючого сигналу при збереженні керування фазою.

За використання запропонованої методики вдалося підвищити ККД розглянутої антенної системи на 2-7%, покращити КНД АФАР на 2-4%, зменшити час реакції системи автоматичного керування діаграмою направленості АФАР на збурюючі дії на 3-4 %.