

СЕКЦІЯ 7

ТАКТИКА РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК, РОЗВИТОК ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РТВ. ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ В ЗОНІ АТО

Керівники секції: генерал-майор Вишневський С.Д.;
полковник Худов Г.В.
Секретар секції: майор Додух О.М.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛІВ ЦИФРОВОГО МОВЛЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T

*С.Д. Вишневський¹; В.Р. Петренко²; Р.М. Гринчак³;
С.М. Ковалевський²; Г.В. Худов², д.т.н. проф.*

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

*²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба
³Військова частина А0800*

Проведений аналіз розміщення передавачів цифрового ефірного телебачення на території України та типові цифрові сигнали, що використовуються у цифровому телебаченні.

Аналізується можливість використання сигналів цифрового мовлення стандарту DVB-T на території України для створення суцільного радіолокаційного поля з метою покращення показників якості виявлення та визначення просторових координат малорозмірних повітряних об'єктів (ПО) та безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Запропоновано введення додаткового режиму рознесенного прийому в оглядову радіолокаційну станцію. Для цього в РЛС необхідно реалізувати відповідні канали обробки ехо-сигналів, які зумовлені випромінюванням власних та сторонніх передавачів:

- канал обробки ехо-сигналів, що відбиті від ПО при його опроміненні передавачем, який суміщений з приймальним пристроєм;
- канали обробки ехо-сигналів, що відбиті від ПО при його опроміненні сторонніми передавачами, які рознесені у просторі.

Побудовано структурна схема каналів обробки ехо-сигналів оглядової РЛС при об'єднанні методів однопозиційного та рознесенного прийому сигналів. Для об'єднання режимів однопозиційної та рознесеної локації в оглядових РЛС забезпечено комплексування відповідних цифрових приймальних пристроїв та цифрових систем обробки сигналів. Основним принципом комплексування зазначених приймальних пристроїв є інформаційне доповнення без порушення штатних режимів функціонування оглядової РЛС.

Зроблено висновок про покращення показників якості виявлення малорозмірних ПО типу БПЛА при використанні суцільного прихованого радіолокаційного поля сигналів цифрового мовлення стандарту DVB-T.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ В РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬКАХ НА ЕТАПІ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ

В.Й. Климченко¹, к.т.н., доц.; В.О. Тютюнник¹, к.т.н., с.н.с.;

М.Р. Арасланов¹, к.т.н., с.н.с.; О.В. Белавін², к.т.н.

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Мініатюризація елементної бази та бурхливий розвиток інформаційних технологій значною мірою вплинули на принципи побудови сучасних та перспективних РЛС, їх склад і структуру.

За принципами побудови сучасні та перспективні РЛС більшою мірою є програмним продуктом, аніж апаратним. В них майже відсутні механічні елементи керування та настроювання, а керування режимами роботи сучасних РЛС та спряжених з ними систем здійснюється програмно-командним способом через інтерфейс ПЕОМ.

Означені особливості висунули нові вимоги до організації їх технічної експлуатації, ремонту і підготовки осіб бойової обслуги.

Аналізуються особливості експлуатації та ремонту радіоелектронної техніки (РЕТ) в частинах та підрозділах радіотехнічних військ (РТВ) на підставі досвіду використання нових та модернізованих засобів радіолокації. З урахуванням схемно-конструктивних особливостей сучасних та перспективних радіолокаційних станцій (РЛС) формуються загальні принципи в організації їх технічного обслуговування та ремонту, особливості взаємовідносин частин і представників промисловості (монтажних організацій) під час розгортання, введення до ладу та експлуатації нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) РТВ, а також особливості підготовки особового складу бойових обслуг РЛС на етапі переозброєння.

ВИКОРИСТАННЯ "КУТОМІСНИХ ПОРТРЕТІВ" МАЛОПОМІТНИХ ЦІЛЕЙ В ОГЛЯДОВИХ РЛС РТВ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ДОВЖИН ХВИЛЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ БАГАТООГЛЯДОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

В.Ф. Зюкін¹, к.т.н., с.н.с.; С.В. Кукобко¹, к.т.н., с.н.с.; Л.В. Бейліс².

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Розвідка малопомітних об'єктів (малорозмірні малозшвидкісні БЛА і ін.) за допомогою оглядових РЛС РТВ метрового діапазону довжин хвиль ведеться в області істотного перевідбиття радіохвиль землею поверхнею. Авторами запропоновані варіанти кутомісного (внутрішньоімпульсного) сканування діаграмою направленості антени РЛС при відповідній просторово-часовій модуляції зондуючого сигналу, які забезпечують підвищення якості кутомісних вимірів при перевідбитті радіохвиль. Використання відгуків набору запропонованих паралельно сполучених кутомісних просторових фільтрів дозволяє отримати досить інформативний "кутомісний портрет", характеристики якого можуть бути стійкі при перебуванні малопомітної цілі в

деякій локальній області простору в ході ряду оглядів. У доповіді розглядаються можливості використання таких радіолокаційних "портретів" при багатооглядовій обробці сигналів, що забезпечує збільшення дальності захоплення траси і підвищення стійкості її супроводу при розвідці малопомітних цілей. Технічні рішення ґрунтуються на ідеях багатооглядової підпорогової обробки сигналів, що враховують як просторові закономірності розташування підпорогових відміток цілі, так і міру інформаційної близькості їх радіолокаційних "портретів".

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ СУЦІЛЬНОГО МАЛОВИСОТНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ПОЛЯ В ГОРБИСТІЙ МІСЦЕВОСТІ

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

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Розвиток пілотованих та безпілотних засобів повітряного нападу, вдосконалення тактики її застосування обумовлює використання гранично малих висот, польотів з огинанням рельєфу та використанням складок місцевості для подолання системи протиповітряної оборони.

Використання традиційних радіолокаційних станцій (РЛС) радіотехнічних військ (РТВ) для виявлення літальних апаратів, що летять в складках місцевості, є неефективним через необхідність щільного розташування таких РЛС зі значними масо-габаритними показниками та енергоспоживанням, що приводить до не виправданих матеріальних витрат для створення радіолокаційного поля у чисельних лощинках, ярах, ущелинах.

Проведено порівняльний аналіз активних та пасивних способів створення радіолокаційного поля у складках місцевості, які ґрунтуються на використанні пасивних відбивачів, активних ретрансляторів та малогабаритних автономних РЛС. Обґрунтовано вимоги до активних та пасивних засобів створення радіолокаційного поля у складках місцевості. Визначені умови і обмеження при яких доцільно використання активних або пасивних засобів, запропоновано варіанти їх раціонального використання в залежності від особливостей рельєфу місцевості.

Розроблено пропозиції щодо комплексування існуючих РЛС РТВ та запропонованих засобів для створення суцільного маловисотного радіолокаційного поля в горбистій місцевості.

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ РАДІОІМПУЛЬСУ СФОРМОВАНОГО ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ЛЕМЕРУ

К.С. Васюта, д.т.н.; Ф.Ф. Зоц, к.т.н.; О.В. Очуренко, к.т.н.;

О.О. Альчаков; О.М. Піскун

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Одним із способів підвищення завадозахищеності РЛС на сигнальному рівні є застосування шумоподібних сигналів. Однак, шумоподібні сигнали з простими видами частотної модуляції та фазової маніпуляції проявляють

структурованість у фазовому просторі, і тому можуть бути виявлені при застосуванні не класичних методів виявлення, зокрема на основі розрахунку значень BDS-статистики. Виходячи з цього в РЛС в якості зонduючого сигналу запропоновано використовувати сигнал, отриманий шляхом частотної модуляції гармонійної несучої за допомогою псевдовипадкової послідовності Лемеру.

У доповіді показано, що сигнал, сформований на основі псевдовипадкової послідовності Лемеру має фазовий портрет подібний до шуму з рівномірним розподілом амплітуд, тобто може забезпечити більш високу скритність функціонування РЛС. Кореляційні властивості запропонованого сигналу, задовольняють вимогам, які висуюються до зонduючих сигналів РЛС. Такі характеристики, як: середньоквадратичне відхилення, середнє значення модулів бічних піків і максимальне їх значення тіла невизначеності, запропонованого сигналу менше, ніж у відомих М-послідовностей. Застосування таких сигналів в РЛС дозволить забезпечити високу роздільну здатність за дальністю і швидкістю при оптимальному виборі його параметрів, забезпечити електромагнітну сумісність радіоелектронних засобів розміщених на різних позиціях, а також підвищити їх завадозахищеність за рахунок складної структури сигналів.

ПОБУДОВА РОЗНЕСЕНОЇ МІМО РЛС ЗІ ШВИДКИМ ЕЛЕКТРОННИМ СКАНУВАННЯМ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ ТА ПРОСТОРОВО-ЧАСТОТНОЇ МОДУЛЯЦІЇ

*І.М. Трофимов, к.т.н.; А.А. Артеменко; В.В. Чалий; О.М. Мішуков
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Початок ХХІ століття відзначено використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) так званих "ДРОНІВ" практично у всіх промислово розвинутих країнах світу. Завдяки впровадженню низки інформаційних технологій БПЛА стали ефективним засобом для розвідки, пошуку і спостереження об'єктів і територій які є небезпечними для людського організму. Але, разом з тим технічний прогрес в даній області має і тінюву сторону. Це стосується використання БПЛА в терористичних цілях. Отже виникає питання у створенні радіолокаційної системи захисту периметру охороняємої території, яка дозволяла б контролювати повітряний простір та ідентифікувала і відстежувала б наближення до периметру БПЛА. Однак, за рахунок того, що ефективна поверхня розсіювання (ЕПР) БПЛА не більше 0,1 м² традиційні методи радіолокації не забезпечують їх надійне та своєчасне виявлення.

Розглядається варіант побудови рознесеної радіолокаційної системи, яка складається з передавальної позиції, що розташована в центрі охороняемого периметру, та рознесених у просторі приймальних позицій. В передавальній позиції використовується багатоканальна активна фазована антенна решітка б МІМО технології для здійснення просторово-частотної модуляції зонduючих сигналів у вертикальній площині. На приймальних позиціях, які розташовані в

полі підсвічування передавальної позиції, використовуються прості ширококугові антени та одноканальні приймальні пристрої.

ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕНОСНОЇ СТАНЦІЇ НАЗЕМНОЇ РОЗВІДКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ МАЛОВИСОТНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*В.А. Таршин, д.т.н.; доц.; Р.Л. Стовба; Є.Ю. Гапонов
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На основі аналізу досвіду проведення антитерористичної операції Збройними Силами України встановлено широке застосування противником безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що обумовлює необхідність застосування засобів озброєння і військової техніки (ОВТ), які можуть забезпечити завчасне виявлення маловисотних малорозмірних БПЛА та розпізнавання їх типів у будь-який час доби в умовах обмеженої оптичної видимості та впливу перешкод. Показана доцільність використання для цього переносних станцій наземної розвідки (ПСНР) типу 1РЛ133. У той же час функціональні можливості ПСНР 1РЛ133 є обмеженими через застарілість компонентної бази, невідповідність сучасним вимогам до ефективності ведення радіолокаційної розвідки, відсутність сполучення з сучасними системами збору та обробки інформації про повітряного противника.

Для усунення цих недоліків обґрунтовано напрямки проведення її глибокої модернізації. Розроблено пропозиції щодо покращення тактико-технічних та експлуатаційних характеристик які дозволяють забезпечити потрібні показники якості виявлення та розпізнавання як наземних цілей, так і маловисотних малорозмірних БПЛА.

ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕНОСНОЇ СТАНЦІЇ НАЗЕМНОЇ РОЗВІДКИ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСТІВ ВІЗУАЛЬНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

*В.А. Таршин, д.т.н., доц.; С.М. Ковалевський, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід виконання бойових завдань частинами та підрозділами Збройних Сил України у рамках антитерористичної операції, а також проведення навчань різних рівнів показав необхідність розгортання у частинах та підрозділах Повітряних Сил Збройних Сил України значної кількості постів візуального спостереження (ПВН). При цьому серйозна увага повинна приділятися оснащенню ПВН технічними засобами, які повинні забезпечувати отримання якісної розвідувальної інформації про наземного противника та маловисотні повітряні цілі у будь-який час доби в умовах обмеженої оптичної видимості.

Виходячи з забезпечування тактико-технічних характеристик та проведених експериментальних досліджень щодо розпізнавання різних типів наземних та маловисотних малорозмірних цілей пропонується оснащувати ПВН переносними станціями наземної розвідки типу 1РЛ133. Пропозиція

ґрунтується на визначених авторами напрямках глибокої модернізації РЛС 1РЛ133, основною метою яких є покращення її тактико-технічних та експлуатаційних характеристик.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ПОТРІБНОЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ ЧАСТИН ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

Ю.І. Рафальський, к.т.н., доц.; О.О. Овсянніков;

Ю.Ю. Галаговець; В.К. Мирошніченко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Досвід застосування підрозділів радіотехнічних військ Повітряних Сил в антитерористичній операції виявив проблемні питання в радіолокаційному забезпеченні дій частин зенітних ракетних військ (ЗРВ) і тактичної авіації (ТА) Повітряних Сил.

Для оцінки радіолокаційного забезпечення радіотехнічними підрозділами частин ЗРВ і ТА виникла задача оцінки якості радіолокаційної інформації потрібної для забезпечення успішних дій вищезазначених частин, з метою максимального використання бойових можливостей радіотехнічних підрозділів.

Пропонуються шляхи покращення якості радіолокаційного забезпечення частин ЗРВ і ТА радіотехнічними підрозділами за рахунок використання допоміжної автоматизованої підсистеми збору, обробки та відображення інформації про повітряну обстановку.

Розглядається необхідність уточнення критеріїв оцінки якості радіолокаційної інформації.

SMALL BASE MULTIRADAR SYSTEM BASED ON SURVEILLANCE RADAR

V. Lishchenko

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

From the analysis of the experience of armed conflicts in recent years, especially in the network wars, it is known that one of the trends in the development of modern air attack means is increasing the number of small-sized air objects. The main difficulty in radar surveillance is the detection of small-sized air objects belonging to the class of unmanned aerial vehicles with small radar cross section.

The effectiveness of radar surveillance and informative in the processing of primary information can be increased by a more optimal using the system energy. This is achieved by combining individual radars into a single multi-radar system (MRS).

It is known that the available surveillance system requires increasing number of radars and compacting of the radar tracking field in the case of a complication of the airspace. This is due to the introduction of additional radars into a certain area. However, the energy of the entire radar system is not fully used. Each separate radar

receives only its echo. In the work, available survey radars are suggested combining to improve the detection of airborne objects.

MRS is a system that uses more than one radar source and has the capability to process and display integral data from all involved radar sources.

The MRS where two radars with a narrow antenna beam forms an area with synchronous rotation. The area depends on the size of the base and the width of the antenna beam of each radar. Synchronous MRS with spatial coherence with the integration of information at the level of primary processing of echo signals has significant advantages. The potential resultant of radar information that can be obtained in such system is more accurate than that of monostatic radar which is not integrated into the system.

АНАЛІЗ МАНЕВРЕНИХ МОЖЛИВОСТЕ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ РТВ З МЕТОЮ ОЦІНКИ ЙОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

*Б.В. Бакуменко, к.т.н., доц.; Ю.В. Башук; Є.О. Мажулі; М.Ю. Харьков
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Окремий радіолокаційний взвод (орлв), є тактичним підрозділом РТВ, він призначений для посилення радіолокаційного поля на малих і гранично малих висотах на найбільш імовірних напрямках дій повітряного противника, відновлення боєздатності радіотехнічних підрозділів та нарощування радіолокаційного поля над важливими об'єктами держави.

Аналіз останніх військових конфліктів показує зростання вірогідності здійснення терористичних актів та нанесення ударів з повітря на важливі державні об'єкти. Особливого значення набуває застосування безпілотних літальних апаратів різного призначення.

Все це зумовлює внесення змін до підготовки і бойового застосування окремих радіолокаційних взводів.

Проведений аналіз виконання завдань окремими радіолокаційними взводами в ході ведення АТО показав ряд проблем та суттєвих недоліків щодо їх бойового застосування.

Таблиця 1. Характеристика показників РЛС 19Ж6 (35Д6)

	Довжина, м			Маса причепа, т	Тип тягача	Маса тягача, т	Заг. маса, т	Радіус розвороту, м	Час згортання (розгортан.), год.
	прицеп	тягач	загальна						
6УФ	13,82	8,220	19,220	20,835	КРАЗ-260В	10.900	31,735	15	1,05(1,25)
6БП	9,115	9,030	18,145	14,300	КРАЗ-260Б	12.400	26,700	13	

Розгляд показників орлв, на озброєнні яких 19Ж6 (35Д6), таких як: довжина причепів, їх маса, радіус розвороту та особливо час згортання і розгортання показує, що вони є далеко не мобільними.

Суттєво зросли вимоги та сама процедура вибору позиції орлів, здійснення маневру і готовності раптової зміни позиції при тому переважно в нічний час.

Аналіз організаційно-штатної структури орлів показує, що введення до штату начальника РЛС, техніка орлів, головного сержанта, зенітно-кулеметного відділення та додаткових засобів зв'язку привело до збільшення чисельності взводу майже вдвоє і складає від 21 до 24 військовослужбовців. Збільшення чисельності взводу привело до створення проблем таких як: перевезення особового складу взводу, особливо при раптовій зміні позиції, його розміщення на позиції та забезпечення.

В сучасних умовах із застосуванням новітніх технологій для комплектування орлів потребує розробка та виробництво маневрених, легко броньованих сучасних ЗРЛ з вмонтованими засобами зв'язку, які матимуть малий час розгортання і згортання біля 10-15 хвилин, та будуть здатні виконувати завдання при застосуванні противником стрілецької зброї та зенітно-кулеметного озброєння, а саме головне оперативного змінювати позицію. А кількість одиниць техніки складатиме 1-2 одиниці, та військовослужбовців 5-8 осіб.

Досвід виконання завдань підрозділами РТВ в зоні проведення АТО показує, що потребує впровадження комплексного підходу і до організації наземної оборони та охорони позиції орлів. Це завдання слід вирішувати комплексно у тісній взаємодії з усіма учасниками угруповання військ, при цьому питання охорони покласти на підрозділи РТВ, а оборони на підрозділи СВ ЗС України. Найбільш доцільно орлів розгортати в бойових порядках, або поблизу, підрозділів сухопутних військ.

Реалізація поданих пропозицій суттєво підвищить бойові можливості орлів, як тактичного підрозділу РТВ та основного підрозділу, що буде виконувати завдання оперативного відновлення боєготовності і нарощування зони радіолокаційної інформації чи РЛП батальйону, бригади та угруповання військ Повітряних Сил чи Збройних Сил України в цілому.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АЗИМУТУ ЦІЛЕЙ В ОГЛЯДОВИХ РЛС "СТАРОВОГО" ПАРКУ ЗА РАХУНОК ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ АЗИМУТА

О.А. Малишев, к.т.н., доц.; М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.;

О.Л. Лугина; О.М. Піскун

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Однією з вимог до радіолокаційної інформації з боку її споживачів є вимога щодо точності визначення поточних координат цілей. В оглядових РЛС "старого" парку для вимірювання азимуту цілей застосовуються системи, які виконані на селсинних парах та ламповій елементній базі. Потенційно такі системи мають певні похибки при визначенні кутового положення аналізованих об'єктів. Ці похибки обумовлені в більшій мірі принципом дії електромеханічних пристроїв та нестабільності параметрів лампових каскадів. Тому, актуальним є питання підвищення точності вимірювання азимуту цілей в оглядових РЛС "старого" парку з використанням цифрових елементів.

В сельсинній парі в якості опорної використовується напруга мережевої частоти. Інформація про кутове положення антени (ротора сельсин-датчика) на сельсин-приймач передається за допомогою трьох напруг також мережевої частоти, які зсунуті за фазою на 120 градусів одна відносно одної. Пропонується перетворити сельсинні напруги у меандр з частотою опорної напруги. При подачі трьох сформованих меандрів на схеми порівняння можливо створення цифрових азимутальних імпульсів, а в подальшому - цифрового коду поточного азимутального положення антени РЛС.

ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ДЕВІАЦІЇ ЧАСТОТИ ЛЧМ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТИ

І.В. Красношапка, к.т.н., доц.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.;

М.М. Ясечко, к.т.н.; О.М. Дзідора; К.О. Романенко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

При формуванні ЛЧМ сигналів методом прямого цифрового синтезу максимальна девіація $\Delta f_{c \max}$ досягає 0,5.....0,75 від тактової частоти f_r . Оскільки сучасна цифрова елементна база забезпечує стійку роботу з $f_r \leq 500$ МГц, то $\Delta f_{c \max} = 100...140$ МГц. Це недостатньо для рішення деяких сучасних радіолокаційних завдань.

Існуючі методи підвищення частотного діапазону засновані на використанні фазової синхронізації коливань, фазового автопідстроювання коливань або методів формування, на основі фазової модуляції. Однак багаторазове множення та фільтрація вихідних ЛЧМ сигналів зазначеними методами призводить до множення фазових похибок (спотворень).

В доповіді розглядається метод формування ЛЧМ сигналу, який дозволяє досить просто сформувати сигнал на високій частоті й одночасно вдвічі збільшити девіацію частоти. Метод заснований на використанні балансних змішувачів в квадратурних каналах та модулюючих сигналів відповідного виду.

Перевагами методу є: формування модулюючого сигналу на досить низькій частоті, що знижує вимоги до діапазону частот формуємих сигналів у ЦСС; перенос спектра сигналу на ВЧ із одночасним збільшенням девіації частоти.

РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ТРЕНАЖНО-ІМІТАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ РЛС П-18

С.П. Лещенко, д.т.н. проф.; М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.;

О.М. Колеснік, к.т.н., с.н.с.; В.В. Сидоров, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасний тренажно-імітаційний комплекс повинен мати можливості відтворення повітряно-задовою обстановки будь-якої складності, у тому числі з урахуванням досвіду АТО. У доповіді розглядаються особливості побудови апаратної частини такого тренажно-імітаційного комплексу для навчання операторів РЛС П-18, що створений на базі системи розіграшу бойових дій на

навчаннях Повітряних Сил "Віраж-РД". Апаратна частина комплексу представляє собою блок імітації радіолокаційних сигналів, реалізований на сучасній елементній базі з використанням COTS-технологій. За своїми функціональними та експлуатаційними можливостями блок відповідає всім пред'явленим вимогам, тобто є уніфікованим для різних типів РЛС, простим у використанні, надійним, має малі габарити та низьку вартість, можливість виготовлення у військових умовах.

Розроблений макет тренажно-імітаційного комплексу планується використовувати на кафедрі бойового застосування радіотехнічного озброєння факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил. Результати експлуатації попередніх розроблених блоків для РЛС П-37 і 5Н84А показали їх широкі можливості та високу ефективність в процесі навчання операторів РЛС на штатних робочих місцях.

СИНТЕЗ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ З ЛІНІЙНОЮ ЧАСТОТНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ, СФОРМОВАНИХ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗУ

О.В. Борисенко; Р.Л. Стовба

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Одним з перспективних напрямків вирішення проблеми виявлення безпілотних літальних апаратів засобами радіолокації є застосування ЛЧМ сигналів. Існує багато способів формування ЛЧМ сигналів але лише сигнали, сформовані цифровими методами, мають передбачувані параметри, такі як частота і фаза в кожен момент часу.

В даний час є велика кількість мікросхем, що дозволяють використовувати цифрові методи формування широкосмугових сигналів з заданими законами зміни амплітуди, частоти і фази вихідного сигналу в смузі частот до декількох ГГц. Цифрові методи формування сигналів дозволяють забезпечити високу роздільну здатність по дальності, скритність роботи і перешкодозахищеності радіоелектронних систем, задовольняючи жорстким вимогам, що пред'являються сучасними радіоелектронними пристроями до смуги частот сигналу що формується, рівню побічних випромінювань, похибок встановлення амплітуди і фази вихідного сигналу

В доповіді розглядається метод прямого цифрового синтезу ЛЧМ сигналу, який дозволяє отримати широкосмуговий сигнал в смузі частот до 1500 МГц з заданими значеннями початкових параметрів вихідних сигналів з можливістю забезпечувати корекцію фазочастотної характеристики сформованих сигналів з рівнями побічних складових від – 70 дБ до 95 дБ, і відношенням сигнал шум в діапазоні – 40...80 дБ.

ОБМЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ЧАСО-ЧАСТОТНОЇ ОБРОБКИ ПОСЛІДОВНОСТІ РАДІОІМПУЛЬСІВ ВНАСЛІДОК ЗНИЖЕННЯ ЇЇ КОГЕРЕНТНОСТІ

*О.Л. Кузнєцов, к.т.н., доц.; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.;
В.А. Полтавець; О.А. Бурлуцький; С.А. Хижняк; В.Г. Цвік
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Вдосконалення засобів повітряного нападу та способів їх бойового застосування обумовлює зростання вимог до сучасних зразків радіолокаційного озброєння. Забезпечення радіолокаційного спостереження високошвидкісних та малопомітних маневруючих цілей пов'язано з використанням в РЛС когерентної обробки відбитих від цілей прийнятих радіосигналів.

Можливості забезпечення заданих показників якості виявлення цілей та вимірювання їх координат й параметрів руху обмежені ступенем когерентності прийнятої послідовності радіоімпульсів. Тому має практичну користь дослідження впливу реальних умов виконання РЛС завдань за призначенням на закономірність фазової структури прийнятого радіосигналу.

У доповіді надані результати чисельного оцінювання впливу статистичних характеристик флуктуацій фазової структури сигналу на якість його часо-частотної обробки. Проведені дослідження дозволяють визначати умови наближення реальних показників якості радіолокаційного спостереження цілей до потенційних значень.

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З ПОБУДОВИ РЛС КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ

*Г.Г. Камалтинов¹, к.т.н., с.н.с.; В.О. Тютюнник¹, к.т.н., с.н.с.;
С.С. Кошова², к.т.н.*

¹*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*
²*Холдингова компанія "Укрспецтехніка"*

Розглядаються основні вимоги до тактико-технічних характеристик РЛС контрбатареїної боротьби (КББ). Наводяться приклади РЛС КББ різних класів та їх особливості побудови. Обговорюється доцільність створення РЛС КББ з застосуванням технології цифрової антенної решітки (ЦАР) з круговим електронним скануванням простору без використання механічного обертання антени.

Обґрунтовуються основні технічні характеристики РЛС КББ.

Як робочий діапазон частот РЛС пропонується обрати міжнародний діапазон локації – L та використання двох імпульсного нелінійно – частотно-модульованого сигналу. Для вимірювання кутових координат пропонується використання моно імпульсного методу зі штучним створенням сумарно-різницевих каналів за кутом місця та азимутом на прийом. Випукла вісесиметрична антенна решітка будуватиметься із системи лінійних решіток, які розташовуються на циліндрі.

Уся апаратура РЛС розташовується у антенному модулі (циліндрі). Може здійснюватися як круговий так і секторний огляд простору. Управління режимами роботи та відображення виявлених об'єктів здійснюється на картографічному фоні на виносному АРМ оператора, якій розташовується на відстані до 100 м від антенного модуля. Передавання даних про виявлені цілі, точки падіння боеприпасів та координати стріляючих позицій здійснюється за допомогою радіо модему та радіостанції. РЛС може транспортуватися на будь-якому транспортному засобі та розгортатися обслугою з 2 осіб за 30 хвилин.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК В ОГЛЯДОВИХ РЛС

Г.Г. Камалтинов, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Розглядаються переваги та недоліки цифрових антенних решіток (ЦАР) у порівнянні з традиційними фазованими антенними решітками (ФАР). Наводиться опит використання ФАР під час розробки радіолокаційних засобів в Україні. Розглядаються приклади використання ЦАР у світових розробках РЛС. Обговорюється доцільність застосування технології ЦАР в оглядових РЛС, та зокрема – в РЛС радіотехнічних військ.

Особлива увага приділяється можливостям використання ЦАР в РЛС з круговим електронним скануванням простору. При цьому забезпечення кругового електронного сканування діаграми направленості антени (ДНА) за азимутом без використання механічного обертання можливо за допомогою випуклих вісесиметричних антенних решіток. Такі антенні решітки можуть будуватися або із системи лінійних решіток, які розташовуються на циліндрі, конусі та інших лінійчатих поверхнях, або плоских решіток, які розташовуються у вигляді призми, піраміди, додекаедра, ікосаедра та інших випуклих багатогранників. Випуклі антенні решітки також можуть бути побудовані у вигляді системи кільцевих випромінювачів, які розташовуються на сферичній або інших поверхнях обертання. Побудова випуклої антенної решітки на основі системи лінійних або кільцевих решіток, які розташовуються на циліндрі, має ряд переваг перед використанням системи плоских антенних решіток.

Наводяться приклади радіолокаційних станцій, які використовують технології ЦАР для реалізації електронного кругового сканування променем. Розглядаються проблеми під час реалізації ЦАР в оглядових РЛС. Обговорюються перспективи застосування ЦАР у ході розробки нових радіолокаційних засобів в Україні різного призначення.

АКТИВНИЙ ВІДЕОСПЕКТРОМЕТР ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

А.А. Дорошенко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Спектральні системи виявлення, які працюють в інфрачервоній довжині хвилі, як правило, здійснюють свою роботу за рахунок відбиття сонячних

променів, з метою підвищення ефективності виявлення в умовах обмеженого бачення доцільно використовувати активну систему виявлення об'єктів за спектральними ознаками.

Аналіз літературних джерел показав, що використання активного відоспектрометра може покращити можливості щодо виявлення цілей, зменшуючи ймовірність хибної тривоги та підвищуючи співвідношення сигнал-шум.

Диспергуючий пристрій в даному випадку виконує дві функції : по-перше, забезпечує розклад прийнятого випромінення на спектральні компоненти, а по-друге, змінює коефіцієнт пропускання кожної спектральної компоненти, таким чином, щоб забезпечити максимальне придушення спектральних складових випромінення фону при мінімальному ослабленні оптичного сигналу.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОЦІНКИ КУТОМІСНИХ КООРДИНАТ ЦІЛЕЙ В ОГЛЯДОВИХ РЛС РТВ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ДОВЖИН ХВИЛЬ ЗА РАХУНОК ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ ЗОНДУЮЧОГО СИГНАЛУ

*В.Ф. Зюкін, к.т.н., с.н.с.; Д.Ю. Свистунов, к.т.н., с.н.с.; В.В. Чалий
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розвідка повітряних об'єктів, особливо малопомітних (малорозмірні БЛА і ін.) за допомогою оглядових РЛС РТВ метрового діапазону довжин хвиль ведеться в області істотного перевідбиття радіохвиль земною поверхнею. Неконтрольовані інтерференційні спотворення діаграми направленості антени, вплив пасивних заводь приводять до енергетичних втрат, утрудняють можливості вимірювання і розрізнення кутомісних координат цілей. У доповіді, стосовно РЛС метрового діапазону, розглядається можливість поліпшення енергетичних співвідношень, можливість реалізації та підвищення точності і розширення діапазону кутомісних вимірювань, а також підвищення роздільної здатності по кутівій координаті в області малих кутів місця за рахунок використання апріорної інформації про ділянку місцевості, істотну для перевідбиття радіохвиль. Необхідна інформація може бути отримана на основі технології розрахунку зон виявлення РЛС на реальних позиціях з використанням цифрових карт рельєфу місцевості, а також шляхом обльоту, зокрема при аналізі результатів радіолокаційного спостереження трас "попутних" цілей, що здійснюють політ з видачею інформації в режимі ADS-B. Для усунення неоднозначних кутомісних вимірювань пропонується використання багаточастотного випромінювання. Обговорюються можливості просторовій модуляції зондуючого сигналу за рахунок різних варіантів управління формою діаграми направленості антени РЛС.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЗАХИЩЕНОСТІ ОГЛЯДОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ВІД АКТИВНИХ ШУМОВИХ ЗАВАД

В.І. Климченко, к.т.н., доц.; В.О. Тютюнник, к.т.н., с.н.с.;

С.В. Кукобко, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Ефективність захисту оглядових РЛС радіотехнічних військ характеризується коефіцієнтом стиснення зони за умов дії активних шумових завад по бічних пелюстках ДНА та відносною дальністю самоприкриття за умов дії завад по головному променю ДНА. Для визначення цих показників в прийнятих методиках користуються поняттям еквівалентного джерела завад, під яким розуміють постановник завад із заданою спектральною потужністю (10, 20 або 50 Вт/МГц), що перебуває на висоті 10 км і на відстані 200 км від РЛС.

За умов дії в реальних бойових умовах багатьох постановників завад на різних висотах і дальностях з різними за потужністю бортовими передавачами користуватись таким показником незручно. Через це пропонується ввести такий показник, як спектральна густина потоку потужності (Вт/(МГц·м²)) в точці стояння РЛС, за якої відбувається припустиме стиснення зони виявлення. Запропонований показник є властивим тільки для РЛС заданого типу і не залежить від того, якими засобами створена означена спектральна густина потоку потужності.

Введений показник зручно використовувати і при вирішенні зворотної задачі, тобто визначення потрібного наряду сил і засобів РЕБ для придушення системи радіолокаційного виявлення повітряних об'єктів із заданою ефективністю.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЕНСАЦІЇ ПАСИВНИХ ЗАВАД В РЛС З НИЗЬКОСТАБІЛЬНИМИ ГЕНЕРАТОРНИМИ ПРИБАДАМИ

О.В. Очкуренко, к.т.н.; Ф.Ф. Зоц, к.т.н.; Д.С. Хаяров; А.А. Щетинкин

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Низька стабільність несучої частоти зондувальних сигналів (ЗС) в деяких РЛС є домінуючим фактором, що призводить до зниження їх захищеності від пасивних завад. Зменшити вплив нестабільності несучої частоти ЗС на ефективність роботи системи СРЦ можна за рахунок корекції спектрів ехо-сигналів $S_i(f)$, ..., $S_k(f)$ для кожної послідовності імпульсів. Для цього в радіолокаційний тракт необхідно вводити спеціальні фільтри-коректори. Їхні частотні характеристики $K_i(f)$, ..., $K_k(f)$ повинні забезпечувати якісне (в ідеалі - точне) суміщення добутків $K_i(f) \cdot S_i(f)$, ..., $K_k(f) \cdot S_k(f)$ для ПЗ усіх посилок, що сумісно обробляються в системі СРЦ. Особливістю використання фільтрів-коректорів є те, що їх застосування приводить до трансформації нестабільності несучої частоти ЗС в амплітудні флуктуації ехо-сигналу на виході фільтра. Перестроювання частотної характеристики фільтру-коректора

здійснюється у відповідності з виміряною величиною нестабільності несучої частоти ЗС. Тому величина амплітудних флуктуацій сигналу на виході фільтру однозначно зв'язана з величиною нестабільності несучої частоти ЗС, що дає можливість врахувати змінення амплітуди ехо-сигналів у подальшій обробці за допомогою нормуючого пристрою.

Результати розрахунків щодо використання фільтрів-коректорів свідчать, що корекція спектрів ехо-сигналів дозволяє значно збільшити ефективність системи СРЦ. При використанні ЗС з дзвоноюю огинаючою та середньоквадратичному відхиленні несучої частоти ЗС на 10...20% відносно ширини спектра сигналу, коефіцієнт підзавадової видимості навіть для найпростіших систем СРЦ теоретично може бути збільшений на 10...20 дБ.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ПОСИЛЕННЯ ОХОРОНИ ОКРЕМИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*М.О. Стахєєв, к.т.н., доц.; Ю.П. Кудрявцев, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід застосування окремих радіолокаційних взводів і рот в ході проведення антитерористичної операції на південно-східній території України свідчить про необхідність серйозної охорони цих підрозділів.

Детально розглянуті випадки виводу з ладу радіотехнічних підрозділів (орлв, орлр) та частини, що сприяли скоєнню цих випадків. Проаналізовані штатні структури цих підрозділів та завдання з охорони, які виконують зенітно-кулеметні відділення, а також оснащеність цих відділень озброєнням та технічними засобами охорони. Встановлено, що ці відділення оснащені необхідним озброєнням і в достатній кількості, але відсутні технічні засоби охорони позицій. Також виявлено, що чисельність зенітно-кулеметного відділення окремого радіолокаційного взводу недостатня.

Для успішного вирішення завдань надійної охорони окремих радіотехнічних підрозділів запропоновано оснастити підрозділи технічними засобами охорони позицій та збільшити чисельний склад зенітно-кулеметного відділення окремого радіолокаційного взводу (на 3-4 чоловіка).

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ СИСТЕМ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВПІЗНАВАННЯ. ОБМЕЖЕННЯ У ВПРОВАДЖЕННІ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ

*С.В. Кукобко, к.т.н., с.н.с.; О.С. Маляренко, к.т.н., с.н.с.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розвиток основних систем радіолокаційного впізнання "Пароль" і Мк XII історично був направлений на покращення таких показників ефективності, як імітостійкість (в першу чергу), пропускна здатність, надійність упізнання, завадостійкість. Розвиток методів радіоелектронної протидії, розширення вирішуваних завдань змусили спрямувати зусилля на покращення

прихованості та розширення інформаційних можливостей – впровадження функцій передавання інформації.

Указані якісні часткові показники ефективності характеризуються кількісними показниками – ймовірнісними та іншими. Часткові показники ефективності не відповідають основній вимозі: незалежність показників. Показаний зв'язок між показниками ефективності демонструє те, що не завжди є очевидним або навмисно прихованим: прагнення до покращення одного показника погіршує інший або декілька інших.

Пропоноване впровадження широкосмугових сигналів (системи "Страж", Мк XV) для підвищення прихованості або погіршує імітостійкість або для збереження імітостійкості погіршує пропускну здатність. При цьому енергетична прихованість існує лише до створення протилежною стороною узгоджених фільтрів за даними радіотехнічної розвідки: для забезпечення ортогональності кодів доступна кількість кодів у ансамблі складних сигналів є дуже обмеженою.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБІВ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ПОЗАСМУГОВИХ СПЕКТРАЛЬНИХ СКЛАДОВИХ І ВНУТРІІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕКРУЧУВАНЬ ЧАСТОТИ ВИХІДНИХ КОЛИВАНЬ ЦОС

М.П. Кандирін, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Спектральні характеристики є одними з найважливіших показників якості будь-якого синтезатора частоти. Чистота спектра цифрових обчислювальних синтезаторів (ЦОС) визначається паразитними спектральними складовими (ПСС), що виникають через ряд факторів. До основних ПСС ставляться: E_M – паразитні складові за рахунок квантування фази, усікання вихідної розрядності ОКФ (воно виконується у зв'язку з обмеженням обсягом пам'яті ПК), E_A – паразитні складові за рахунок квантування амплітуди (через обмежену розрядність ПК і ЦАП) і внутріімпульсного відхилення частоти від лінійного закону (у випадку формування ЛЧМ сигналу).

Оскільки універсального способу по боротьбі з такими ПСС не існує, то для зменшення їхнього рівня як позасмуговими, так і внутріімпульсними, у доповіді розглядаються чотири основних способи: передискретизації, фільтрації, рандомізації та активної фільтрації, що стежить.

Приводяться результати теоретичних розрахунків і математичного моделювання по максимально досяжному зменшенню рівня ПСС кожним зі способів.

На підставі проведеного аналізу результатів розрахунку й моделювання даються рекомендації з ефективного застосування того або іншого способу в кожному конкретному випадку, залежно від виду та пріоритету придушення перекручувань вихідних коливань ЦОС.

Особлива увага приділена практичній реалізації цих способів придушення при розробці й впровадженню зразків формування зондувальних і гетеродинних сигналів у конкретні зразки радіо електронних засобів (РЕЗ).

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОГРІШНОСТЕЙ ТАКТОВОЇ ЧАСТОТИ НА ВИХІДНІ ПАРАМЕТРИ ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СИГНАЛІВ

М.П. Кандирін, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Проблема побудови збудників зондувальних і гетеродинних сигналів НВЧ діапазону з високою стабільністю частоти й низьким рівнем спектральної щільності потужності (СЩП) фазових шумів виникла більше 55 років тому й залишається актуальною дотепер. З появою нових видів сигналів і способів їхнього формування й обробки вимоги до стабільності частоти основних джерел коливань і рівням їхніх фазових шумів стають усе більше твердими.

Спектральна чистота сигналу тактирування найчастіше дуже впливає на можливість забезпечити задані параметри системи.

У доповіді приводиться аналіз основних методів одержання тактової частоти, зокрема множення низької частоти кварцового генератора безпосередньо петлею ФАПЧ або помножувачем високої кратності множення на транзисторах.

Показано вплив джиттера тактового сигналу на величину максимально досяжного співвідношення сигнал/шум при заданій частоті вхідного сигналу (у випадку АЦП) або вихідного сигналу ЦАП. Однак реальне значення відносини сигнал/шум буде визначатися як джиттером, так і шумом самого АЦП (ЦАП).

Фазовий шум сигналу тактирування в ЦАП звичайно проявляється у вигляді погіршення амплітуди вектора помилки отриманого модульованого сигналу.

Приводяться приклади впливу погрішностей сигналу тактової частоти, крім зменшення динамічного діапазону (SFDR), також на співвідношення сигнал/шум аналого-цифрового перетворювача.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ РЛС 19Ж6 ВІД УРАЖЕННЯ БАРАЖУЮЧИМИ БОЄПРИПАСАМИ

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

О.М. Плоценко; П.С. Ковбаса

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Аналіз застосування військової компоненти в останніх збройних конфліктах та у ході АТО свідчить про те, що здатність збройних сил швидко реагувати на загрози може бути істотно ускладнена для віддалених районів крім того, кількість систем зброї, що зможуть вільно працювати в повітряному просторі насиченому засобами ППО противника достатньо обмежена. Для виходу з такої ситуації пропонується використання баражуючих боеприпасів (ББ).

Проведено аналіз сучасних та перспективних зразків таких боеприпасів. Розглянуто сучасні погляди на їх застосування, показано, що ББ як засіб знищення систем ППО володіють істотно меншим часом реакції у ланцюгу "виявлення – знищення". Отримано залежності ймовірності поразки одиначної РЛС одним ББ від точності системи наведення, маси та типу

бойової частини, а також засобів, які використовуються для захисту РЛС від вогневого впливу. Показано, що при досягнутих на теперішній час можливостях систем наведення, без вживання додаткових засобів захисту від вогневого впливу ББ ймовірність знищення засобів радіовипромінювання близька до одиниці. Застосування протиосколкових екранів, які закривають лише борти кабін не ефективно тому, що основна кількість осколків діє на дах кабін. Наведено практичні рекомендації щодо захисту засобів радіовипромінювання від вогневого впливу ББ з функцією протирадіолокаційних ракет.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ РОЗШИРЕННЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ ІНТЕГРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ

*О.М. Дзідора; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; І.В. Красношапка, к.т.н., доц.;
Д.С. Сидоренко; Ю.І. Дацків
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Сучасний розвиток радіолокаційної техніки характеризується широким застосуванням цифрових методів формування набору високостабільних сигналів з складними законами модуляції амплітудно-частотно-часових параметрів. Перевагами пристроїв цифрового формування сигналів – цифрових синтезаторів (ЦСС), в порівнянні з аналоговими формувачами, є висока технологічність та надійність, точність та відтворюваність параметрів сигналів, що формуються, можливість їх гнучкої зміни в широких межах. Однак при цьому існують обмеження щодо максимального значення несучої частоти та ширини спектру вихідних сигналів ЦСС, що пов'язано з недостатньою швидкістю їх елементної бази.

В доповіді розглянуто існуючі методи розширення частотного діапазону частотно-модульованих (ЧМ) сигналів цифрових синтезаторів та варіанти технічної реалізації ЦСС, що забезпечують можливість програмування і адаптивну корекцію всіх параметрів модуляції. Проведено аналіз можливостей сучасних інтегральних прямих цифрових синтезаторів щодо формування радіолокаційних ЧМ сигналів.

Показано можливість реалізації заснованого на використанні квадратурних модуляторів методу перенесення ЧМ сигналу цифрового синтезатора в область частот дециметрового і сантиметрового діапазонів без порушень властивостей сигналу ЦСС та втрат його якості.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ІМПУЛЬСНИХ МОДУЛЯТОРІВ ЕЛЕКТРОВАКУУМНИХ ПРИЛАДІВ НВЧ

*О.М. Дзідора; К.В. Садовий, к.т.н., доц.; О.В. Очкурченко, к.т.н.;
М.М. Ясечко, к.т.н.; О.М. Оленів
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В сучасних радіолокаційних передавальних пристроях для отримання потужних НВЧ коливань використовуються електровакуумні генераторні та

підсилювальні прилади (магнетрони, клістриони та лампи біжучої хвилі), що працюють, як правило, в імпульсному режимі. Для живлення таких приладів використовуються імпульсні модулятори (ІМ), що містять в своєму складі потужний високовольний ключ і накопичувач енергії. Побудова ІМ за схемою з частковим розрядом ємнісного накопичувача, в порівнянні з іншими типами ІМ, забезпечує можливість оперативної зміни (від імпульса до імпульсу) параметрів імпульсів, що формуються, та кращу їх форму. Але в дійсний час такі модулятори мають низький коефіцієнт корисної дії та не завжди задовільняють вимогам щодо надійності, ваги, габаритів.

Підвищення ефективності та надійності ІМ можливе за рахунок відмови від використання електровакуумних або газорозрядних приладів в ключових каскадах і застосування сучасних високовольних напівпровідникових транзисторів і діодів.

У доповіді розглянуто питання практичної реалізації малогабаритних високовольних імпульсних модуляторів на твердотільних ключових елементах.

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ "ВІРАЖ-РД" ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ОЦІНКИ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*В.І. Боровий, к.т.н., доц.; А.Ю. Білик; Е.В. Верещака; О.М. Перовський
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Система оперативно-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання бойових дій "Віраж-РД" дозволяє провести розіграш бойових дій двох протилежних сторін, а також управляти процесами моделювання бойових дій у реальному масштабі часу.

При моделюванні враховується вплив рельєфу місцевості, зокрема на можливості засобів радіолокації з виявлення повітряних об'єктів, тактико-технічні та льотно-тактичні характеристики засобів повітряного нападу (ЗПН), застосування ними наявних засобів ураження та радіоелектронного придушення тощо.

За допомогою спеціального програмного математичного забезпечення (СПМЗ) "Віраж-РД" було проведено моделювання дій ЗПН Російської Федерації, що розташовані поблизу Державного кордону на сході України, щодо нанесення ударів по території нашої держави та оцінені можливості угруповання підрозділів радіотехнічних військ (РТВ) стосовно виявлення ЗПН противника, в тому числі при застосуванні ним безпілотних літальних апаратів (БЛА) і високоточної зброї (ВТЗ) в умовах складної радіоелектронної обстановки (застосуванні активних завад).

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ ВИДОВОЇ КОСМІЧНОЇ РОЗВІДКИ У ПІДРОЗДІЛАХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*М.В. Дубовий; Д.В. Орлов; Є.А. Берестовий; Г.В. Худов, д.т.н. проф.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Відомо, що основними засобами технічної розвідки є засоби видової космічної розвідки. Основною складністю по приховуванню радіотехнічного підрозділу є наявність характерних для кожного виду позицій демаскуючих ознак, які добре помітні з космосу та розкривають місце розташування радіотехнічних підрозділів та їх бойові порядки. З аналізу сучасного стану та досвіду експлуатації озброєння і військової техніки радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України відомо, що заходи протидії засобам видової космічної розвідки практично не виконуються та не сформовані. Отже, у теперішній час при виконанні бойових завдань радіотехнічними підрозділами сформувалося протиріччя між необхідністю протидії засобам видової космічної розвідки та сучасним станом справ з цього питання в радіотехнічних військах. Для вирішення указанного протиріччя в роботі розроблено пропозиції щодо протидії засобам видової космічної розвідки противника та зменшення впливу демаскуючих ознак бойових порядків радіотехнічних підрозділів.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ВАРІАНТІВ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ ОСІБ БОЙОВИХ ОБСЛУГ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

*С.М. Ковалевський, к.т.н.; В.С. Колісник; Д.В. Остапенко; О.В. Висоцький
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід бойового застосування радіотехнічних підрозділів в умовах проведення Антитерористичної операції (АТО) в окремих районах Донецької та Луганської областей, дії засобів повітряного нападу на малих та гранично малих висотах показує, що ведення радіолокаційної розвідки маловисотних повітряних цілей та видача інформації по ним здійснюється засобами окремих радіолокаційних взводів шляхом створення смуги попередження про політ маловисотних цілей у заданому районі на небезпечних напрямках дій повітряного противника.

Виявлення і супроводження повітряних цілей діючих на малих та гранично малих висотах є важливим і складним завданням для радіотехнічних підрозділів. У зв'язку з тим виникає необхідність підвищення спроможностей бойових обслуг щодо виявлення повітряних цілей.

Для цього пропонуються різні варіанти повітряної обстановки з діями різних класів цілей з повною, не повною, суперечливою інформацією, яка може відображатися на ПЕОМ для тренування обслуг за допомогою тренувально-імітаційного комплексу "Віраж-РД". Вони дозволять підвищити рівень підготовки бойових обслуг підрозділів не тільки в пунктах постійної дислокації, а при виконанні завдань в зоні АТО.

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ВІДНОВЛЕННЯМ
РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНО-РАДІОЕЛЕКТРОННОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

В.В. Тюрін¹, к.військ.н., доц.; Є.А. Юфа¹;

В.М. Купрій², к.т.н., доц.; О.В. Боклаг³

¹Національний університет оборони України ім. І. Черняховського

²Харківській національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

³Військова частина А0820

Виходячи з результатів аналізу переліку основних завдань, що виконувало угруповання сил і засобів ППО в антитерористичній операції, досвіду проведення командно-штабних навчань та проведених досліджень, наведено узагальнений перелік цих завдань. При цьому, особливе місце в угрупованні відводилося радіотехнічним військам, як основному джерелу інформації про повітряну обстановку.

Проаналізовано недоліки в ТхЗ, що мали місце на початку АТО, при аналізі найбільша увага приділена основному виду ТхЗ бойового застосування радіотехнічних військ, а саме інженерно-радіоелектронному забезпеченню.

Проведено аналіз методів та засобів системи управління ІРЕЗ, а також розглянуто зміни в системі управління ІРЕЗ, з урахуванням досвіду АТО, та наведено пропозиції щодо подальшого удосконалення цієї системи. Показано, що підвищення ефективності функціонування системи ІРЕЗ можливе шляхом удосконалення методів та засобів управління ІРЕЗ, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.

**АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
РОЗВІДУВАЛЬНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В
СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ
ТА ГІБРИДНИХ ВІЙНАХ**

*Р.С. Максимович; І.С. Максимович; В.П. Фінаєв, к.т.н., доц.; О.В. Сердюк
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В сучасних умовах рішення завдань протиповітряної оборони (ППО) військ та об'єктів інфраструктури ускладнюється появою багато чисельного загону малорозмірних безпілотних літальних апаратів (БЛА). БЛА мають специфічні льотно-тактичні характеристики, в першу чергу, малі ефективні поверхні розсіяння, широкий діапазон швидкостей, можливість здійснення польотів на малих та дуже малих висотах з використанням рельєфу місцевості.

Для ведення ефективної боротьби з БЛА створювалися спеціалізовані зенітно-ракетні та артилерійські комплекси з малим часом реакції, високою швидкістю стрільби та ефективністю ураження, великим запасом ракет (боєприпасів). Проблема боротьби з малорозмірними повітряними об'єктами є настільки складною та актуальною, що для її вирішення розроблювалися спеціальні програми розвитку зенітного озброєння.

Мета роботи – провести аналіз тенденцій розвитку та застосування БЛА в

сучасних мережецентричних та гібридних війнах та на основі проведеного аналізу розробити рекомендації щодо боротьби з сучасними БЛА.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ MLAT

А.В. Федоров¹; Г.В. Місюк²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Військова частина А1451

Один із можливих способів підвищення ефективності контролю повітряного простору є використання додатково до інформації існуючих радіолокаційних систем додаткових інформаційних джерел. У якості таких додаткових інформаційних джерел можуть бути використані системи незалежного кооперативного спостереження (MLAT).

Оскільки системи MLAT можуть використовувати вже вживані в експлуатації передачі сигналів з борту повітряних суден, вони можуть розгортатися без будь-яких змін бортової інфраструктури.

Точність MLAT не має лінійної залежності від розмірів зони дії. Вона залежить від геометричного розташування цілі щодо приймаючих станцій і точності, з якою можна визначити відносний час отримання сигналу на кожній станції.

Новітня система спостереження за повітряним простором "Альманах", розгорнута в аеродромній зоні аеропорту Пулково (Російська Федерація).

У зоні дії "Альманах" може забезпечувати моніторинг як на аеродромі, малих висотах, так і на висоті до 20 км, одночасно утримуючи в полі спостереження до 1000 цілей.

Аналіз існуючих тенденцій розвитку радіолокаційних засобів в системі контролю повітряного простору показав, що однією з основних тенденцій розвитку радіолокаційних засобів є комбінування переваг різних типів спостереження при визначенні місцезнаходження повітряних об'єктів в системі контролю повітряного простору.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУЮЧИХ СИГНАЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ

*І.Г. Леонов, к.т.н., доц.; О.В. Костянець; Р.В. Голуб; А.А. Недашковський
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід сучасних локальних війн та збройних конфліктів показує тенденцію на збільшення кількості засобів повітряного нападу. Завдяки сучасним технологіям, збір розвідінформації може бути роботизован. Безпілотні засоби розвідки можуть працювати в автономному режимі з використанням усього діапазону хвиль та висот польоту. Найбільшу небезпеку складають маловисотні цілі на які може покладатися додаткове завдання вогняного ураження наземних об'єктів. Аналіз виявлення останніх показав, що ці завдання можливо вирішувати за допомогою існуючих радіолокаційних

станцій при їх модернізації. Однак, виявлення маловисотних цілей, зазвичай, ведеться на фоні інтенсивних відбиттів від місцевих предметів, що збільшує порогову потужність РЛС.

У доповіді розглядається можливість зменшення порогової потужності (ефективності) РЛС шляхом оптимізації параметрів зондуючих сигналів. При цьому запропоновано отримувати апріорну інформацію про частотну характеристику радіолокаційного каналу в якому знаходиться ціль за допомогою багаточастотних сигналів (БЧС) та засобів їх обробки.

Приводиться аналіз можливості цифроаналогового формування БЧС з оптимізованими параметрами. У доповіді наведені результати математичного моделювання властивостей розглянутих сигналів з одночасним кодуванням по частоті та фазі. Приводяться результати експериментального дослідження синтезованих сигналів за допомогою розробленого цифроаналогового формувача, що повністю підтверджує теоретичні розрахунки.

ІМІТАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТУ В БАГАТОПОЗИЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ

*Б.А. Лісогорський; І.А. Таран, к.т.н., доц.; Д.Б. Жуйков, к.т.н., доц.;
Г.В. Худов, д.т.н. проф.*

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба

З аналізу досвіду ведення антитерористичної операції (АТО) на сході України встановлено, що одним з важливих факторів для досягнення успіху у військових конфліктах такого роду є контрбатарейна боротьба (КББ).

З аналізу відомих робіт встановлено, що існуючі РЛС КББ не відповідають вимогам, що до них висуваються, зокрема щодо розмірів зони видимості, точності вимірювання координат снарядів, мін, ракет (у подальшому – цілей), скритності та завадозахищеності.

Мета роботи – провести імітаційно-статистичне моделювання виявлення об'єкту в багатопозиційній системі радіолокаційних станцій КББ.

В роботі проведено моделювання траєкторних вимірювань:

- розрахунок масиву координат "точних" значень координат снаряду в деякі моменти часу;
- розрахунок масиву "точних" значень азимуту, кута місця і похилої дальності;
- формування помилок первинних вимірювань і отримання матриці спостережень.

В роботі отримано вектори оцінок координат положень снаряду в різні моменти часу, проведено розрахунок положення точки вильоту снаряду для отриманої матриці спостережень. Для отримання наборів значень координат точки вильоту снаряду проводиться ітераційна процедура.

Заключним етапом моделювання є розрахунок кореляційної матриці помилок оцінювання координат точки вильоту снаряду та розрахунок головних осей еліпсу розсіювання.

ПРОБЛЕМИ ВСЕРАКУРСНОГО ВИЯВЛЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ АВІАЦІЙНИМИ РАДІОЛОКАТОРАМИ В УМОВАХ МАСКУЮЧИХ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕШКОД І МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХНЬОГО ВИРІШЕННЯ

В.Г. Гартванов, к.т.н., с.н.с.; М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.;

В.Д. Батиев, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Розглянуто проблеми забезпечення всеракурсності виявлення повітряних об'єктів радіолокаційними літаковими засобами в умовах наявності різних видів маскуючих активних і пасивних перешкод.

Пропонується шлях рішення даної проблеми на основі використання широкополосних зондувальних сигналів з однозначним виміром дальності й реалізації просторово-тимчасової адаптивної обробки прийнятих коливань.

Розглянуто просторові й тимчасові відмінності параметрів сигналів і перешкод, які для локаторів на повітряних носіях взаємозалежні. На основі проведеного аналізу синтезована адаптивна система обробки прийнятих сигналів і перешкод, побудована з використанням їхнього опису повними кореляційними функціями. Система являє собою адаптивний просторово-часовий фільтр, що забезпечує безперервне управління результуючою ваговою функцією розкриття при спільній часовій обробці коливань, прийнятих різними елементами антенної системи на інтервалі декількох періодів посилок, тобто рознесених у просторі й у часі. Шляхом наступної традиційної кореляційної, фільтрової або кореляційно-фільтрової обробки проводяться різні нормування, знаходиться логарифм відносини правдоподібності й здійснюються операції виявлення й виміру параметрів сигналу.

На основі результатів проведеного моделювання, світового й вітчизняного досвіду створення радіолокаторів оглядового типу, розташовуваних на літальних апаратах, підкреслена необхідність його сполучення із системою радіо й радіотехнічної розвідки, системою впізнавання й навігаційною системою носія РЛС.

РАДІОЛОКАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРАТЕГІЧНОЇ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ Х-555 В САНТИМЕТРОВОМУ, ДЕЦИМЕТРОВОМУ ТА МЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНАХ ДОВЖИН ХВИЛЬ

Г.М. Зубрицький, к.т.н., доц.; Я.О. Белевицук, к.т.н., с.н.с.;

І.Є. Ряполов, к.т.н.; Є.І. Ряполов

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Наявність даних про характеристики вторинного випромінювання літального апарату дозволяє вирішувати декілька практичних задач радіолокації, зокрема, отримувати інформацію, яка дозволяє виявити ділянки поверхні об'єкту, що вносять домінуючий внесок в зворотне розсіювання об'єкта в цілому. Це надає можливість створювати ефективні алгоритми виявлення літальних апаратів противника та одночасно вживати заходи щодо оптимізації радіолокаційних характеристик власних зразків повітряної техніки.

Отримати радіолокаційну інформацію про повітряний об'єкт можна за допомогою натурального (фізичного) експерименту та математичного моделювання його вторинного випромінювання.

Кожен із запропонованих підходів пов'язаний з певними труднощами. Так, при проведенні натурних (фізичних) експериментів необхідні суттєві матеріальні, організаційні та часові витрати. Основні труднощі при математичному моделюванні вторинного випромінювання моделей повітряних об'єктів пов'язані з точністю розробки самої моделі, правильністю її математичного опису та інше.

Сучасний рівень розвитку обчислювальної техніки дозволяє реалізовувати достатньо складні методи математичного моделювання вторинного випромінювання повітряних об'єктів з необхідною точністю для використання на практиці.

Таким чином, розрахунок характеристик розсіювання сучасних повітряних об'єктів є актуальним науковим завданням.

За допомогою методів, що засновані на інтегральних уявленнях класичної електродинаміки, отримані радіолокаційні характеристики моделі стратегічної крилатої ракети Х-555 в сантиметровому, дециметровому та метровому діапазонах довжин хвиль.

ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗСІЯННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО КРИЛА БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ІЗ ТОНКИМИ ПРОВІДНИКАМИ УСЕРЕДИНІ

*О.І. Сухаревський, д.т.н. проф.; В.О. Василець, д.т.н., с.н.с.;
С.В. Нечитайло, к.т.н., с.н.с.; І.Є. Ряполов, к.т.н.*

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Завдання розсіювання електромагнітної хвилі на тонких провідниках, що знаходяться всередині діелектричної оболонки, виникає в ряді завдань радіолокації. Наприклад, при розрахунку вторинного випромінювання безпілотних літальних апаратів (БЛА) виникає необхідність розрахувати відбиття від діелектричного крила, усередині якого прокладені тонкі провідники. При цьому може виникати задача оптимізації розміщення провідників всередині діелектричної оболонки з метою зниження рівня вторинного випромінювання такої конструкції.

В доповіді наводиться розроблена методика оцінки вторинного випромінювання діелектричної оболонки (крила БЛА), у яких прокладені всередині дроти. Приведені результати дослідження ЕПП зазначеної структури для різних значень параметрів, що характеризують форму прокладки, і взаємовпливу її елементів.

При розрахунках використовувалися інтегральні уявлення, які отримані за допомогою леми Лоренца, а також рівняння Поклінгтона для тонкодротових антен. Зроблені деякі зауваження з приводу оптимальної (з точки зору мінімізації ЕПП) прокладки проводу в крилі БЛА.

Представлені результати досліджування характеристик розсіювання діелектричного крила БЛА із тонкими провідниками усередині можуть бути

корисними на етапі проектування, модернізації та удосконалення сучасних та перспективних БЛА для потреб Збройних Сил України.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ РОЗСІЯННЯ НА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТАХ СКЛАДНОЇ ФОРМИ З ПОКРИТТЯМ ТА БЕЗ НЬОГО

В.С. Хричов¹; М.М. Легенький¹, к.ф.-м.н.; О.М. Грічанюк², к.т.н.

¹Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Аналіз радіолокаційної помітності об'єктів складної форми дуже важливий у військовій галузі. На його основі може відбуватись контроль помітності об'єкту, що корисний для створення літальних чи наземних апаратів, снарядів тощо. Цей аналіз може проводитись як для вже створених виробів шляхом експериментальних досліджень, так і на етапі створення дослідних зразків методами феноменологічного моделювання чи на етапі конструювання об'єктів, застосовуючи підходи математичного моделювання. При цьому проводиться розрахунок ефективної поверхні розсіювання - ЕПР.

Розглянуто проблему моделювання розсіювання електромагнітного поля на об'єктах складної форми з використання радіопоглинаючого покриття та без нього. На основі існуючих методів розрахунку поля на об'єктах складної форми та на елементарних фацетах розроблена програма для розрахунку розсіяного поля на об'єктах, що враховує поле, що розсіяне гладкою частиною об'єкту, його ребрами та внесок покриття об'єкту. Запропонований підхід дозволяє ефективно розраховувати поле для об'єктів складної форми з радіопоглинаючим покриттям із різними параметрами без переробки геометричної моделі об'єкту.

Результати моделювання для елементарних розсіювачів (трикутна пластина, сфера та циліндр) порівнюються з теоретичними даними щодо розсіювання поля на цих об'єктах. Розроблений метод досить точно узгоджується із теоретичними даними. Помилка при розрахунку полів, що розсіяні на елементарних розсіювачах не перевищувала 1%.

МОБИЛЬНАЯ РЛС МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН МР-1

В.Н. Лаврентьев, к.т.н.; Е.Н. Гармаш

КП "Научно-производственный комплекс "Искра"

Мобильная РЛС метрового диапазона волн с цифровой активной ФАР в твердотельном исполнении - МР-1 предназначена для обнаружения воздушных объектов, включая малозаметные, в т.ч. "Stealth". Современная РЛС МР-1 обладает повышенной помехозащищенностью. РЛС может работать автономно или в составе АСУ РТВ, ИА и ЗРВ Воздушных Сил и ПВО СВ как дежурное средство. В РЛС МР-1 реализованы функции, обеспечивающие её эффективность: автоматическое обнаружение, съём координат и завязка трасс, документирование информации для анализа результатов БД, непрерывный функциональный контроль аппаратуры, автоматизированное свертывание-развертывание РЛС.

Каждий из каналов антенной системы представляет собой линейную АФАР, образующую приемо-передающую строку. Формирование объемной диаграммы направленности на передачу АФАР в дальней зоне обеспечивается векторным сложением зондирующих сигналов от 52 антенных излучателей. Формирование парциальных объемных ДНА на прием и изменение их положения в вертикальной плоскости обеспечивается с помощью распределенной цифровой приемной системы и цифровой диаграммообразующей системы, которая векторно суммирует ДН на прием всех строк АФАР.

Суммирование мощности отдельных каналов распределенной передающей системы осуществляется в пространстве. В каждом приемном модуле распределенной приемной системы производится оцифровка принятого сигнала на ПЧ с формированием АЧХ приемного тракта с помощью цифровых фильтров.

Система цифровой обработки сигналов построена на цифровых сигнальных процессорах и ПЛИС. Аппаратура РЛС размещается на шасси а/м КраЗ, РМ оператора - в кабине. РЛС оснащена пожарной сигнализацией, кондиционером, сервисными устройствами.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ADS-B З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

*Г.В. Худов, д.т.н. проф.; Д.В. Головяк; С.І. Куцмус; Т.М. Калімулін
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Сучасні умови ведення збройної боротьби, в тому числі в повітрі, висувають жорсткі вимоги до якості інформації, що використовується під час оцінки обстановки та прийняття рішень на застосування зброї вогневыми засобами Повітряних Сил. Однією з важливих вимог до інформації про повітряну обстановку, що висувається з боку користувачів є точність радіолокаційної інформації. Розгортання допоміжної системи збору, обробки та передачі інформації про повітряну обстановку "Віраж-Планшет" суттєво підвищило точнісні характеристики бойових можливостей радіотехнічних військ Повітряних Сил. Проте досить висока частка інформації вводиться в систему "Віраж-Планшет" неавтоматизованим способом, що знижує якість інформації, що видається.

Важливим напрямком вдосконалення системи розвідки повітряного простору є інтеграція різнорідних джерел інформації про повітряну обстановку.

Запропоновано метод підвищення точності інформації про повітряну обстановку за рахунок використання інформації системи залежного спостереження за повітряною обстановкою ADS-B, що використовує сигнали супутникових навігаційних систем.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ У СКЛАДІ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПОСТІВ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*І.А. Черниш; В.І. Коновець, к.т.н., с.н.с.; В.М. Симоненков
Науково-дослідний центр ЗС України "Державний океанаріум"*

Мета даної доповіді: визначення способів підвищення ефективності застосування берегової РЛС СР-210 у складі радіотехнічного поста (Великий Фонтан, м. Одеса), а саме:

організація інформаційного обміну між структурними елементами перспективної системи відображення надводної обстановки, яка розгортається в ВМС ЗС України;

виявлення та супроводження надводних слабовідбиваючих цілей в Чорноморській військово-морській зоні.

На основі матеріалів, отриманих з відкритих джерел, розглянуто особливості виявлення та супроводження надводних малорозмірних цілей та віддалених дальніх цілей радіолокаційними станціями, які використовують ЛЧМ-сигнали;

надано практичні рекомендації щодо застосування РЛС СР-210 для виявлення та супроводження надводних цілей на максимальній дальності зони дії;

надано практичні рекомендації щодо застосування РЛС СР-210 для виявлення та супроводження малорозмірних надводних цілей;

надано пропозиції щодо організації інформаційного обміну між радіотехнічним постом (Великий Фонтан, м. Одеса) та органами управління Командування ВМС в складі перспективної системи відображення надводної обстановки, яка розгортається в ВМС ЗС України.

ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КВАДРАТУРНОГО АВТОКОМПЕНСАТОРУ АКТИВНИХ ЗАВАД РЛС П-18 "МАЛАХІТ"

*І.М. Невмержиський¹, к.т.н, доц.; О.М. Додух¹, к.т.н.;
Ю.А. Матюша¹; Р.Р. Романюк¹; В.Ю. Недопьокін²*

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

На сьогоднішній день, як показав досвід заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі й стримування збройної агресії Російської Федерації, на тимчасово окупованих територіях України активно використовуються, незаконними збройними формуваннями та російськими військами, засоби радіоелектронного придушення нашої системи протиповітряної оборони. Новітня радіолокаційна станція П-18 "Малахіт", що залучається до виконання бойових завдань в підрозділах радіотехнічних військ, які задіяні на території східних областей України, як основний засіб для отримання розвідувальної радіолокаційної інформації про повітряну обстановку, здійснює автоматичну видачу радіолокаційної інформації користувачам, про повітряні цілі, у тому числі про безпілотні літальні апарати

(БПЛА). Виявлення БПЛА, відбувається в складних умовах застосування противником активних шумових завод (АШЗ).

Таке виявлення стало можливим завдяки використанню в РЛС чотирьох каналного квадратурного автокомпенсатора АШЗ. Нові підходи та алгоритми, що закладені в сучасній апаратурі придушення АШЗ, вимагають їх всебічного вивчення та проведення оцінки ефективності запропонованих технічних рішень. Для цього можуть бути використані візуально-імітаційні моделі, які розкривають алгоритми роботи цієї апаратури в реальному масштабі часу з можливістю моделювання різних варіантів сигнально-заводової обстановки.

РОЗШИРЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НЕКОГЕРЕНТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ

Є.С. Герасименко

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного

Сьогодні задача пошуку, виявлення та визначення координат наземних об'єктів противника вирішується радіолокаційними станціями (РЛС) розвідки наземних рухомих цілей, принцип роботи яких заснований на доплерівській селекції.

Разом з тим саме цілі, які знизили швидкість руху або є нерухомими, можуть бути найбільш небезпечним джерелом вогневого впливу противника і повинні розглядатись як першочергові об'єкти для вогневого ураження.

Із міркувань забезпечення ефективного радіолокаційного спостереження як рухомих, так і нерухомих наземних цілей, доцільно розглядати об'єднання процедур виявлення та розпізнавання.

Фізично це еквівалентно структурній селекції наземних цілей на фоні розподіленої завади від оточуючого земного фону, яка інваріантна до наявності або відсутності руху цілі.

Такий підхід може бути поширений на некогерентні і псевдокогерентні РЛС з урахуванням наступних фізично обґрунтованих умов:

максимальний енергетичний потенціал РЛС забезпечується при когерентній обробці пачки ехо-сигналів;

в імпульсних РЛС процеси зондування та прийому ехо-сигналів розділені в часі;

кореляційний зв'язок зонduючого сигналу та ехо-сигналу зберігається тільки в межах одного радіолокаційного такту (періоду повторення зонduючих імпульсів).

Запропонований алгоритм та структурна схема РЛС для реалізації пропонуемого підходу.

**ОПТИМІЗУЮЧА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ
ОСНОВНИХ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МОБІЛЬНОГО АЕРОСТАТНОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО
КОМПЛЕКСУ**

Д.М. Беляєв; О.О. Расстригін, д.т.н., с.н.с.;

П.І. Кісєль, к.т.н., с.н.с.; Р.П. Семенюк

Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

Мобільні радіолокаційні комплекси виявлення маловисотних цілей інтенсивно досліджуються та застосовуються в передових країнах світу, тому викликають професійний інтерес у фахівців з радіолокаційного моніторингу повітряного простору.

Найвні обсяги наукових набутоків стосовно мобільних аеростатних радіолокаційних комплексів (МАРК) у повній мірі забезпечують створення відповідного науково-методичного апарату для обґрунтування тактико-технічних вимог (ТТВ) до вітчизняних комплексів.

У доповіді подані результати досліджень щодо розроблення науково-методичного апарату для обґрунтування вимог до тактико-технічних характеристик МАРК. Синтез раціонального науково-методичного апарату здійснюється на основі багатопараметричного системно-ієрархічного підходу, що дозволяє врахувати взаємозв'язок характеристик основних складових частин мобільного аеростатного радіолокаційного комплексу – аеростатного і радіолокаційного комплексів, оптимізувати значення характеристик при об'єктивно виникаючих обмеженнях.

Напрямок подальших досліджень є створення алгоритмічного забезпечення автоматизованого формування ТТВ МАРК.

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ
ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ПРОТИВНИКА**

О.В. Пуховий, к.військ.н.; О.В. Гладішук

Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського

Одним з факторів, що впливає на ефективність бойового застосування радіотехнічної бригади є побудова бойового порядку радіотехнічної бригади. Одним з елементів бойового порядку радіотехнічної бригади є позиції окремих радіолокаційних взводів, які застосовуються для нарощування радіолокаційного поля на малих та гранично малих висотах на ймовірних напрямках застосування засобів повітряного нападу. Застосування в сучасних збройних конфліктах як регулярних військ (сил) так і нерегулярних збройних формувань, різноманіття засобів вогневого ураження, які використовуються ними, зумовлює необхідність врахування фактору вогневого впливу противника при виборі позицій для даних радіотехнічних підрозділів для успішного виконання поставлених завдань. Особливо це актуально при виборі позицій поблизу лінії зіткнення військ, де важливо забезпечити максимальну реалізацію бойових можливостей радіотехнічних підрозділів (потрібний рубіж виявлення, необхідні параметри радіолокаційного поля). При цьому необхідно

врахувати вимоги щодо необхідної живучості даного підрозділу в умовах вогневого впливу противника.

В доповіді запропоновані рекомендації щодо вибору позицій радіотехнічних підрозділів на основі оптимізації розміщення їх на місцевості в умовах ймовірного вогневого впливу противника.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМПЕНСАЦІЇ ПЕРЕШКОД АДАПТИВНОЮ ЦИФРОВОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ НА ОСНОВІ БАГАТОСТУПЕНЕВИХ КОМПЕНСАТОРІВ ПЕРЕШКОД

К.М. Семібаламут¹; С.В. Хамула¹, к.т.н., доц.; Ю.М. Кулинич²

¹Воєнно-дипломатична академія ім. Є. Березняка

²Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Просторова селекція сигналів за допомогою антен, які мають гострі діаграми направленості та малий рівень бокових пелюсток є одним із способів захисту радіоелектронних засобів різного призначення від навислих та ненавислих радіоелектронних перешкод. Існує ряд ситуацій, коли для забезпечення відношення сигнал/перешкода необхідне додаткове зниження впливу радіоперешкод, які приймаються боковими пелюстками. Актуальність задач просторової селекції сигналів має місце для забезпечення електромагнітної сумісності близько розташованих радіоелектронних засобів, які утворюють взаємні завади так і при захисті радіоелектронних засобів в умовах активної радіопротидії активними шумовими перешкодами.

У доповіді подано методику розрахунку діаграм направленості адаптивних цифрових антенних решіток на основі адаптивних багатоступеневих компенсаторів перешкод та результати аналізу ефективності компенсації активних шумових перешкод від постановників, які діють у напрямках бокових пелюсток діаграми направленості антенної решітки. Результати розрахунків адаптованих діаграм направленості підтверджують практично однакову ефективність розглянутих схем багатоступеневих адаптивних компенсаторів перешкод по формуванню "нулів" у напрямках бокових пелюсток діаграми направленості з яких приймаються сигнали постановників перешкод, що забезпечує просторову селекцію сигналів перешкод.

ОБґРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ТЕСТОВОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНО СТІЙКОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПОВІТРЯНУ ОБСТАНОВКУ

О.В. Барабаш, д.т.н. проф.; В.В. Кіреєнко, к.військ.н.

Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського

Аналіз функціонування системи передачі радіолокаційної інформації (СПРІ) під час вирішення завдань з протиповітряної оборони військ та об'єктів показав, що на систему впливають внутрішні та зовнішні дестабілізуючі фактори, які призводять до відмов та збоїв. При цьому порушується цикл передачі радіолокаційної інформації від джерела до споживача. Для своєчасного відновлення функціонування необхідно мати

відповідне діагностичне забезпечення. Метою діагностування СПРІ в умовах впливу внутрішніх та зовнішніх дестабілізуючих факторів є визначення виду технічного стану елементів: справного та несправного, правильного функціонування та неправильного функціонування.

Авторами пропонується використання функціонального діагностування на основі контролю вихідних параметрів кінцевих пунктів та реалізація в схемах вбудованого контролюю

Таким чином, враховуючи неможливість організації повнозв'язної СПРІ, з урахуванням низької надійності структурних елементів СПРІ, високої імовірності виникнення відмов в системі внаслідок впливу дестабілізуючих факторів, а також при великому завантаженні каналів передачі радіолокаційної інформації та при довготривалому функціонуванні системи найбільш раціональним є метод самоконтролю та самодіагностування СПРІ, який заснований на блукаючому діагностичному ядрі.