

СЕКЦІЯ 6

РОЗВИТОК ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК

Керівники секції: генерал-майор А.М. Артеменко;
д.т.н. доцент Р.Е. Пашенко
Секретар секції: к.т.н. підполковник О.Л. Кузнецов

МЕТОДИКА КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

А.М. Артеменко

Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Розглядаються проблеми ідентифікації повітряних об'єктів (ПО). Здійснюється формалізація процесу ідентифікації і присвоєння індексів належності. Пропонується методика класифікації ПО: відбір і аналіз інформації, перевірка її на відповідність основним критеріям, визначення ступеню її достовірності; визначення ознак поведінки ПО, формування простору детальних ознак повітряних об'єктів; зменшення розмірності ознакового простору за допомогою дивизимних процедур; побудова дерева прийняття рішень; автоматичне визначення індексу належності по сукупності ознак, які дозволяють прийняти однозначне рішення; уточнення вхідних даних про ПО, по яких прийняття рішення ускладнено, посилення процедур розпізнавання; автоматизоване формування можливої оцінки індексу належності з видачею можливих варіантів рішення. Запропоноване для ідентифікації ПО використання апарату систем прийняття рішення з нечіткою логікою (СНЛ). Процес зіставлення ознак поведінки ПО індексам належності здійснюється за допомогою попередньо сформованої бази правил нечіткої логіки, яка представляється набором нечітких конструкцій «*IF-THEN*», в яких передумови і висновки мають на увазі використання лінгвістичних змінних. При цьому базою правил нечіткої логіки для ідентифікації є матриця відповідності ознак ПО поведінки індексам належності.

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

А.М. Артеменко¹; Г.Г. Камалтинов², к.т.н., с.н.с.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядаються існуючі підходи до оцінювання якості розпізнавання об'єктів, образів, ситуацій. Висовуються вимоги до оцінювання якості класифікації повітряних об'єктів під час контролю повітряного простору, як однієї із задач розпізнавання образів. Обґрунтовується критерій оцінки ефективності (якості) класифікації повітряних об'єктів. Оцінювання якості (ефективності) класифікації (розпізнавання) ПО пропонується за допомогою комплексного критерію ефективності як функції від часткових показників якості, які характеризують кількісні, часові та ймовірнісні оцінки результату класифікації. Формулюються вимоги до часткових показників оцінювання якості. Пропонується методика та аналітичні вирази оцінювання часткових та узагальненого показника якості класифікації повітряних об'єктів.

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Д.А. Дончак¹; Г.Г. Камалтинов², к.т.н., с.н.с.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Харківській університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядається стан та проблеми оцінки технічного стану системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України. Подається характеристика системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України в контексті постановки проблеми. Формулюється методика оцінки і відображення технічного стану системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України на основі сукупності показників, пов'язаних з ефективністю вирішення завдань, умовами експлуатації та поточними технічними параметрами радіоелектронного озброєння. Проводиться обґрунтування математичного апарату для розрахунку комплексних та узагальнених показників оцінки системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України. Надаються пропозиції щодо можливого варіанту застосування зазначеної методики оцінки технічного стану системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО ПРОЦЕДУР

А.М. Артеменко¹; Г.Г. Камалтинов², к.т.н., с.н.с.; О.С. Маляренко², к.т.н., с.н.с.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Харківській університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасні пристрої обробки сигналів радіолокаційного впізнання знімають обмеження щодо застосування режимів запиту в наземних запитувачах, підвищують надійність впізнання та скорочують час на його здійснення. У цих умовах актуальним є вдосконалення процедур автоматичного та автоматизованого керування запитувачами в процесі загального та індивідуального впізнання повітряних об'єктів. Розглянуті задачі радіолокаційного впізнання та визначені пріоритети їх вирішення в різних тактичних ситуаціях. Розглянутий існуючий порядок застосування режимів запиту системи радіолокаційного впізнання у Повітряних Силах. З урахуванням особливостей формування сигналів запиту та відповіді на прикладах запитувачів РЛС РТВ показано можливість підвищення оперативності повного (загального та індивідуального) впізнання виявлених об'єктів. Наведені пропонувані алгоритми автоматичного керування запитувачами радіолокаційного впізнання в ході вирішення різних тактичних задачах. Алгоритми можуть бути реалізовані безпосередньо в РЛС, в автоматизованих системах збору та обробки інформації.

ВЛИЯНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ПОМЕХА НА ФОРМУ ФАЗОВОГО ПОРТРЕТА

Р.Э. Пащенко, д.т.н., доц.; А.Е. Щаблыка

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Понятие фазовой плоскости возникло по аналогии с фазовым пространством, используемым в классической и статистической механике. В общем случае

фазовое пространство можно определить как абстрактное математическое пространство, в котором осями координат является состояние системы и ее производная. В последнее время для анализа поведения сложных (нелинейных) динамических системы, в которой известен только один параметр (система с одной степенью свободы), используют метод построения псевдофазовой плоскости (ПФП) с временной задержкой, который является одним из основных методов нелинейной динамики. В псевдофазовой плоскости строятся фазовые портреты (ФП), которые могут использоваться для анализа свойств динамических систем. Построение ФП в ПФП не требует большого времени для решения дифференциальных уравнений и вычисления углов наклона изоклин, а использование ЭВМ позволяет строить ФП сложных динамических систем практически в реальном масштабе времени. Показано, что построение фазовых портретов на псевдофазовой плоскости можно использовать для наглядного представления и качественного исследования свойств динамических систем. Проведен анализ влияния отношения сигнал/помеха на форму фазового портрет. Установлено, что форма фазового портрета помехи практически не зависит от величины времени задержки. Показано, что поворот и сжатие фазового портрета при изменении величины времени задержки может служить отличительным признаком наличия гармонического сигнала.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ТА РЕАЛЬНІСТЬ ЇХ ЗДІЙСНЕННЯ

*О.В. Василенко, к.т.н., с.н.с.; О.О. Головін, к.т.н., с.н.с.; П.І. Кісель, к.т.н., с.н.с.
Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України*

За умов, що склалися у військовій сфері держави, виправданним є комплексний підхід щодо технічного оснащення РТВ. Головним критерієм відбору необхідних заходів повинно бути мінімізація фінансових затрат при забезпеченні працездатності техніки і боєздатності військ на мінімально допустимому рівні. Проведений аналіз показує, що до нагальних заходів слід віднести організацію виробництва на вітчизняних підприємствах дефіцитних надвисокочастотних приладів для поповнення комплектів ЗП, а також більш повне використання виробничих можливостей спеціалізованих підприємств Міністерства оборони для проведення капітального ремонту РЛТ. Пріоритетними є також заходи з модернізації РЛТ. За останні роки вітчизняними підприємствами ОПК напрацьовані прийнятні варіанти виконання ДКР з модернізації РЛТ. Нарешті, з часом, все більш вагомими повинні ставати заходи зі створення нових вітчизняних зразків РЛТ, оскільки Україні вдалося зберегти місце у десятці країн, що самостійно випускають радіолокаційні станції (РЛС). Нашими підприємствами можуть бути у повному обсязі задовільнені потреби у багатофункціональних радіолокаторах та радіовисотомірах. Більш того, від розробників нової вітчизняної РЛТ не безпідставно слід вимагати досягнення світового рівня технічної досконалості на основі застосування сучасних цифрових технологій, а саме: паралельного діаграмоутворення, формування та оброблення високоінформативних радіосигналів надшвидкодійними сигнальними мікропроцесорами, повної автоматизації виконання функцій, інтегрування окремих зразків у багатопозиційні комплекси та отримання і видачі радіолокаційної інформації за мережецентричними принципами.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК У СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЯХ

*П.В. Щипанський, к.військ.н., доц.; О.В. Пуховий
Національний університет оборони України*

Сучасні операції характеризуються високою динамічністю дій військ, постійною зміною повітряної, наземної, радіоелектронної обстановки, безперервним впливом засобів повітряного нападу (ЗПН) на всю глибину оперативної побудови військ. Досвід локальних війн і збройних конфліктів кінця ХХ – початку ХХІ ст., аналіз навчань та результати досліджень свідчать, що бойові можливості радіотехнічних військ (РТВ) не повністю задовольняють вимогам ведення сучасних операцій. Основною причиною цього стала невідповідність між можливостями і способами застосування сучасних ЗПН та можливостями і способами застосування наявних сил та засобів РТВ. Така невідповідність визначає невирішене завдання в практиці РТВ, яке полягає в недостатній ефективності бойового застосування РТВ у сучасних операціях. Вищенаведене зумовлює актуальність необхідності пошуку та обґрунтування рекомендацій щодо підвищення ефективності бойового застосування РТВ, що залучаються до виконання широкого спектру завдань у сучасних операціях, що в кінцевому рахунку має сприяти якісному виконанню завдань протиповітряної оборони в сучасних операціях.

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ПОРЯДКУ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ

*Д.А. Гриб¹, к.військ.н., доц.; М.Р. Арасланов¹, к.т.н., с.н.с.;
О.М. Колеснік¹, к.т.н., с.н.с.; Л.В. Бейліс²*

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Контроль за дотриманням порядку використання повітряного простору в Україні на цей час здійснюється згідно керівних та нормативних документів і програм, затверджених постановами Кабінету Міністрів України, спільними наказами Міністра оборони України та Міністра транспорту України. Загальна функція контролю повітряного простору України, яка є найважливішим елементом забезпечення суверенітету держави, покладена на Міністерство оборони України та Повітряні Сили ЗС України. В доповіді обґрунтовується необхідність вирішення питань, пов'язаних з розподілом повноважень та сфер відповідальності між суб'єктами контролю за використанням повітряного простору України поза межами контрольованого повітряного простору до висоти 1500 м. Недооцінка значущості контролю повітряного простору, відсутність цілісної системи і низький рівень її інформаційного забезпечення були і залишаються основними факторами, що будуть впливати на своєчасність прийняття заходів Повітряними Силами політаках, які можуть представляти терористичну загрозу з повітря. Розглядаються напрямки удосконалення контролю порядку використання повітряного простору України, в реалізації яких можуть приймати участь Повітряні Сили ЗС України.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФАР З УРАХУВАННЯМ ПОХИБОК РЕАЛІЗАЦІЇ АФР

В.А. Ковальчук; Б.В. Бакуменко, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Для вирішення задач аналізу та синтезу фазованих антенних решіток (ФАР) РЛС необхідно мати математичну модель ФАР, яка дозволяє адекватно врахувати

похибки реалізації амплітудно-фазового розподілу (АФР) з довільними статистичними характеристиками. Пропонується модель ФАР, яка дозволяє врахувати похибки реалізації амплітудного та фазового розподілів, похибки положення випромінювачів та можливість відмови випромінювачів. АФР в розкритві ФАР визначається: $A_i e^{i\phi_i} = [A_{i0}(1 + \delta a_i) + b_i] e^{i(\phi_{i0} + \delta\phi_i)} \varepsilon_i$, де $I = 0, \dots, N-1$ – номер випромінювача ФАР; A_{i0}, ϕ_{i0} – амплітуда та фаза струму в i -му випромінювачі ФАР без урахування похибок реалізації; $\delta a_i, b_i$ – відповідно мультиплікативні та адитивні похибки реалізації амплітуди струму в i -му випромінювачі; $\delta\phi_i$ – похибки реалізації фази струму в i -му випромінювачі; $\varepsilon_i = \{0, 1\}$ – випадкова величина, яка моделює відмову випромінювачів. $\varepsilon_i = 1$ з імовірністю безвідмовної роботи випромінювача P_{0i} ; $\varepsilon_i = 0$ з імовірністю $(1 - P_{0i})$. Похибки положення випромінювачів у розкритві ФАР враховуються радіус-вектором положення i -го випромінювача у вигляді $\rho_i = \rho_{0i} + \delta\rho_i$, де ρ_{0i} – радіус-вектор i -го випромінювача без урахування похибок положення, $\delta\rho_i$ – вектор похибки положення i -го випромінювача. Запропонована модель фізично зрозуміла, дозволяє врахувати усі практично важливі фактори впливу та забезпечує добру узгодженість з експериментальними результатами.

ОСОБЛИВОСТІ ТА СТАН РОБІТ З ПЕРЕВЕДЕННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

М.Р. Арасланов¹, к.т.н., с.н.с.; Д.А. Гриб¹, к. військ.н., доц.;

В.Й. Климченко¹, к.т.н., доц.; Д.А. Дончак²

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Основним джерелом відомостей про поточний стан повітряної обстановки є радіотехнічні війська (РТВ), на озброєнні яких знаходяться засоби радіолокації, комплекси засобів автоматизації та засоби зв'язку. Однією з найгостріших проблем на сьогодні є проблема ресурсу означеного озброєння. Запас ресурсу існуючого парку радіоелектронної техніки (РЕТ) майже повністю вичерпаний, а резерви для його поповнення на сьогодні відсутні. Завдання відновлення парку озброєння РТВ та поповнення його ресурсу постали на сьогодні з такою гостротою, що зволікання з їхнім вирішенням загрожують втратою боєздатності радіотехнічних військ. Одним із важливих шляхів поповнення ресурсу радіоелектронної техніки РТВ є переведення її на експлуатацію за технічним станом. Аналізуються доцільність та особливості переведення РЕТ РТВ на експлуатацію за технічним станом. Формулюються першочергові завдання щодо впровадження експлуатації РЕТ РТВ за технічним станом на рівнях Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, радіотехнічних частин та підрозділів, ремонтних підприємств. Обговорюються питання формування штатів бригад з проведення контрольно-відновлювальних робіт та бригад технічного обслуговування і ремонту на базі існуючих в РТВ ремонтних підрозділів, їх обладнання та організації контролю граничного стану та ремонту РЕТ.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ З ВИДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ НА ЗАБЕЗПЕЧУВАНІ КОМАНДНІ ПУНКТИ

В.І. Щоголев; Ю.М. Лопань; С.І. Носов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасний досвід бойового застосування радіотехнічних підрозділів в умовах дії засобів повітряного нападу на малих та гранично-малих висотах показує, що

ведення радіолокаційної розвідки маловисотних повітряних цілей і видачі інформації по ним здійснюється засобами *орлр* та *орлв* шляхом створення смуги попередження про політ маловисотних цілей у заданому районі на ракетно-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 можливостей щодо виявлення повітряного противника на малих висотах та видачі інформації про нього не тільки на старші КП, але і на забезпечувані КП за рахунок бойового застосування орлв на основних напрямках дій ЗПН. В сучасних умовах бойового застосування радіотехнічних підрозділів *орлв* вирішують завдання по видачі інформації на забезпечувані КП, але способи її видачі не реалізовані, так як озброєння *орлв* складають РЛС і засоби зв'язку, які не забезпечують видачу інформації на забезпечувані КП. Тому, для радіолокаційного забезпечення бойових дій ЗРВ і ТА по знищенню повітряного противника, який діє на малих та гранично малих висотах, у складі *орлв* необхідно застосовувати сучасні РЛС, КЗА та зв'язку, які забезпечать реалізацію децентралізованого способу видачі інформації у автоматизованому і неавтоматизованому режимах роботи на забезпечувані КП.

КОМПЕНСАЦІЯ ПРЯМОГО СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ ПІДПОВЕРХНЕВОГО ЗОНДУВАННЯ

Х.А. Турсунходжаєв¹, д.т.н., проф.; Є.А. Пивовар²

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*

Розглядаються принципи компенсації прямого сигналу при вирішенні задач підповерхневого зондування. Аналіз прямого сигналу проведений за допомогою математичного моделювання. Прямий сигнал подається як одна з адитивних складових повного прийнятого сигналу. Пропонується компенсація прямого сигналу методом віднімання з урахуванням тракту розповсюдження. Отримано відгуки прямого сигналу в часовій та частотній областях, в залежності від форми зондувального сигналу, орієнтації приймально-передаючих антен та відстані між ними. При компенсації прямого сигналу розглянуто як впливають зміни геометрії підповерхневого радіолокатора, стробування сигналу та підвищення загального відношення сигнал-шум на показники якості виявлення. Визначенні умови при яких можна вважати прямий сигнал компенсованим з заданими показниками якості.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ МОДУЛЯЦИИ И УСТРОЙСТВА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Одной из основных задач перспективных направлений развития и разработки РЛС и систем контроля над воздушным движением является использование множества различных видов как простых, так и сложных сигналов. Предложены варианты создания таких моделей сигналов в программной среде Math CAD с последующим их использованием при схемотехническом моделировании устройств их формирования. Показано, как на основе аналоговой модуляции получены три модели, а затем и три устройства амплитудно-балансно- и однополосно-модулированных сигналов. С целью повышения помехозащищенности информационных

и радиоизмерительных систем применяют сложные сигналы, а именно ЛЧМ, НЧМ, КФМ и их комбинации. В качестве примеров приводятся временные представления таких радиоимпульсов, их энергетические спектры и автокорреляционные функции. Показано, как используя эти модели сигналов проектируют устройства для их формирования, а также приводятся и их схемные решения. Приводятся результаты экспериментальных исследований по формированию таких сигналов как аналоговыми, так и цифровыми устройствами или их комбинацией. Полученные результаты исследований могут быть использованы при модернизации, проектировании и разработке перспективных РЛС.

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОГЛЯДОВИХ РЛС САНТИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

*В.Й. Климченко, к.т.н., доц.; Г.Г. Камалтинов, к.т.н., с.н.с.; В.Л. Місайлов, к.т.н.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Забезпечення авіації Повітряних Сил Збройних Сил України метеоінформацією в районах та на маршрутах польотів здійснюється, в основному, радіолокаційною розвідкою погоди. На теперішній час в Повітряних Силах Збройних Сил України залишився фактично єдиний засіб радіолокаційної розвідки погоди: це – штатні аеродромні засоби радіолокації, якими є диспетчерський радіолокатор ДРЛ-6 (ДРЛ-10) та оглядова РЛС П-37 у складі радіолокаційної групи. Між тим існує ціла низка оглядових і спеціальних РЛС в радіотехнічних військах, які ведуть розвідку повітряного противника і водночас здатні певною мірою здійснювати розвідку погоди. Такими РЛС є усі оглядові РЛС сантиметрового діапазону хвиль: 79К6, 35Д6М, 35Д6, 19Ж6, П-37 та пересувні радіолокаційні висотоміри ПРВ-13, ПРВ-16, ПРВ-17. Розглядаються можливості використання цих РЛС для ведення метеорологічної розвідки з метою забезпечення авіації Повітряних Сил Збройних Сил України метеорологічною інформацією. Аналізуються потенційні та реальні можливості означеного класу радіолокаційних засобів з ведення метеорологічної розвідки. Розглядаються напрямки модернізації оглядових РЛС сантиметрового діапазону хвиль щодо оснащення їх спеціалізованими метеоканалами.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАСШИРЕНИЕ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ РАДАРОВ СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРЫ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА РАЗРЕШАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ

*Б.Н. Федотов, к.т.н., доц.; А.А. Слюсарчук
Национальный университет обороны Украины*

Сегодня разработчики радиолокационных станций с синтезированной апертурой (РСА) борются за каждый сантиметр улучшения разрешающей способности и за каждый километр дальности при максимальной разрешающей способности. Объективными факторами, которые расширяют диаграмму направленности (ДН) синтезируемой апертуры антенны по путевой дальности являются, во-первых, отклонение от П-образной реальной формы ДН приёмно-передающей антенны РСА. Во-вторых, квантование (усреднение) энергии принимаемого сигнала по апертуре физической антенны. В-третьих, влияние сферичности фронта волны. В докладе приводятся результаты оценки реальной ширины ДН синтезируемой антенны с учётом совместного влияния перечисленных факторов. Расчёты показывают, что степень расширения ДН синтези-

руемой апертуры равна примерно 32%. Полученный результат позволяет конструкторам РСА точно определять ширину ДН антенной системы РСА в горизонтальной плоскости для достижения требуемой разрешающей способности, точнее определяться с диапазоном дальностей, в котором отсутствуют структурные ограничения дальности действия, связанные со сферичностью фронта волны зондирующего сигнала. Более объективно и точно производить оценку предельно достижимых характеристик полосовых РСА на доступной элементной базе.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ РЛС 35Д6

Н.П. Чернобородова¹; М.П. Чернобородов², к.т.н., доц.

¹ВАТ "Перетворювач";

²Запорізький національний технічний університет

Одним із показників ефективності системи первинної обробки (СПО) радіолокаційної станції (РЛС) є швидкісна характеристика – залежність кількості виявлених цілей від швидкості їх руху. Алгоритми, втілені у СПО РЛС 35Д6, ґрунтуються на обробці спектральних складових прийнятої радіолокаційної інформації, обчислених за допомоги дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) із застосуванням спеціальних вагових функцій. Ці вікна мають рівень бічних пелюсток (РБП) -40 дБ й ширину головної пелюстки (ГП) за рівнем першого нуля амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) вдвічі більшу за ГП прямокутного вікна (з РБП у -13дБ). Розроблено алгоритм розрахунку нових вагових функцій з низьким рівнем міжфільтрового просочування: з РБП у -42...-43 дБ й розширенням ГП у 2 рази та РБП у -90 дБ й розширенням ГП у 3 рази. Виконано порівняння показників відомих вікон з запропонованими. Розроблено новий критерій оптимальності вікон, що встановлює однозначну залежність між бажаною шириною ГП й мінімально можливим РБП, якого можна досягти. Показано, що лише запропоновані вагові функції є оптимальними. Шляхом математичного моделювання показано, що застосування запропонованих вікон дозволяє покращити швидкісну характеристику виявлення РЛС 35Д6. Дослідження виконані за допомоги розробленої у КБ "Іскра" моделі СПО цієї РЛС.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛІТНОЇ ТЕХНІКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

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

О.І. Сухаревський, д.т.н., проф.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

На основі запропонованого методу розрахунку радіолокаційних характеристик розсіювання зразків авіаційної техніки розроблена методика оцінки радіолокаційних характеристик вертолітної техніки. Розрахунок радіолокаційних характеристик вертольоту в більшій частині співпадає з розрахунком радіолокаційних характеристик будь-якого радіолокаційного об'єкту у вільному просторі. Це стосується, насамперед, корпусу вертольоту. Але вертоліт має головний гвинт великого діаметру, який обертається з великою швидкістю відносно своєї осі. Саме урахуванню вкладу гвинта, що обертається, присвячена методика оцінки радіолокаційних характеристик вертолітної техніки. На основі запропонованої методики проведене математичне моделювання радіолокаційних характеристик розсіювання зразків авіаційної техніки України. Розглянуто радіолокаційні характеристики (а саме ефективну поверхню розсіяння, некогерентну ефективну поверхню розсіяння, середні та медіанні значення ефективної пове-

рхні розсіяння у певних діапазонах ракурсів опромінення) багатоцільового вертольота Мі-8МТ, багатоцільового ударного вертольота Мі-24П. Проаналізовано вплив головних гвинтів на ефективну поверхню розсіяння вертольотів.

ПОЛЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИПРОМІНЮВАЧ – РАДІОГОЛОГРАМА

Р.О. Збрицький

Державний науково-виробувальний центр ЗС України

Останнім етапом розробки радіолокаційних систем є вирішення задачі знаходження електромагнітного поля системи у дальній зоні (або знаходження її діаграми спрямованості). Вирішити дану задачу можливо, як найменш, двома способами: за допомогою інтегралів Кирхгофа, або променевим методом. У доповіді подано результати розрахунку діаграми спрямованості системи випромінювач – радіоголограма з використанням променевого методу для випадку нехтування другим членом асимптотичного розкладання електромагнітного випромінювання. Вибір променевого методу розрахунку обумовлено більш простим та наочним трактуванням, а також як більш придатний для використання на практиці.

СПОСОБИ ФОРМИРОВАНИЯ СУРРОГАТНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ

С.Н. Симоненко; В.О. Храпчинский, к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Для уменьшения влияния шума наблюдения при обработке сигналов систем передачи информации предлагается применять технологию суррогатных данных. Рассмотрено два способа формирования суррогатных данных. Суть первого заключается в разбиении динамического диапазона наблюдения на фиксированное количество уровней с дальнейшим перемешиванием временных значений наблюдения в пределах каждого из них. Другой способ заключается в погружении наблюдения в пространство повышенной размерности m и заменой каждого его значения произвольным соседом, попавшим в гиперсферу радиуса ξ . На основании результатов численного эксперимента сделан вывод о целесообразности использования первого способа, что позволяет сохранить работоспособность системы передачи информации с заданной вероятностью правильного приема символа бинарного сообщения $P_{пр} = 1$ при меньшем в 2 раза отношении сигнал/шум $q = \sigma_c / \sigma_{ш}$, где σ_c и $\sigma_{ш}$ – СКО сигнала и шума соответственно.

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТУЮЧОЇ ТОЧНОСТІ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ КООРДИНАТ ЦІЛІ ПРИ ОБ'ЄДНАННІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ДЕКІЛЬКОХ ДЖЕРЕЛ

Д.А. Гриб, к.військ.н., доц.; Г. С. Залевский, к.т.н., с.н.с.; О.В. Зайцев

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Застосування мультирадарної обробки відміток (плотів) для видачі радіолокаційної інформації (РЛІ) від кількох джерел забезпечує збільшення темпу її оновлення, зменшення часу зв'язування трас та зменшення помилок визначення координат цілей. З'являється можливість підвищення якості радіолокаційного забезпечення бойових дій ЗРВ (ВА, РЕБ), при мінімізації витрат ресурсів системи,

за рахунок інформаційного забезпечення вогневих засобів ураження по кожній цілі окремо. При цьому точність РЛП визначається, виходячи із задачі (пріоритету), яку поставлено по цілі та можливостей споживача по її обслуговуванню. Оцінювання точності поточного визначення координат цілі у системі радіолокаційної розвідки дозволяє залучати до добування РЛП джерела (пункти оброки інформації, первинні джерела РЛП) та обирати такі їх режими роботи, які дозволять забезпечувати споживачів РЛП необхідної точності при менших витратах інформаційних ресурсів системи. Запропоновано алгоритм визначення результуючої точності поточного оцінювання координат цілі при об'єднанні РЛП від різних джерел. Вихідними даними для проведення розрахунків є: параметри РЛС (довжина хвилі, тривалість імпульсу, розміри антени, відношення сигнал/шум по напрузі на максимальній дальності виявлення, параметри зони видимості, висота цілі). Для знаходження середньоквадратичних помилок вимірювання координат цілі у точці простору використовується їх залежність від відношення сигнал/шум (яке у свою чергу є функцією дальності та кута місця).

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИНХРОННО-КОГЕРЕНТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВЕДЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ

Ю.М. Седишев, д.т.н., проф.; В.О. Тютюнник, к.т.н., с.н.с.; А.Ф. Шевченко, к.т.н. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розвиток засобів повітряного нападу, способів їх застосування, впровадження перспективних методів ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі, використання мережецентричних технологій приводить до зменшення живучості систем, які функціонують за принципом активної однопозиційної радіолокації. За теперішнього часу повноцінної альтернативи активним засобам радіолокації для ведення радіолокаційної розвідки повітряного противника не існує. Можливим шляхом підвищення їх живучості в умовах сучасних та перспективних війн є об'єднання їх в просторово-розподілену синхронно-когерентну мережу. У такій мережі забезпечуються можливості просторового рознесення випромінюючих та приймальних позицій, оперативної зміни випромінюючих позицій без зриву трасового супроводження повітряних цілей та при безперервній видачі радіолокаційної інформації споживачам. Розглянуто особливості побудови таких мереж. Визначено вимоги до точності синхронізації позицій. Проаналізовано залежність зон дії від конфігурації системи, способів огляду простору та способів синхронізації. Обґрунтовано перспективність використання циліндричних активних фазованих решіток та нових методів просторово-часової обробки сигналів при створенні синхронно-когерентних радіолокаційних мереж. Показано можливість технічної реалізації таких мереж на базі сучасних цифрових, інформаційних, навігаційних та телекомунікаційних технологій.

ПРЯМЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ КАРТ МІСЦЕВОСТІ ВІДБИТТІВ ВІД ПІДСТЕЛЯЮЧОЇ ПОВЕРХНІ НА ВИХОДІ КОГЕРЕНТНОГО КАНАЛУ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ПРИЙМАЧА ЛІТАКОВОГО РАДІОЛОКАТОРА ОГЛЯДОВОГО ТИПУ

М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.; В.Д. Батиев, к.т.н., с.н.с.; В.Г. Гартованов, к.т.н., с.н.с. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Створення сучасних засобів радіолокації неможливо без проведення цифрового моделювання на всіх етапах їхньої розробки. Однією зі складних завдань є оцінка

ефективності функціонування радіолокатора із заданими параметрами в очікуваних заводових умовах. Одержувати таку оцінку дозволяють методи прямого імітаційного моделювання. Стосовно до літакового оглядового радіолокатора, особлива увага приділяється оцінці можливості виявляти задані повітряні об'єкти на фоні потужних відбиттів, що заважають, від підстеляючої поверхні. Запропоновано по даним цифрових карт місцевості здійснювати кругові вибірки рельєфу відносно поточних географічних координат земної поверхні, над якою перебуває носій РЛС. Потім знаходити енергетичні рівні відбиттів від освітлених і затінених ділянок і використовувати їх для завдання математичного очікування й дисперсії в датчику випадкових чисел з нормальним законом розподілу. Отримані випадкові реалізації зважено підсумовуються з використанням діаграми направленості антени (ДНА) РЛС. Шляхом переміщення ДНА в горизонтальній площині формуються для кожного періоду посилок реалізації відбиттів, що заважають, на цифровому виході когерентного каналу радіолокаційного приймача. Запропонований метод додатково дозволяє оцінювати ефективність системи захисту РЛС від пасивних завод.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ОТРАЖЕНИЙ ОТ МЕТЕООБРАЗОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Д.В. Атаманский¹, к.т.н., доц.; Д.С. Рачков²; А.В. Семеняка²

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Обсуждается эффективность применения процедур "сглаживания" и "усреднения периодограмм" для уменьшения флуктуаций спектра между периодических флуктуаций отражений от метеорообразований при использовании аппарата дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Показано, что применение процедур усреднения и сглаживания в общем случае не решает задачу уменьшения флуктуаций оценочного спектра, хотя и может при определенных условиях существенно снизить ошибки воспроизведения спектров. Как правило, выполнение этих условий при реализации спектрального анализа (СА) на ДПФ требует пачек "больших" размеров. Но и в этом случае не гарантируется качественное воспроизведение пикообразных участков многомодовых или узких спектров. Как альтернативу ДПФ оценки спектров мощности метеосигналов предлагается использовать метод МД Кейпона. Показывается, что получения ошибок воспроизведения входного спектра, равных ошибкам ДПФ, возможно при меньшем временном интервале наблюдения. Это обстоятельство может стать определяющим фактором при выборе методов спектрального оценивания в обзорных МРЛС.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИРАДАРНИХ СИСТЕМ ОГЛЯДОВИХ РЛС ДЛЯ ВЕДЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ

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

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розвиток телекомунікаційних, інформаційних технологій та навігаційного забезпечення створює умови для об'єднання окремих наземних оглядових радіолокаційних станцій (РЛС) в мультирадарні системи (МРС). В таких системах забезпечується можливість використання відомих багатопозиційних методів визначення координат повітряних цілей. За рахунок цього виникає можливість знизити вимоги до окремих тактико-технічних характеристик РЛС, які утворюють МРС,

без втрати загальної якості радіолокаційних даних. Але, кривизна земної поверхні накладає обмеження на розміри баз в МРС, що створює протиріччя між потенційною точністю визначення координат повітряних цілей та розміром зони дії МРС. Проведено аналіз можливостей МРС щодо створення робочих зон визначення координат повітряних цілей з урахуванням кривизни землі. Визначено умови та обґрунтовано вимоги до розмірів баз та технічних характеристик РЛС, що утворюють МРС, при яких точність координатної інформації, яка здобувається МРС, відповідає вимогам, які висуваються до бойової та розвідувальної радіолокаційної інформації. Оцінено можливості технічної реалізації, економічної та тактичної доцільності створення МРС на основі двокординатних РЛС. Запропоновано можливе місце таких МРС в перспективній системі радіолокаційної розвідки повітряного простору.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ, ЯКІ СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ СИСТЕМОЮ РАДІОДАЛЕКОМІРІВ

*А.П. Багаєв, к.т.н., доц.; В.О. Тютюнник, к.т.н., с.н.с.; О.В. Зайцев
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

За теперішнього часу при оснащенні радіолокаційних далекомірів екстракторами забезпечується їх інтегрування в єдину автоматизовану радіолокаційну систему. При цьому реалізується автоматичне виявлення і супроводження повітряних об'єктів. Об'єднання радіолокаційної інформації далекомірів з інформацією, що надходить від інших її джерел, забезпечує підвищення якості третинної обробки. При супроводженні повітряних об'єктів за даними радіолокаційних далекомірів у систему обробки РЛП можуть надходити координати або в полярній (азимут, дальність), або в "похило-горизонтальній" (конічній) системі координат (X_k, Y_k). Принциповим при цьому є відсутність третьої координати (кут місця або висоти) об'єкта. Відомо, що в системі далекомірів при об'єднанні прийнятої від них інформації мається можливість розрахунковим шляхом одержати оцінку висоти супроводжуваного повітряного об'єкта. Розглянуто метод оцінювання висоти повітряних об'єктів за даними радіолокаційних далекомірів. Запропонований метод ґрунтується на використанні відмінностей представлення положення об'єкта в похило-горизонтальних і прямокутних координатах. Наведені результати статистичного моделювання оцінювання висоти запропонованими методами. Визначені межі його застосування та запропоновано шляхи його практичного впровадження в автоматизовані системи обробки радіолокаційної інформації.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ ЩОДО ФОРМУВАННЯ СКЛАДНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЧМ СИГНАЛІВ

*К.В. Садовий, к.т.н.; О.М. Дзігора; С.А. Білетін
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Використання новітніх мікроелектронних технологій і методів комплексної цифрової обробки набору високостабільних сигналів з складними законами модуляції амплітудно-частотно-часових параметрів істотно підвищує ефективність сучасних і перспективних радіолокаційних засобів. Вимоги до точності і стабільності параметрів сигналів, що формуються, постійно зростають, а традиційні аналогові методи формування складних сигналів вже не задовольняють цим вимогам. Дані обставини, а також інтенсивний розвиток швидкодіючих мікросхем запам'ятовуючих пристроїв, цифро-

аналогових перетворювачів, цифрових процесорів для обробки сигналів, програмованої логіки (ПЛІС) обумовило інтерес до повністю реалізованих на інтегральних мікросхемах (за винятком вихідного фільтра) цифрових пристроїв формування – цифрових синтезаторів сигналів (ЦСС). В доповіді розглядаються варіанти технічної реалізації ЦСС, що забезпечують як можливість програмування, так і адаптивну корекцію всіх параметрів модуляції. Проведено аналіз можливостей сучасних інтегральних прямих цифрових синтезаторів щодо формування сигналів з лінійними й нелінійними законами частотної модуляції. Аналізуються причини й основні джерела спотворень вихідних сигналів ЦСС, рівні й характер цих спотворень.

ГРАНИЧНА ДАЛЬНОСТЬ ВИЯВЛЕННЯ І ВПІЗНАВАННЯ РУХОМОЇ ЦІЛІ ОГЛЯДОВОЮ РЛС ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.Ф. Зюкін, к.т.н., с.н.с.; О.М. Колеснік, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Аналізується гранична дальність виявлення рухомої цілі, визначувана як середнє значення дальності до вперше виявленої відмітки цілі, що наближається із заданою швидкістю при фіксованій висоті її польоту. Зіставляються гранична і максимальна дальності виявлення, остання з яких відповідає відстані до межі зони виявлення цілі при фіксованій висоті її польоту (швидкість польоту не враховується). Оскільки впізнавання цілі проводиться тільки після виявлення її першої відмітки, то розраховується гранична дальність впізнавання рухомої цілі, залежна від граничної дальності її виявлення. Для збільшення граничної дальності виявлення і впізнавання при своєчасній зв'язки трас пропонується використання методів підпорогової обробки сигналів, погоджуючи логічний критерій зв'язки трас k/m і рівні допоміжних порогів виявлення з очікуваним рівнем ехо-сигналів в різних ділянках зони виявлення. При цьому також оцінюється і регулюється припустимий рівень хибних трас, який визначається наявним ресурсом обчислювальних засобів.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ СИГНАЛОВ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ МНОГОЧАСТОТНЫХ РЛС

Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Применение новых микроэлектронных технологий и методов цифровой обработки высокостабильных сигналов со сложными законами модуляции существенно повышает эффективность при модернизации существующих, а также при разработке перспективных радиотехнических средств. Известно, что диаграмма переизлучения от цели и диаграмма направленности РЛС имеют изрезанную форму. При попадании отраженного сигнала от цели в провал диаграммы направленности РЛС может приводить к его потере и как следствие необнаружению цели в этом направлении. Но и в первом и во втором случае характер изрезанности диаграмм зависит от рабочей частоты излучения РЛС. Предлагается в таких РЛС периодически менять рабочую частоту, чтобы убирать эти провалы и тем самым не допускать пропусков целей. Универсальность и быстрдействие при смене частот в таких РЛС можно достичь только цифровыми синтезаторами сигналов (ЦСС), обеспечивающих как их программируемость, так и адаптивную коррекцию всех параметров модуляции. Экспериментально показано, что как раз этому требованию и соответствуют цифровые синтезаторы простых и сложных сигналов, как на отечественной, так и на импортной элементной базе, например

фирмы Analog Device, что в свою очередь позволяет в сотни, раз снизить энергопотребление и объем приемопередающей аппаратуры. Приводятся различные схемы вариантов таких модернизаций для РЛС метрового диапазона волн.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ВІЗУАЛЬНОГО ВИЯВЛЕННЯ І СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ В ІНТЕРЕСАХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В.Й. Климченко, к.т.н., доц.; Г.Г. Камалтинов, к.т.н., с.н.с.;

Д.Ю. Свистунов, к.т.н., с.н.с.; В.Л. Місайлов, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Основу системи розвідки повітряного противника в Повітряних Силах Збройних Сил України становлять радіолокаційні засоби радіотехнічних військ. Оптичні пристрої виявлення повітряних об'єктів залишилися в радіотехнічних військах лише як допоміжні засоби, якими оснащуються пости візуального спостереження в підрозділах радіотехнічних військ (РТВ). Між тим науково-технічний прогрес зумовив появу принципово нових оптико-електронних пристроїв (ОЕП), які можуть суттєво розширювати можливості радіолокаторів. Розглядаються доцільність та необхідність використання в системі розвідки повітряного противника сучасних оптико-електронних засобів виявлення повітряних об'єктів. Окреслене коло завдань, які можуть вирішуватися за допомогою оптико-електронних пристроїв. Аналізуються потенційні і реальні можливості оптико-електронних пристроїв щодо дальності виявлення та вимірювання координат повітряних об'єктів. Обґрунтовується вибір типу оптико-електронних пристроїв, які доцільно використовувати в інтересах розвідки повітряного противника, вимоги до їхніх основних тактико-технічних характеристик та складу апаратури.

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИДАЧІ СПОЖИВАЧАМ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ В ПЕРСПЕКТИВНИХ РЛС

В.Й. Климченко, к.т.н., доц.; Г.Г. Камалтинов, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба,

В радіолокаційних станціях нового парку не передбачена можливість відображення на робочих місцях операторів первинної радіолокаційної обстановки, а відображаються лише результати її обробки сигнальними процесорами РЛС. Через це оператор частково позбавляється інформації, як про стан повітряного простору, так і про супроводжувані ним повітряні об'єкти. Особливої гостроти цей недолік набуває при керуванні авіацією під час здійснення нею польотів та перельотів. Частіше відображення первинної радіолокаційної обстановки розуміється як відображення "радіолокаційної відеоінформації". Розглядаються доцільність та необхідність видачі споживачам радіолокаційної відеоінформації від "цифрових" РЛС нового парку. З'ясовується значення терміну "радіолокаційна відеоінформація" та його сучасна трактовка. Наводиться аналіз витоків та умов, за яких в сучасних РЛС зникла така функція, як відображення первинної радіолокаційної обстановки. Аналізується потреба у відображенні радіолокаційної відеоінформації для споживачів Повітряних Сил. Описуються вимоги та умови до її реалізації. Відображення радіолокаційної відеоінформації на робочих місцях оператора вимагає певного ускладнення апаратури РЛС і використання сучасних технологій обміну інформацією. Але від-

новлення означеної функції в перспективних радіолокаційних станціях значно розширити їхні інформаційні можливості як засобів ведення радіолокаційної розвідки.

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*В.В. Ковкін, к.т.н.; С.В. Борак; С.М. Косогор; Ю.Л. Шостак
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В даний час актуальною науково-технічною задачею є створення систем підтримки прийняття рішень осіб, що виконують завдання з ведення радіолокаційної розвідки (контролю повітряного простору). Одною з основних операцій радіолокаційної розвідки повітряного противника є розпізнавання повітряних об'єктів (ПО), тобто встановлення належності ПО до певного класу (або до певного типу всередині класу). Дана операція потребує аналізу великої кількості різномірних даних про повітряний об'єкт протягом обмеженого часу, що веде до психоемоційного перевантаження людини-оператора, особливо при великій кількості повітряних об'єктів. Тому найбільш продуктивним шляхом вирішення цієї проблеми є автоматизація процесів розпізнавання ПО. Запропонований алгоритм розпізнавання повітряних об'єктів ґрунтується на аналізі кількісних і якісних ознак ПО для автоматизації процесу їх розпізнавання: висота та швидкість польоту, інтенсивність маневру в площинних координатах та по висоті, інтенсивність постановки перешкод. Дані ознаки ПО можуть бути отримані в процесі їх радіолокаційного супроводження за даними існуючого парку РЛС. В якості математичного апарату для розпізнавання ПО доцільно використовувати метод симетричних сум, який дозволяє отримувати логічно обґрунтовані рішення по неточним та різномірним даним про ПО.

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВТРАТ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РТВ НА НАВЧАННЯХ

*О.М. Колеснік, к.т.н., с.н.с.; В.Д. Батиєв, к.т.н., с.н.с.;
А.В. Челпанов, к.т.н., О.В. Зайцев*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Відомі на існуючий час методики оцінки втрат для РТВ Повітряних Сил не враховують динаміку та особливості застосування авіаційних засобів ураження і реалізують аналітичні та імовірнісні моделі. Такі припущення не дозволяють проводити деталізовані до конкретного зразка і підрозділу адекватні розрахунки ступеня ураження радіолокаційних засобів і об'єктів різних типів на позиціях підрозділів РТВ. Сучасний розвиток тренажно-імітаційних систем розіграшу бойових дій Повітряних Сил за ситуаціями на навчаннях також вимагає розробки та втілення удосконалених методик оцінки втрат зразків радіоелектронної техніки РТВ. В доповіді розглядається удосконалена методика розрахунку втрат та можливостей щодо відновлення радіоелектронної техніки РТВ Повітряних Сил за типами зразків радіоелектронної техніки та підрозділами при проведенні розіграшу дій на навчаннях. Новизною методики є використання методу статистичних випробувань та врахування необхідного ступеню деталізації вихідних параметрів щодо характеристик авіаційних засобів ураження та моделі ураження, яка відповідає вимогам до імітаційного моделювання бойового застосування в системі розіграшу дій на навчаннях.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ DDS СИНТЕЗАТОРІВ ПРИ ФОРМУВАННІ СИГНАЛІВ ЗІ ЗМІНЮВАНИМИ ЧАСТОТНО- ЧАСОВИМИ ПАРАМЕТРАМИ В БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЛС

*І.В. Красношанка, к.т.н., доц.; О.В. Костянець; Д.О Трет'яков
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В структурі ППО радіолокаційні станції являються основним і практично єдиним джерелом інформації про повітряну обстановку. За своїм призначенням засоби виявлення першими вступають в контакт з повітряним противником і перші підлягають нападу. Відповідно сучасні РЛС мусять мати високу виживаемість за рахунок застосування сигналів з шумоподібною структурою. Тому, метою доповіді є розробка конкретних пропозицій щодо побудови пристроїв прецизійного формування шумоподібних радіолокаційних сигналів з швидкою зміною їх частотно-часових параметрів. В роботі приводиться основні характеристики ЦСС фірми Analog Devices. Запропонована уточнена математична модель, що є більш загальною і дозволяє врахувати спотворення пов'язані з кусково-лінійною апроксимацією лінійного закону зміни частоти ЛЧМ сигналу усередині імпульсу. Крім того в моделі врахована нестабільність тактової частоти з урахуванням коефіцієнта множення внутрішньої шини. На основі уточненої математичної моделі проводиться аналіз можливостей інтегральних цифрових синтезаторів з дискретним відліком частоти по формуванню складних сигналів зі змінюваними частотно-часовими параметрами. Вказуються обмеження та основні джерела спотворень сигналів у таких формувачах. Приводяться рекомендації по застосуванню розглянутих цифрових синтезаторів в сучасних та перспективних РЛС.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ І ПАРАМЕТРІВ РУХУ ЦІЛЕЙ ЗА РАХУНОК ВРАХУВАННЯ УМОВ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ

*О.Л. Кузнєцов, к.т.н.; М.Ю. Голован
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

З вдосконаленням засобів повітряного нападу вимоги, що висуваються до інформаційних можливостей РЛС, постійно зростають. В сучасних РЛС окрім первинної обробки повинна бути реалізована й вторинна обробка радіолокаційної інформації з необхідною якістю. Тому питання, які пов'язані з підвищенням якості первинних вимірювань РЛС є гострими та актуальними. Умови поширення і відбиття радіохвилі є джерелом виникнення випадкових викривлень її фазового фронту, які знижують точність вимірювання координат і параметрів руху цілі. Вказаними умовами можна вважати наступні: неоднорідності атмосфери, відбиття електромагнітної хвилі від земної поверхні та наявність у цілі складної форми. В доповіді розглядаються питання, які пов'язані з чисельним аналізом впливу випадкових викривлень фазового фронту прийнятої радіохвилі на точність вимірювання координат та параметрів руху цілі та надані пропозиції щодо врахування цих викривлень в сучасних РЛС з фазованими антенними решітками та цифровою обробкою радіолокаційної інформації. Запропонована методика врахування випадкових викривлень фазового фронту прийнятої радіохвилі та дослідження умов її застосування сприяє підвищенню ефективності бойового застосування сучасного радіолокаційного озброєння. Результати проведеного аналізу дозволяють визначити можливості щодо покращення тактичних характеристик сучасних РЛС.

БАГАТОЧАСТОТНІ СИГНАЛИ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ МЕТОДОМ ФАЗОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ НЕГАРМОНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ

Д.В. Максютя, к.т.н.; Р.Г. Сидоренко, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Відомим методом формування когерентних багаточастотних сигналів є метод фазової модуляції з використанням гармонійної функції, що модулює. Основним недоліком такого сигналу є високий рівень бічних пелюсток автокореляційної функції. Це обмежує можливості його використання в РТС різного призначення. Так, наприклад, при супроводі повітряних цілей необхідний рівень бічних пелюсток автокореляційної функції становить від -16 до -28 дБ. У сигналів же з гармонійною модулюючою функцією в оптимальному випадку рівень бічних пелюсток автокореляційної функції становить -8 дБ. Основні шляхи зниження рівня бічних пелюсток автокореляційної функції когерентних багаточастотних сигналів, сформованих методом гармонійної фазової модуляції, зводяться до оптимального вибору індексу фазової модуляції, відносної частоти модулюючої напруги і методам вагової обробки багаточастотних сигналів. Однак вагова обробка, приміром, сполучена з небажаними втратами у відношенні сигнал-шум. Ефективність двох перших шляхів обмежена, так як зниження рівня першої бічної пелюстки автокореляційної функції супроводжується значним ростом віддалених бічних пелюсток. Таким чином, пропонується використовувати модулюючу функцію більш складної, ніж гармонійна, форми. Добір форми модулюючої функції для забезпечення відповідних автокореляційних властивостей багаточастотного сигналу являє собою досить складне завдання синтезу, тому запропонований наближений метод її розв'язку.

ОЦІНКА ПОМИЛОК ВИЗНАЧЕННЯ АЗИМУТА В ОГЛЯДОВИХ ЗАПИТУВАЧАХ, ЩО ОБУМОВЛЕНІ МЕТОДОМ ВИМІРЮВАННЯ АЗИМУТА І ПАРАМЕТРАМИ БІНАРНОГО ВИЯВЛЮВАЧА ПАЧОК СИГНАЛІВ ВІДПОВІДІ

О.С. Малярєнко, к.т.н., с.н.с.; С.В. Кукобко, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглянутий алгоритм міжперіодної обробки сигналів відповіді за критерієм k/n в існуючих запитувачах системи радіолокаційного впізнання і методи вимірювання азимута об'єкта, що відповідає. Обговорюється вплив параметрів k і n на імовірності правильного впізнання, імітації, хибного виявлення через несинхронні завади на прикладах НРЗ в РЛС РТВ Повітряних Сил. Наведені результати розрахунків розподілу ймовірностей номеру періоду запиту виконання критерію k/n з початку пачки $p(n)$ і математичного очікування $M[n]$ у залежності від імовірності виявлення одиночного сигналу впізнання $P(1)$. Показано, що неврахування систематичної помилки, що обумовлена зсувом моментів виявлення початку β_p та кінця β_k пачок, може привести до помилок прив'язування міток впізнання до відміток цілей. Зроблений висновок, що в процесі модернізації запитувачів у пристрої обробки сигналів відповіді мають бути обрані параметри критерію k/n з урахуванням режимів роботи РЛС, режиму запиту, ефективної ширини діаграми направленості антени запитувача і очікуваної щільності внутрісистемних завад. Необхідно вводити поправку на систематичну помилку вимірювання азимуту у залежності від критерію k/n і умов запиту.

ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ВИПРОБУВАНЬ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

А.А. Курило; О.М. Походенко

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Розглянуті актуальні проблеми одного з етапів створення наземних радіолокаційних засобів та запропоновані шляхи їх вирішення. Коротко оглянуто ринок та виключно важливість радіолокаційних засобів у сучасних збройних конфліктах. Стисло викладено огляд радіолокаційних засобів, які прийняті на озброєння Збройних Сил України з 2001 року та випускаються серійно вітчизняними виробниками. На підставі досвіду випробувань дослідних зразків за участю інженерів ДНВЦ ЗС України викладений перелік проблемних питань випробувань радіолокаційної техніки, що потребують першочергового вирішення. Проаналізовано стан сучасного методичного, полігонного забезпечення випробувань радіолокаційних об'єктів. Висвітлені напрямки подолання проблем випробувань наземних радіолокаційних засобів, які за думкою фахівців ДНВЦ ЗС України, є найбільш перспективними для прикладного впровадження в процесі випробувань.

ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСТОТНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ РАДІОІМПУЛЬСІВ НА ЯКІСТЬ КОМПЕНСАЦІЇ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД

*О.В. Очуренко, к.т.н.; В.А. Таршин, к.т.н.; О.Л. Кузнєцов, к.т.н.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В існуючих зразках РЛС розвідки повітряного простору, в яких використовуються недостатньо стабільні генераторні прилади відхилення несучої частоти зондувальних сигналів (ЗС) може сягати 10...20% відносно ширини спектру сигналу. Внаслідок цього якість компенсації пасивних перешкод (ПП) не перевищує 20 дБ. Тому в РЛС, передавальні пристрої яких виконані на низькостабільних генераторних пристроях, гостро стоїть задача підвищення ефективності роботи систем селекції рухомих цілей (СРЦ). Зменшити вплив нестабільності несучої частоти ЗС на ефективність роботи системи СРЦ можна за рахунок корекції спектрів ехо-сигналів $S_i(f), \dots, S_k(f)$ для кожної посилки імпульсів. Для цього в радіолокаційний тракт необхідно вводити спеціальні фільтри-коректори. Їхні частотні характеристики $K_i(f), \dots, K_k(f)$ повинні забезпечувати якісне (в ідеалі - точне) суміщення добутоків $K_i(f) \cdot S_i(f), \dots, K_k(f) \cdot S_k(f)$ для ПП усіх посилок, що сумісно обробляються в системі СРЦ. Унаслідок великої потужності випромінювання зондуючих сигналів неможливо коригувати ці потужні коливання у ланці "автогенератор – антена система", тому фільтр-коректор повинен бути увімкнений в приймальний тракт. Введення фільтрів-коректорів передбачає незначну доробку системи обробки ехо-сигналів, при збільшенні коефіцієнта підперешкодової видимості до 30...35 дБ. Такий рівень ефективності системи СРЦ достатній для РЛС огляду повітряного простору.

АНАЛІЗ ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ РЛС НОВОГО ПАРКУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВЕДЕННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

*В.І. Писаревський; С.М. Роденко, к.т.н.; Ю.В. Суботін; І.О. Трашков
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розвиток технічних засобів постановки активно-шумових перешкод, способів їх доставки та комплексування ресурсів декількох просторово рознесених джерел випромінювання на обраний об'єкт придушення вимагає постійного ана-

лізу перешкодозахищеності наявних радіолокаційних засобів озброєння, а також нових та перспективних зразків озброєння. Уніфікованість та мініятуризація, разом з підвищенням коефіцієнту корисної дії сучасних станцій постановки активних перешкод веде до потенційної можливості встановлення передавальних пристроїв перешкод на борт практично любого засобу повітряного нападу. Це призводить до того, що сигнально-перешкодова обстановка в зоні дії радіолокаційних засобів буде надзвичайно складною. Реалізація задач ведення розвідки та вимірювання просторових координат засобами активної локації радіотехнічних підрозділів в таких умовах практично вже вичерпана. Наявною стає необхідність нарощування пеленгаційних каналів, зокрема в РЛС нового парку, та перехід на більш складні, але й більш гнучкі методи та алгоритми огляду повітряного простору.

АНАЛІЗ РІВНЯ ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНОСТІ ОГЛЯДОВИХ РЛС РТВ ВІД АКТИВНИХ ЗАВАД

*Ю.І. Рафальський, к.т.н., доц.; В.А. Бабіч; О.О. Медведєв
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

За матеріалами відкритих видань проведено аналіз рівня перешкодозахищеності РЛС радіотехнічних військ (РТВ). Зазначено, що необхідно розглядати гірший з можливих сценаріїв розвитку локального конфлікту, у якому можуть брати участь Збройні Сили України в тому числі РТВ Повітряних Сил. Розглянуто на досвіді локальних війн та конфліктів останнього десятиліття (Ірак, Югославія, Грузія), що сучасні модернізовані РЛС зі швидкою перестройкою робочих частот спроможні працювати в простих заводових умовах при використанні засобами повітряного нападу застарілих засобів радіоелектронної боротьби, але такі умови не є типовими.

Система захисту від завад РЛС повинна бути комплексною та включати в себе всі основні методи (просторову, частотну, структурну, поляризаційну селекцію) для забезпечення працездатності в складних заводових умовах. Наведено результати порівняльного аналізу рівня перешкодозахищеності вітчизняних оглядових РЛС РТВ від активних завад. Пропонуються рекомендації, щодо підвищення рівня перешкодозахищеності оглядових РЛС.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОЗТАШУВАННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ НА ЖИВУЧІСТЬ РАДІОТЕХНІЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ

*С.М. Роденко, к.т.н.; В.В. Василенко; С.Г. Шуба; М.В. Спесівцев
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Можливості сучасних технічних засобів розвідки та систем радіоелектронного впливу вимагають постійного розвитку радіотехнічних систем радіолокаційного озброєння та пошуку нових тактичних способів його застосування. Зокрема розташування радіоелектронної техніки (РЕТ) на позиції радіотехнічного підрозділу повинно забезпечувати не тільки максимальну реалізацію бойових можливостей зразка озброєння, а й високу живучість та електромагнітну сумісність. Підвищення точності наведення вогневих засобів з одного боку підвищує ймовірність виводу з робочого стану РЕТ, на який наводиться цей засіб, а з іншого може зменшити ймовірність впливу по розташованим на одній позиції іншим зразкам озброєння. Тому при розташуванні зразків озброєння на позиції необхідно крім іншого проаналізувати наявні можливості збройних сил на театрі воєнних дій щодо масованого вогневого впливу, оцінити, які РЛС підлягатимуть ударам в першу, другу і так далі черги. Оцінити припустимі пошкодження РЕТ, які дозволять продовжити виконання пос-

тавлених бойових завдань. Обрати варіанти розташування зразків озброєння на місцевості, порівняти їх та вибрати оптимальний за сукупністю критеріїв.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ДОСЯГНЕНЬ В ОБЛАСТІ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ЧАСТОТИ ЗАДАЮЧИХ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ

*К.В. Садовий, к.т.н.; А.М. Катунін, к.т.н., с.н.с.; О.М. Дзідора
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Мережа тактової синхронізації цифрових мереж зв'язку – це мережа, у вузлах якої, що з'єднані каналами розподілення опорних сигналів, розташовується виділене обладнання синхронізації SASE (Stand Alone Synchronization Equipment), ядром якого є пристрій синхронізації відповідного рівня. У загальному випадку структура мережі синхронізації складається з вузлів, з'єднаних каналами синхронізації, по яких передаються сигнали синхронізації. Вузол мережі синхронізації визначається в свою чергу як група обладнання, фізично розташована в одному місці, яке безпосередньо підключене до вузлового пристрою синхронізації. Мережа працює в режимі примусової синхронізації, якщо один ведучий первинний пристрій синхронізації використовується як джерело опорного сигналу для решти пристроїв, які називаються веденими. В доповіді наведені результати аналізу сучасного стану питання тактової синхронізації цифрових мереж зв'язку і стабілізації частоти. Аналіз проведений за джерелами науково-технічної інформації у напрямку пошуку шляхів створення прецизійних кварцових джерел опорних коливань, а також сучасних методів стабілізації частоти і шляхів їх реалізації. Розглянуті фундаментальні обмеження стабільності частоти кварцових генераторів. Відмічено, що ефективність автономного режиму роботи систем тактової синхронізації в основному визначається довгостроковою нестабільністю частоти (ДНЧ) задаючого генератора.

ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ДЧМ СИГНАЛІВ

*В.А. Таришин, к.т.н., доц.; О.В. Яценко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Отримання повної радіолокаційної інформації про повітряні об'єкти вимагає рішення багатьох різномірних задач у режимі реального часу. Рішення цих задач повинно передбачатися переліком можливих режимів функціонування РЛС. Однак, розширення переліку режимів функціонування при проведенні модернізації існуючого парку РЛС та створенні нових, не повинно супроводжуватися розмноженням кількості використовуваних зондувальних сигналів. Перехід на застосування ДЧМ сигналів є перспективним напрямком модернізації парку радіолокаційних станцій з ЛЧМ структурою зондувальних сигналів. Це дозволить забезпечити ефективне використання частотного діапазону, підвищити інформативність роботи радіолокаційних засобів та перешкодозахисеність без суттєвих конструктивних змін РЛС, покращити функціональність засобів радіолокаційної розвідки. У доповіді розглядаються особливості застосування ДЧМ сигналів щодо покращення ефективності ведення радіолокаційної розвідки, а також проблеми, які потребують додаткового вивчення. Показані можливості адаптивного підходу до визначення режимів функціонування РЛС з урахуванням особливостей цільової, перешкодової обстановки та інших факторів. Основною ідеєю доповіді є розробка пропозицій щодо створення сучасної універсальної радіолокаційної системи з одним типом зондувальних сигналів.

ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ БОЙОВОГО ТА ЧИСЕЛЬНОГО СКЛАДУ І ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

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

На етапі реформування Збройних Сил України принциповим стає питання визначення оптимального бойового та чисельного складу, а також організаційно-штатної структури радіотехнічних військ Повітряних Сил. Розглядається методика побудови радіолокаційного поля для вирішення завдань, які стоять перед радіотехнічними військами як у мирний, так і у воєнний час. Наведений алгоритм визначення типів і кількості радіотехнічних підрозділів, їх озброєння та чисельності особового складу, організаційно-штатної структури радіотехнічних частин. Розглядаються напрямки оптимізації вищенаведених показників в умовах обмеженого фінансування. Надано приклад розрахунку озброєння та чисельності радіотехнічного підрозділу, проведена оптимізація його за рахунок автоматизації та застосування радіолокаційного озброєння нового парку.

АДАПТАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ ДО ЗОВНІШНЬОЇ ЗАВАДОВОЇ ОБСТАНОВКИ

*О.В. Тесленко, к.т.н., доц.; С.В. Бровченко; А.І. Мовчан
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На вхід будь-якого приймача надходить суміш корисного сигналу і різноманітних завадових викидів, які можуть бути як природного походження так і штучно створені для маскування цілей чи створення хибної думки про повітряну обстановку. Боротьба з цими викидами здійснюється за рахунок відмінностей корисного сигналу і завади. Розглядається спосіб адаптивного виділення корисного сигналу на фоні активної шумової завади за рахунок силової боротьби (збільшення енергії сигналу). Для збільшення енергії зондувального сигналу використовується ФКМ зондувальні сигнали модульовані кодами Баркера та М-последовностями різної тривалості. Пристрій адаптації змінює кількість дискретних імпульсів в одному зондувальному сигналі в залежності від рівня зовнішніх шумів, що забезпечує стабілізацію рівня хибної тривоги виявлювача та виявлення цілей на фоні активних шумових завад. Розроблена імітаційна Simulink модель пристрою адаптації дала можливість провести оцінку ефективності стабілізації рівня хибної тривоги виявлювача за рахунок зміни параметрів зондувального сигналу в різній завадовій обстановці. Надані практичні рекомендації щодо використання пристрою адаптації параметрів зондувального сигналу в нових зразках засобів радіолокації.

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*В.П. Фінаєв, к.т.н., доц.; О.В. Висоцький; М.О. Васьков; О.В. Курило
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Радіотехнічні підрозділи виконують виключно важливі задачі з розвідки повітряного противника, охорони Державного кордону України в повітряному просторі, контролю за дотриманням порядку використання повітряного простору України, радіолокаційного забезпечення польотів авіації. Разом з тим, рівень забезпечення їх живучості не відповідає існуючим загрозам: прикордонні підрозділи можуть бути при-

душені ракетними ударами та вогнем артилерії, діями тактичної авіації та ДРГ, а підрозділи в глибині території – крилатими ракетами повітряного та морського базування. Можна запропонувати наступні шляхи забезпечення живучості радіотехнічних підрозділів: оснащення радіотехнічних підрозділів пастками для високоточної зброї та обладнання захисних споруд для апаратури малорухомих РЛС; широке використання заходів по маскуванням та введенню противника в оману; оснащення радіотехнічних підрозділів технікою зв'язку з більш високими показниками пропускну здатності, прихованості та перешкодозахищеності; перегляд концепції прикриття радіотехнічних підрозділів від нападу повітряного противника. Таким чином, тільки забезпечивши високу живучість радіотехнічних підрозділів можна сподіватися на отримання своєчасної та достовірної інформації про загрозу з повітря.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ДЛЯ ЗАХИСТУ РЛС П-37 ВІД АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД

*С.В. Яровий, к.т.н.; С.В. Бровченко; Д.С. Коротецький
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Традиційно в РЛС РТВ старого парку використання функції зміни поляризації хвиль обмежувалось лише для захисту від метеотворень. Поляризатор однієї із найпоширеніших в РТВ РЛС П-37 забезпечує транспортування енергії сигналів лише з лінійною вертикальною та круговою поляризаціями хвиль. Дослідження пристроїв антено-фідерної системи РЛС П-37 дають змогу стверджувати, що можливості існуючого поляризатора реалізовані не повністю. Зокрема, незначні його доробки дозволяють в ході бойової роботи використовувати електромагнітну енергію хвиль з різною поляризацією. До того ж, зміну її типу можливо буде робити оперативним в залежності від поляризації постановника активних перешкод. Реалізація подібного фільтра поляризаційної селекції дозволить значно підвищити захищеність РЛС П-37 від активних перешкод. Актуальність напрямку досліджень підтверджується аналізом засобів постановки активних перешкод, де параметр поляризації обирається або конструктивно, або адаптивно, в залежності від ступеню важливості об'єкту придушення і, як правило, буває лінійним.

ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО АЛГОРИТМУ ВЕКТОРНОЇ МЕДІАННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД

*А.А. Гризо, к.т.н., доц.; І.М. Невмержицький, к.т.н., доц.; О.Б. Обозовський
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Комплексні відліки (вектора) сигналів, що надходять на вхід приймача, як правило, спотворені перешкодами різного характеру, у тому числі й імпульсного, тому, встає завдання фільтрації таких сигналів. Традиційно, інтуїтивним підходом до рішення цього завдання є покомпонентна (квадратурна) обробка, коли складові вхідного векторного сигналу інтерпретуються як окремі скалярні сигнали. У випадку фільтрації векторних (комплексних) сигналів, незалежна покомпонентна адаптивна фільтрація порушує ідентичність квадратурних каналів, що приводить до додаткових нерегулярних фазових зсувів у послідовності вхідних відліків. Очевидно, що такі випадкові, як по моменту появи, так і по величині фазові зсуви значно погіршують ефективність наступних процедур когерентної межперіодної обробки. У роботі запропоновано варіант модифікації векторного медіанного фільтра, досліджені його властивості й оцінено можливість його застосування для фільтрації ехо-сигналів у РЛС РТВ з когерентною обробкою, зокрема, показано,

що фільтр має усі властивості медіанних фільтрів і при цьому незначно знижує ефективність наступних процедур когерентної обробки.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИКИ З БОЙОВОЇ РОБОТИ У РАДІОТЕХНІЧНОМУ ПІДРОЗДІЛІ ЗА КУРСАНТАМИ ВИПУСКНОГО КУРСУ ФАКУЛЬТЕТУ РТВ

*В.М. Купрій¹, к.т.н.; О.В. Тесленко¹, к.т.н., доц.; О.В. Євтушенко²; Є.А. Юфа³
¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;
²Військова частина А1451; ³Військова частина А4324*

Практика проводиться з метою набуття курсантами умінь та практичних навичок у виконанні обов'язків на посаді начальника РЛС у радіотехнічному підрозділі радіотехнічних військ. У результаті проходження практики курсант повинен знати бойове завдання обслуги радіотехнічного підрозділу і способи його виконання, функціональні обов'язки начальника РЛС радіотехнічного підрозділу, порядок видачі розвідувальної і бойової інформації на старші, забезпечувані та взаємодіючі КП. Крім того організацію та несення бойового чергування у радіотехнічному підрозділі, нормативи бойової роботи та порядок їх виконання, методика їх перевірки. По закінченню практики курсанти повинні уміти виконувати функціональні обов'язки начальника РЛС у складі бойової обслуги радіотехнічного підрозділу, готувати до бойового застосування РЛС, проводити контрольний огляд згідно функціональних обов'язків осіб бойової обслуги, а також виконувати нормативи бойової роботи на посаді начальника РЛС. В доповіді проводиться аналіз різних методик проведення практики, які були використані на факультеті за декілька останніх років. Розглянуті проблемні питання, та можливі шляхи їх вирішення.

СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ АНТЕННЫХ СИСТЕМ НА ФОРМИРОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ

*П.Ф. Буданов, к.т.н., доцент; А.М. Чернюк
Украинская инженерно-педагогическая академия*

Проведен анализ существующих методов и способов снижения влияния конструкции антенных систем на формируемые ими диаграммы направленности. Установлено, что одним из наиболее рациональных подходов является использование радиопоглощающих покрытий и материалов. Однако их применение приводит к существенному увеличению весогабаритных характеристик конструкций, используемых для установки антенн. Нами предлагается метод снижения влияния конструкций за счёт нанесения на них материалов выполненных с использованием радиоизотопных технологий. Численные оценки показывают, что при ограничении на весогабаритные характеристики наносимых материалов коэффициент поглощения отражения от конструкций антенных систем может быть снижен до 60 дБ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТЕЙ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТОТНОГО ДИСКРИМІНАТОРА НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БЕЗПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ АПЧ ОГЛЯДОВИХ РЛС

*О.А. Малишев, к.т.н., доц.; О.О. Сосунов, к.т.н., доц.; С.В. Яхніс; І.В. Петров
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В оглядових РЛС традиційно використовуються радіоприймальні пристрої супергетеродинного типу, в яких основне підсилення сигналів здійснюється на проміжній частоті. В таких пристроях, внаслідок нестабільностей частот передавача та

гетеродину має місце відхилення проміжної частоти сигналів від номінального значення, що може призвести до виходу спектра прийнятих сигналів за межі смуги пропускання ППЧ. Для запобігання таких явищ в РЛС застосовуються системи автоматичного підстроювання частоти. Розроблена Simulink-модель безпощукової системи АПЧ з частотним дискримінатором на розстроєних контурах. Досліджено вплив нестабільностей параметрів частотного дискримінатора на якість підстроювання частоти. Проаналізовано ступінь впливу величини відхилення коефіцієнтів підсилення плечей частотного дискримінатора від номінального значення на ширину смуги захоплення та час відпрацювання системи АПЧ. Наведено рекомендації щодо способів підтримання стабільностей параметрів системи АПЧ.

ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВОГО КОМПЕНСАТОРА НЕСИНХРОННИХ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД, ЩО РЕАЛІЗУЄ ПОДВІЙНЕ ДИСКРЕТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ

*І.М. Невмержицький, к.т.н., доц.; А.А. Гризо, к.т.н., доц.; І.І. Калініченко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розкриті основні загальні етапи візуально-імітаційного моделювання цифрового компенсатора несинхронних імпульсних перешкод, що реалізує подвійне дискретне перетворення Хартлі. Візуально-імітаційна модель компенсатора несинхронних імпульсних перешкод створена завдяки використанню засобу візуального моделювання Simulink. Запропоновано два варіанти побудови компенсатора несинхронних імпульсних перешкод – в частотній та часовій площині. Проведена оцінка ефективності роботи схеми компенсатора при заданій вхідній повітряній та перешкодовій обстановці. Надані рекомендації щодо використання запропонованої візуально-імітаційної Simulink-моделі компенсатора несинхронних імпульсних перешкод для планування та проведення широкого спектра досліджень.

ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ СРЦ, ЩО РЕАЛІЗУЄ ДИСКРЕТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ

*І.М. Невмержицький, к.т.н., доц.; А.А. Мацулевіч, к.т.н., доц.; Р.Ю. Клименко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розкриті основні загальні етапи візуально-імітаційного моделювання системи СРЦ, що реалізує дискретне перетворення Хартлі, засобами Simulink. Для створення візуально-імітаційної Simulink-моделі використовувалась структурна схема СРЦ когерентно-імпульсної РЛС. В розробленій Simulink-моделі передбачена можливість проведення досліджень впливу на цифрову систему первинної обробки РЛС різного виду перешкод: активних, пасивних, несинхронних імпульсних. З цією метою до складу моделі введено Simulink-модель імітатора вхідних сигналів, яка дозволяє імітувати дискретні значення двох квадратурних складових сигналів: луна-сигналів від цілей, підстиляючої поверхні та місцевих предметів, від штучно створюваних противником хмар півхвильових диполів та потужних гідрометеорних утворень, а також сигналів несинхронних імпульсних завад. Передбачена можливість проведення досліджень для різних варіантів наборів вагових коефіцієнтів згладжування (Bartlett, Blackman, Chebyshev, Hamming, Hann, Kaiser).
