

СЕКЦІЯ 7

ТАКТИКА РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК, РОЗВИТОК ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РТВ

Керівники секції: генерал-майор А.М. Артеменко;
д.т.н. доцент полковник К.С. Васюта
Секретар секції: к.т.н. майор О.В. Очкуренко

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

А.М. Артеменко¹; Г.В. Певцов² д.т.н., проф.; Г.Г. Камалтинов², к.т.н. с.н.с.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Харківській університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Приводиться методика оцінювання якості класифікації розробленого автотрама методу автоматизованої ідентифікації повітряних об'єктів (ПО) в умовах невизначеності початкової інформації про повітряну обстановку. Стисло наводиться суть метода класифікації, якій запропонований. Розглядаються можливі підходи до порівняннн ефективності відомих методів класифікації ПО та розробленого. Через відсутність програмної або іншої практичної реалізації відомих методів порівняння здійснюється шляхом співставлення оцінок, отриманих експертами – фахівцями у галузі бойового управління з присвоєння індексів належності та результатів, отриманих за допомогою метода класифікації, якій запропонований, та реалізований за допомогою пакета прикладних програм MATLAB. Обговорюються результати практичного аналізу ефективності, які свідчать, що достовірність прийняття рішення з класифікації повітряних об'єктів в умовах неповноти та невизначеності вхідних даних підвищуються на (20...22)%, при скороченні часу класифікації вдвічі та поширенні глибини класифікації.

ПОГЛЯДИ НА УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЗА ДОТРИМАННЯМ ПОРЯДКУ ТА ПРАВИЛ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ

Д.А. Гриб¹, к.військ.н., доц.; О.М. Колеснік¹, к.т.н., с.н.с.;

В.О.Тютюнник¹, к.т.н., с.н.с.; Л.В. Бейліс²

¹Харківській університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Контроль за дотриманням порядку використання повітряного простору здійснюється відповідними органами об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху та органами управління Повітряних Сил Збройних Сил. В даний час значення цієї функції зростає у зв'язку з виникненням умов для несанкціонованого використання повітряного простору для виконання незаконних повітряних перевезень в комерційних, контрабандних, терористичних цілях. Своєчасне виявлення загрози від повітряних об'єктів можливо за ознаками, які здобуваються засобами радіолокаційної розвідки, радіо, радіотехнічної розвідки і диспетчерськими службами різних відомств. Практично всі наявні в Україні РЛС експлуатуються лише у відомчих інтересах, створюють у повітряному просторі свої радіолокаційні поля, які перекривають

одне одного та використовуються неефективно. Інтеграція відомих систем контролю повітряного простору у єдину автоматизовану систему потребує: розробки та вдосконалення постанов уряду, які визначають порядок спільного використання сил і засобів контролю та їх переводу на функціонування в особливий період; завершення розробки, прийом на озброєння АСУ авіацією та ППО “Ореанда-ПС”; поетапної розробки засобів радіолокації військового, цивільного і подвійного призначення; розгортання мережі дистанційно керованих не обслуговуваних маловисотних РЛС для контролю польотів у зоні G; моніторингу та встановлення відповідного порядку та графіку чергування сил і засобів контролю повітряного простору.

РАЦІОНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ З ГАРАНТОВАНОГО КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ РАДІОТЕХНІЧНИМИ ВІЙСЬКАМИ ПС ЗС УКРАЇНИ У ЗВ’ЯЗКУ З ПРОВЕДЕННЯМ ЄВРО-2012

*О.М. Бовкун, к.т.н., доц.; П.І. Кісель, к.т.н., с.н.с.; Р.П. Семенюк
ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України*

Виходячи з потенційних загроз обґрунтовується мінімально необхідний комплекс заходів щодо підтримання працездатного стану озброєння РТВ ПС ЗС України для гарантованого виконання завдань контролю повітряного простору в межах радіолокаційного поля вздовж державного кордону, над важливими державними об’єктами та над об’єктами проведення Євро-2012. Раціональність комплексу обумовлюється нагальною необхідністю розвитку РТВ за такими основними напрямками: основні зусилля зі створення суцільного радіолокаційного поля зосередити на повітряному просторі районів проведення заходів Євро-2012, для чого в *рпб*, що розташовані поблизу міст Київ, Харків, Донецьк, Львів, пропонується РЛС старого парку П-37, 5Н87 замінити на РЛС 79К6, а РЛС П-18, 5Н84А, 19Ж6 (35Д6) модернізувати до рівня П-18МУ (МА), 5Н84АМА, 35Д6М; у прикордонних підрозділах РТВ та в підрозділах поблизу важливих об’єктів держави провести середній та капітальні ремонти наявних РЛС, які вичерпали свій ресурс з обов’язковим обладнанням їх радіолокаційними екстракторами; з метою зменшення нижньої границі радіолокаційного поля розглянути можливість використання необслуговуваних дистанційно керованих радіолокаційних станцій, які розміщуються на вежах, і не потребують затрат на обслуговування.

КОНТРОЛЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ – ОДНЕ З ГОЛОВНИХ ЗАВДАНЬ ПІДРОЗДІЛІВ РТВ

*В.І. Боровий, к.т.н., доц.; С.М. Роденко, к.т.н.; А.О. Ноженко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з основних завдань бойового чергування підрозділів РТВ є здійснення контролю за дотриманням порядку використання повітряного простору України (ПВППУ) у взаємодії з органами обслуговування повітряного руху. Контроль за дотриманням ПВППУ здійснюється з метою своєчасного виявлення порушень порядку використання повітряного простору та прийняття необхідних заходів щодо запобігання порушень державного кордону та вчинення терористичних актів у повітряному просторі України. Контроль за дотриманням ПВППУ здійснюється на основі даних радіолокаційного та диспетчерського контролю. Радіолокаційний контроль здійснюється в зонах виявлення чергових, а також додатково включених РЛС підрозділів РТВ. Диспетчерський контроль здійснюється над усією територією

України. Для прискорення термінів виконання необхідних розрахунків, відображення обстановки і передачі диспетчерської інформації на командних пунктах підрозділів РТВ, що залучаються до виконання завдань контролю за дотриманням ПВППУ, встановлюється необхідне обладнання та засоби автоматизації. Вдосконалення апаратури відображення дозволить суттєво підвищити якість та оперативність аналізу і передачі інформації про повітряну обстановку.

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*С.М. Ковалевський; Б.В. Бакуменко, к.т.н, доц.; Г.В. Худов, д.т.н., проф.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Коротко аналізуються основні завдання, структура та принципи бойового застосування радіотехнічних військ (РТВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України. З метою підвищення ефективності бойового застосування підрозділів РТВ пропонується використовувати супутникові дані з космічних апаратів (КА) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Проведено аналіз складу супутникових даних та шляхи їх використання в інтересах вирішення завдань РТВ та підвищення якості бойового застосування підрозділів РТВ, а саме: повного використання бойових можливостей радіотехнічних з'єднань і підрозділів та зосередження основних зусиль на головних напрямках дій повітряного противника. Запропоновано основні шляхи отримання супутникових даних: використання інформації з національних КА – діючого КА оптико-електронного спостереження «Січ-2» та тих, що розробляються відповідно до Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми на 2008-2012 роки; використання інформації з іноземних КА дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності. Запропонована структура системи космічної підтримки бойових дій РТВ ПС ЗС України. Проведена оцінка підвищення ефективності бойового застосування підрозділів РТВ за рахунок використання інформації з КА ДЗЗ.

НОВІТНІ ПІДХОДИ ДО БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ В ЧАСТИНАХ І ПІДРОЗДІЛАХ РТВ ПС

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

На теперішній час існує велика кількість документів, що регламентують організацію, проведення та контроль якості бойової підготовки підрозділів і частин РТВ. Тому доцільно мати єдиний керівний документ, який містить необхідний обсяг питань, що визначають рівень підготовки і оцінювання фахівця, підрозділу та частини РТВ в цілому. В доповіді розглянуті стандарти оцінювання рівня бойової підготовки. Стандарт – це визначений рівень готовності військовослужбовця (підрозділу) до виконання завдань, які визначені військової частині, та які необхідно досягти під час бойової підготовки. Стандарт – це зразок у виконанні необхідних дій, тактичних прийомів. В основу стандартів підготовки покладені основні положення, що визначені бойовим статутом РТВ. Оцінювання військовослужбовців, підрозділів здійснюється за знання теоретичних положень та виконання нормативів бойової роботи. Визначаючою умовою оцінювання стандарту є вико-

нання нормативів бойової роботи. Розглядаються напрямки удосконалення бойової підготовки в частинах і підрозділах РТВ ПС.

РАДИОЛОКАТОР: ЩИТ ИЛИ ЦЕЛЬ?

К.С. Васюта, д.т.н., доц.; Ф.Ф. Зоц

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В настоящее время уже имеется развитая теория генерирования хаотических колебаний в диапазоне СВЧ, что позволяет использовать их при решении задач радиолокации. Ожидается, что применение сигналов с хаотической несущей существенно затруднит обнаружение факта работы РЛС средствами радиоразведки и головками с самонаведением на радиоизлучение. Использование таких сигналов обеспечивает скрытность работы измерительных системы для не санкционированного наблюдателя, так как такие сигналы не выявляются в рамках спектрального, корреляционного и визуального анализа. Имеются работы, где показана возможность построения шумовых радиолокаторов с хаотической модуляцией гармонической несущей на фиксированной частоте, однако скрытность таких систем не обеспечивается из-за применения регулярной несущей. В настоящей работе на основе имитационного моделирования показано, что разрешающая способность по дальности хаотического радиосигнала: в 70 раз больше чем для простого радиоимпульса, в 13 раз больше чем для ЛЧМ, в 10 раз больше чем для ФКМ сигналов. Так же показано, что для хаотических радиоимпульсов возможна реализация традиционной корреляционной обработки сигналов и селекции движущихся целей. Таким образом, применение хаотических сигналов в радиолокационных системах позволяет обеспечить их скрытность и высокую разрешающую способность по дальности. Однако методы приема и обработки таких сигналов требуют дальнейшего исследования с учетом их специальной структуры.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУРРЕНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

К.С. Васюта, д.т.н., доц.; В.А. Ковальчук, к.т.н., доц.; О.Б. Танцюра

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В последние десятилетия набор традиционных (линейных) методик исследования процессов в радиотехнических системах был существенно расширен нелинейными методами, полученными в теории нелинейной динамики и хаоса. Однако большинство таких методов нелинейного анализа требуют либо достаточно длинных, либо стационарных рядов данных, которые довольно трудно реализовать. Более того, имеются работы, в которых показано, что данные методы дают удовлетворительные результаты в основном для идеализированных моделей реальных систем. Рекуррентный анализ – новый и динамично развивающийся подход к анализу сложных динамических систем, не требующий длинных или стационарных временных рядов. Рекуррентные диаграммы (в общем случае представляют собой проекцию фазового пространства на плоскость) позволяют судить о характере протекающих в системах процессов, наличии и влиянии шума, наличии состояний повторения и замирания, совершении экстремальных событий, наличии скрытой периодичности и цикличности. Количественный анализ рекуррентных диаграмм позволяет сопоставить диаграмме некоторые численные меры, основанные на плотности рекуррентных точек, диагональных и вертикальных

(горизонтальних) ліній. Вычисленные численные меры формируют характеристический вектор подобия, по которому принимается решение о наличии сигнала и может быть использован для дальнейшей обработки и сохранен в базу данных.

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ У ДЕКАМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ

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

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Використання інформації від РЛС різних діапазонів довжин хвиль дозволяє розширити склад і підвищити показники якості радіолокаційної інформації про повітряні цілі різних типів. Використання інформації від радіотехнічних систем, що функціонують у декаметровому діапазоні довжин хвиль сумісно із даними РЛС метрового діапазону, дозволяє здійснювати виявлення повітряних цілей на великих відстанях (зокрема цілей за межами радіогоризонту та таких, що не входять до зон дії РЛС метрового діапазону) своєчасно розкривати задум супротивника на ведення повітряних операцій. Для якісного використання такого роду інформації необхідно знати особливості вторинного випромінювання повітряних цілей у декаметровому діапазоні. Стосовно до зазначеного діапазону електричні розміри основних типів повітряних об'єктів належать до релеївської і резонансної областей розсіювання електромагнітних хвиль. У зв'язку з цим для моделювання характеристик вторинного випромінювання цілей у декаметровому діапазоні розроблено метод чисельного розрахунку, що базується на розв'язанні інтегральних рівнянь 2-го роду відносно щільностей струмів на поверхні об'єкту. У доповіді обговорюються особливості розробленого чисельного алгоритму, демонструються результати розрахунку характеристик вторинного випромінювання літака Boeing 737-400 у декаметровому діапазоні, при різних ракурсах опромінювання і поляризації зондувальної хвилі, у тому числі з урахуванням впливу підстилаючої поверхні.

ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ ЦІЛЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ ПРИ ОБ'ЄДНАННІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВІД РЛС САНТИМЕТРОВОГО І МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНІВ

Д.А. Гриб, к.військ.н., доц.; Г.С. Залевський, к.т.н., с.н.с.; І.М. Трофимов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядається метод оцінювання результуючої точності вимірювання координат цілі при об'єднанні радіолокаційної інформації (РЛІ) від декількох джерел. При оцінці результуючої точності враховуються тактико-технічні характеристики РЛС, режими їх функціонування, взаємне розташування РЛС на місцевості, а також особливості вторинного випромінювання різних типів цілей. Окрім безпосереднього розрахунку точностей оцінювання координат запропонований метод дозволяє пред'являти вимоги до окремих джерел РЛІ (точність топоприв'язки і орієнтування, темп видачі інформації, параметри зон видимості, точності поточного вимірювання координат), інформація яких залучається до третинної обробки на підставі вимог споживачів РЛІ. Метод може бути застосованим для оцінки можливостей як існуючих угруповань, так і перспективних. В доповіді демонструються результати розрахунків точності вимірювання координат винищувача F-16 і крилатої ракети AGM86С при об'єднанні інформації РЛС метрового і сантиметрового діапазонів.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ В ПЕРСПЕКТИВНІЙ СИСТЕМІ МАЛОВИСОТНИХ НЕОБСЛУГОВУВАНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАЛЕКОМІРІВ, ЯКІ РОЗМІЩУЮТЬСЯ НА ВЕЖАХ

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

За теперішнього часу залишається невирішеною задача створення суцільного маловисотного радіолокаційного поля. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є створення перспективної маловисотної радіолокаційної системи, яка складається з мережі просторово-розподілених необслуговуваних радіолокаційних постів. Кожен пост оснащується маловисотним радіолокаційним далекоміром, який розташовується на вежі та будується за принципами: невелика дальність виявлення, максимальна надійність, мінімальна складність та вартість. Така радіолокаційна система може створювати радіолокаційне поле із дво-трикратним перекриттям та невизначеністю висоти повітряних об'єктів (ПО) (внаслідок використання максимально простих та дешевих радіолокаційних далекомірів). Тому координати виявлених ПО можуть надходити в автоматизовану систему управління для подальшої обробки тільки в "похило-горизонтальній" (конічній) системі координат. Проведено аналіз можливого впливу невизначеності висоти ПО на точність вимірювання площинних декартових координат ПО в таких перспективних маловисотних системах. Визначено умови за яких невизначеність висоти ПО приводить до істотного погіршення точності вимірювання їх площинних координат. Запропоновано метод підвищення точності визначення площинних координат ПО в таких системах за рахунок використання надмірності вимірювань при перекритті зон виявлення радіолокаційних постів. Наведені результати статистичного моделювання застосування запропонованого методу. Визначені межі його застосування та запропоновано шляхи його практичної реалізації.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУРРОГАТНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОТ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ

*К.С. Васюта, к.т.н., доц.; С.В. Озеров; О.В. Шмигленко
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Понятие "суррогатных данных", введено Theiler и др. в 1992 году и активно использовалось для статистического тестирования временного ряда на нелинейность, т.е. проверки статистических гипотез. Среди известных способов построения множества псевдо выборок можно выделить следующие. Бутстреп-процедуры, основанные на многократном тиражировании исходной эмпирической выборки, хаотическом перемешивании полученной огромной совокупности данных и извлечении из нее псевдо выборок (бутстреп-копий). В этом случае, суррогатный временной ряд разрушает временные корреляции, которые не ожидаются для процесса I.I.D. (independent and identically distributed) с независимыми и одинаково распределенными значениями, но сохраняет то же самое распределение вероятности, которое определено для реального процесса с I.I.D. Известны методы, в которых: сохраняют в суррогатах спектры мощности (линейную корреляцию) данных и идентичность вероятности распределения реальных и суррогатных данных. В данной работе

предлагається метод формування суррогатного сигналу, повністю повторюючого структуру, статистичні та динамічні властивості сигналу озброєння наводяться на об'єкт ураження. Такий підхід дозволяє сформувати відповідний сигнал з заданою затримкою та доплерівським зсувом частоти, який представляє собою похибку, зводячу по швидкості та по відстані. Такі сигнали дозволяють ефективно захищати озброєння від засобів ураження.

ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВАННЯ ТА РЕМОНТУ РЕТ ЧАСТИН ТА ПІДРОЗДІЛІВ РТВ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХІ ЇХ ВИРІШЕННЯ

М.М. Нікіфоров, к.т.н.

Національний університет оборони України

В арміях розвинутих країн світу питанням технічного забезпечення (ТхЗ) військ (сил) традиційно приділяється велика увага. До основних заходів, що проводяться в ході ТхЗ, відносяться: технічне обслуговування (ТО) РЕТ; ремонт (Р) РЕТ; внесення конструктивних змін до РЕТ; консервація і постановка ОБТ на зберігання; технічна розвідка, евакуація і відновлення пошкодженого ОБТ та інші. Поява нових сучасних видів ОБТ зумовлює необхідність розробки не тільки нових форм і способів застосування військ, а також і нового підходу до ТхЗ військ. В першу чергу це стосується створення автоматизованих систем управління ТхЗ, які охоплюють основні процеси управління в усіх ланках військ. Імовірним шляхом розвитку системи відновлення вважається збільшення потужностей з поточного і капітального ремонтів, тобто підсилення систем ремонту військової і стратегічної ланки. Для сучасної (нової) РЕТ найбільше відповідає стратегія ТО і Р за технічним станом з широким залученням фахівців підприємств промисловості, що дозволяє у суттєво скоротити штат мирного часу підрозділів ТхЗ військових частин РТВ. Внаслідок цього змінюються не тільки погляди на способи і методи ремонту РЕТ, а і на заходи ремонту. Цілком імовірно, що буде здійснюватися одразу ремонт (відновлення) всього комплексу (системи) озброєння при виході з ладу його окремих елементів. При цьому засоби ремонту розвиватимуться в бік розвитку системи діагностики і систем агрегатного методу ремонту.

МЕТОДИ ТА ПРИСТРОЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ З АНАЛОГОВОЮ ОБРОБКОЮ СИГНАЛІВ

М.Р. Арасланов¹, к.т.н., с.н.с.; Д.А. Дончак²; В.Й. Климченко¹, к.т.н., доц.

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Автоматизація оцінки технічного стану радіолокаційної техніки в перспективній системі розвідки та контролю повітряного простору України потребує, в першу чергу, наявності апаратури автоматизованого контролю технічного стану на самих радіолокаційних станціях. РЛС з аналоговою обробкою сигналів розробки часів СРСР (так звані РЛС "старого парку"), які на даний час складають основу озброєння радіотехнічних військ, такої апаратури не мають. Тому найбільш складно автоматизувати оцінку технічного стану саме таких РЛС. На основі проведеного аналізу методів автоматизованого контролю технічного стану РЛС з аналоговою обробкою сигналів зроблений висновок, що для автоматизованого визначення поточного технічного стану РЛС необхідно використовувати як прямі, так і

непрямі методи неперервного допускового контролю параметрів РЛС. Розглянути можливі шляхи і технічні рішення щодо реалізації автоматичного неперервного контролю технічного стану в РЛС "старого парку". Запропонований варіант апаратної реалізації пристрою автоматичного неперервного контролю технічного стану РЛС з аналоговою обробкою сигналів, відмінною особливістю якого є комплексна реалізація прямих і непрямих методів контролю технічних параметрів РЛС, що дозволить підвищити інформативність повідомлень про технічний стан РЛС в системі розвідки та контролю повітряного простору України.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ОЗБРОЄННЯ РТВ

Д.А. Дончак¹; Г.Г. Камалтинов², к.т.н., с.н.с.; В.Й. Климченко,² к.т.н., доц.

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Однім з ключових питань експлуатації радіолокаційної техніки є прогнозування часу, коли експлуатація зразків РЛС недоцільна. У доповіді розглядаються можливі підходи визначення показників та критеріїв граничного стану радіолокаційного озброєння. Пропонується методика визначення критерію граничного стану радіолокаційного озброєння та розрахунку комплексного показника на підставі часткових технічних параметрів, які вимірюються (розраховуються) на кожному типі РЛС. Методика включає: побудову експертним методом аналізу ієрархій за дев'ятибальною шкалою парних порівнянь Сааті ступеню важливості (ваги) кожного технічного показника. Порівнюються значення кожного фактичного параметра з наведеним у формулярі та розрахованим за результатами фактичних вимірювань. За результатами співставлення приймається рішення про можливість подальшої експлуатації зразка РЛС. Наводиться приклад використання методики для однієї з РЛС РТВ.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ НА МАЛИХ ТА ГРАНИЧНО МАЛИХ ВИСОТАХ

О.М. Бовкун, к.т.н., доц.; Ю.К. Степаненко, к.т.н.; М.В. Сорока;

ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Задача виявлення маловисотних цілей (МЦ) є однією з важливих задач боротьби з повітряними цілями на малих й гранично малих висотах. Актуальність задачі у останні роки набула особливої гостроти у зв'язку із розширенням можливостей на малих і гранично малих висотах пілотуємих літаків, зростанням ролі вертольотів у озброєній боротьбі, подальшим розвитком крилатих ракет і безпілотних літальних апаратів. В провідних країнах світу ведуться роботи по створенню систем і засобів спеціально призначених для виявлення МЦ, проводяться дослідження щодо інтеграції різноманітних засобів виявлення для підвищення можливостей системи ППО з вирішення задачі виявлення повітряних цілей на малих і гранично малих висотах. Високий пріоритет мають дослідження щодо створення відносно дешевих і більш живучих систем «бар'єрного» типу з використанням розподілених принципів побудови датчиків отримання інформації. З метою підвищення живучості датчики можуть бути виконані за різними принципами дії (радіолокаційні, оптичні, акустичні та ін.). Особливу увагу фахівці приділяють системам, які використовують сигнали телевізійних веж та систем стільникового зв'язку. Важливим напрямом по підви-

щенню перешкодозахищеності та живучості систем виявлення МЦ є роботи щодо створення багатопозиційних повітряно-наземних систем з розташуванням передавачів підсвітлювання об'єктів на повітряних носіях, а приймальних на землі.

УТОЧНЕНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ДИСПЕРСІЇ ПОМИЛКИ ЗА МЕЖАМИ АПЕРТУРИ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРИМІНАТОРА

*О.В. Борисенко; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.;
О.О. Сосунов, к.т.н., доц.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При аналізі одночасного функціонування радіотехнічних слідкуючих систем (по кутовим координатам, дальності, радіальної швидкості) з використанням еквівалентних статистичних характеристик дискримінаторів необхідно знати все параметри таких характеристик. Одним з таких важливих параметрів є рівень дисперсії помилки за межами апертури еквівалентної дискримінаційної характеристики. От значення цього параметра залежить, наприклад, ймовірність повернення помилки в межі апертури (після її виходу за межі апертури) за характерний час. В дослідницьких задачах, що пов'язані, наприклад, з постановкою перешкод, що відводять по одній з координат, важливо, щоб за відомий характерний час помилка по вказаній координаті не повернулася в межі апертури еквівалентної дискримінаційної характеристики і в перебігу цього часу здійснювався повторний пошук і захват по цієї координаті. При цьому не буде додаткової інструментальної похибки, обумовленої застосуванням еквівалентних статистичних характеристик дискримінаторів. Оцінка рівня дисперсії за межами апертури, яка запропонована в відомих роботах, дуже груба, оскільки вона не залежить ні від характерного часу роботи ні від відношення сигнал/шум. Тому пропонується нова модель для отримання оцінки, яка заснована на використанні відомого правила "трьох сигма" для середнього часу повернення помилки в межі апертури за характерний час функціонування слідкуючої системи.

СПЕКТРИ ГВИНТОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ МІ-8МТ І МІ-24П

*М.М. Бречка, Г.С. Залевський, к.т.н., с.н.с.; В.О. Василюк, д.т.н., с.н.с.;
О.І. Сухаревський, д.т.н., проф.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Ефективність застосування сил та засобів протиповітряної оборони може бути істотно підвищена за рахунок реалізації функцій радіолокаційного розпізнавання, оцінювання функціонального стану окремих цілей і задуму їхніх дій. У якості ознак розпізнавання повітряних об'єктів із гвинтовими або турбогвинтовими двигунами можуть використовуватися параметри спектрів амплітудної (роторної, гвинтової, турбінної) модуляції, зумовленої обертанням лопатей (лопаток) двигунів. При розробці алгоритмів розпізнавання таких цілей важливо мати модель відбитих сигналів, що враховує особливості їх вторинного випромінювання. У зв'язку з тим, що отримання такої інформації шляхом проведення натурних експериментів потребує значних фінансових і технічних витрат (а в деяких випадках взагалі неможливе), використання математичного моделювання для створення необхідних моделей має ряд переваг. Розглядається метод моделювання спектрів гвинтової модуляції повітряних об'єктів із турбогвинтовими двигунами. Демонструються спектри гвинтової модуляції сигналів, відбитих вертольотами Мі-8МТ і

Мі-24П, обговорюються можливості використання параметрів спектрів гвинтової модуляції вертольотів для їх розпізнавання.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ РЛС 19Ж6 ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ

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

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

В останній час, у збройних силах промислово розвинутих країн, велика увага приділяється захисту засобів радіолокації від самонавідної на випромінювання зброї. У якості такої зброї, стосовно наземних оглядових РЛС, в першу чергу, розглядаються протирадіолокаційні ракети (ПРР). Спостерігається тенденція розширення діапазону цілей для вже існуючих ПРР та пристосування до вирішення завдань вогневого ураження РЛС, повітряних об'єктів, які раніше не розглядалися як ударні (хибні цілі MALD, розвідувальні БПЛА). Збагачуються тактичні прийоми використання ПРР, наприклад, противник з метою гарантованої поразки РЛС може використати серію з декількох ПРР, запускаючи їх практично одночасно з одного, або декількох напрямів. У роботі розглянуто методи захисту РЛС від ПРР які засновані на застосуванні додаткових випромінювачів-пасток. Висунуті вимоги до них, запропонована елементна база, алгоритм виявлення ПРР за траєкторними ознаками. Стосовно РЛС 19Ж6, обрано два найбільш ефективних метода захисту та оцінено їх ефективність, з використанням запропонованої методики.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ ЩОДО ФОРМУВАННЯ СКЛАДНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЧМ СИГНАЛІВ

К.В. Садовий, к.т.н., доц.; О.М. Дзігора

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасний етап розвитку радіолокаційної техніки характеризується постійним зростанням вимог до точності і стабільності амплітудно-частотно-часових параметрів сигналів, що формуються. 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 обумовило інтерес до повністю реалізованих на інтегральних мікросхемах (за винятком вихідного фільтра) цифрових пристроїв формування – цифрових синтезаторів сигналів (ЦСС). ЦСС унікальні своєю цифровою визначеністю – генерований ними сигнал синтезується із властивою цифровим системам точністю. Частота, фаза й амплітуда сигналу в будь-який момент часу точно відомі й підконтрольні. ЦСС практично не піддані температурному дрейфу й старінню. Високі технічні характеристики стали причиною того, що останнім часом ЦСС витісняють звичайні аналогові синтезатори сигналів. 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 (маніпуляції). Аналізуються основні причини й джерела спотворень вихідних сигналів ЦСС, рівні й характер цих спотворень.

ГРАНИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ ПРИ АВТОМАТИЧНОМУ УПРАВЛІННІ ВИПРОМІНЮВАННЯМ ОГЛЯДОВИХ РЛС УГРУПУВАННЯ

*В.Ф. Зюкін, к.т.н., с.н.с.; Д.А. Гриб, к.військ.н., доц.; О.М. Колеснік, к.т.н., с.н.с.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У перспективній системі радіолокаційної розвідки необхідне застосовувати автоматизоване управління часом, напрямом включення і виключення випромінювання оглядових РЛС угруповання, що забезпечить реалізацію методів групового захисту від протирадіолокаційних ракет (ПРР) окремих РЛС. Таке управління може бути організоване у автоматизованій системі розвідки маловисотних цілей на базі необслуговуваних дистанційно керованих маловисотних радіолокаційних постів з малагабаритними РЛС на вежах, у якій забезпечується обмін радіолокаційною інформацією в реальному часі. Стосовно подібних систем аналізується гранична дальність виявлення і зав'язки траси швидкісної цілі, що наближається, дистанційно керованою оглядовою РЛС на вежі при різноманітних режимах огляду простору і способах інформаційної взаємодії між РЛС суміжних радіолокаційних постів. Оцінюється можливість збереження загальних енергетичних співвідношень та темпу оновлення інформації для забезпечення необхідних показників якості суцільного радіолокаційного поля системи. Пропонується підвищення граничної дальності виявлення ПРР за рахунок об'єднання інформації РЛС суміжних маловисотних радіолокаційних постів на сигнальному чи комбінованому рівнях. У останньому варіанті, який технічно простіше, інформаційна взаємодія зводиться до обміну координатними відмітками, які отримані в результаті попередньої багатопорогової обробки сигналів поточного і декількох попередніх оглядів.

ПІДВИЩЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ДАЛЬНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ОГЛЯДОВОЮ РЛС ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ

В.Ф. Зюкін¹, к.т.н., с.н.с.; О.М. Колеснік¹, к.т.н., с.н.с.;

Д.Ю. Свистунов¹, к.т.н., с.н.с.; А.В. Белавін²

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Протирадіолокаційні ракети (ПРР) залишаються основним засобом вогневого придушення оглядових РЛС ППО. Для захисту РЛС від таких засобів потрібно використовувати комплексну протидію, ефективність якої залежить від можливостей розвідки ПРР. Можливості розвідки часто характеризують максимальною дальністю виявлення ПРР, яка відповідає відстані до межі зони виявлення цілі при фіксованій висоті її польоту (швидкість польоту не враховується). Пропонується для аналізу можливостей розвідки ПРР використовувати більш інформативну характеристику - граничну дальність виявлення протирадіолокаційних ракет, визначувану як середнє значення дальності до вперше виявленої відмітки ПРР, що наближається із заданою швидкістю. Зіставляються гранична і максимальна дальності виявлення. Для збільшення граничної дальності виявлення і зав'язки трас пропонується використання методів підпорогової обробки сигналів, а також режимів управління порогоми виявлення, погоджуючи логічний критерій зав'язки трас k/m і рівні допоміжних порогів виявлення з очікуваним рівнем ехо - сигналів в різних ділянках зони виявлення. Режимом подальшої обробки координатної

інформації може бути багатоетапна процедура виявлення траєкторій, оптимізована для супроводження з високою якістю цілей, що рухаються прямолінійно. При цьому оцінюється і регулюється припустимий рівень хибних трас, який визначається наявним ресурсом обчислювальних засобів.

АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ПЕРЕНОСУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ В ОБЛАСТЬ НВЧ З УРАХУВАННЯМ ЇХ КОМБІНАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ, А ТАКОЖ ХАРАКТЕРУ СПОТВОРЕНЬ ПРИ ПЕРЕТВОРЕННІ

М.П. Кандирін, к.т.н., с.н.с.; О.В. Костянець

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Необхідність виявлення та супроводження високоманеврених цілей у військовий час та контроль повітряного простору в мирний час, можливість радіолокаційного забезпечення метеоінформацією та багато інших задач, що вимагає сьогодні, неможлива без застосування всього різноманіття як простих так і складних сигналів з можливістю оперативної зміни їх частото-часових параметрів. В роботі розглянуто можливість синтезу простих та складних сигналів зі змінними частотно-часовими параметрами прямим цифровим синтезом, та переносу їх в область НВЧ за допомогою змішувачів та комбінаційних методів з системою ФАПЧ. Запропонована узагальнена математична модель, що дозволяє врахувати особливості формування та переносу сигналів в НВЧ діапазон. Вказуються обмеження та основні джерела спотворень сигналів у таких формувачах. В якості прикладу розглядаються часова структура гармонійних, ЛЧМ та ФКМ сигналів, їх енергетичні спектри та автокореляційні функції в залежності від рівня цих спотворень. Приводяться результати експериментального дослідження таких пристроїв перетворення. Пропонуються рекомендації по застосуванню розглянутих формувачів та перетворювачів при модернізації сучасних та розробці перспективних РЛС.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПРИМЕНЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ В БОРТОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСАХ X-ДИАПАЗОНА СО СЖАТИЕМ ИМПУЛЬСОВ

Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Более чем за полувековую историю исследований и разработок в самолетных радиолокационных комплексах X-диапазона была сформулирована совокупность главных проблем этой области: достижение заданной дальности; уменьшение потребляемой мощности; уменьшение массогабаритных параметров; улучшение характеристик разрешения. В докладе представлены результаты работы по исследованию вопросов применения сложных сигналов в таких радиолокаторах со сжатием импульсов. Приведены результаты математического моделирования системы формирования и обработки зондирующих импульсов в таких радиолокаторах. Исследованы сигналы, как с частотной, так и с фазовой модуляцией, а также рассмотрены различные способы их весовой обработки, как в частотной, так и временной области. Приводятся результаты экспериментальных исследований по формированию таких сигналов как аналоговыми, так и цифровыми устройствами или их комбинацией. Результаты исследований могут быть использованы при модернизации существующих радиолокационных комплексов X – диапазона, а также при разработке перспективных образцов.

МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОЇ ОЦІНКИ ЗОН ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ЛІТАКАМИ ДРЛВІУ

В.Й. Климченко, к.т.н., доц.; Д.А. Гриб, к.військ.н., доц.;

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

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При описанні тактико-технічних характеристик щодо виявлення цілей оглядовими РЛС, що встановлюються на літаках дальнього радіолокаційного виявлення і управління (ДРЛВіУ), обмежуються як правило, зазначенням максимальної дальності виявлення цілей із заданою величиною ефективною поверхні розсіювання у вільному просторі. Між тим розміри та конфігурація зон виявлення цілей такими РЛС залежать від великої кількості факторів, які суттєво впливають на можливості ДРЛВіУ з виявлення цілей різного типу. Виявлення цілей літаковими РЛС здійснюється, як правило, на фоні віддзеркалень від поверхні Землі. Сутність методики оперативної оцінки зон виявлення цілей літаками ДРЛВіУ полягає в аналізі для кожного елемента розрізнення в просторі відношення потужності відбитого від цілі сигналу до потужності суміші пасивних перешкод і власних шумів приймального каналу після обробки їх в тракті і порівнянні означеного відношення із заданим порогом. В бортових РЛС літаків ДРЛВіУ використовуються два основних режими роботи: імпульсно-доплерівський (висока частота повторення зондувальних імпульсів – режим ВЧП) і когерентно-імпульсний (низька частота повторення зондувальних імпульсів – режим НЧП). Запропонована методика дозволяє оперативно оцінити можливості обох режимів і здійснити оптимальний вибір, виходячи із завдань і обстановки.

МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

С.М. Ковалевський; Б.В. Бакуменко, к.т.н., доц.; Г.В. Худов, д.т.н., проф.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Відомо, що у теперішній час при веденні радіолокаційної розвідки виникає протиріччя між розмірами зони огляду радіолокаційних засобів та необхідним енергетичним потенціалом радіолокаційних засобів для вирішення задачі розвідки з необхідними показниками якості. В роботі для вирішення цього протиріччя запропонована методика оптимального розподілу енергетичного потенціалу радіолокаційних засобів радіотехнічних військ (РТВ). Запропонована методика передбачає проведення сумісної оптимізації таких етапів радіолокаційної розвідки, як пошук повітряного об'єкта та виявлення повітряного об'єкта. Сформульована оптимізаційна задача сумісного пошуку і виявлення повітряного об'єкта, при цьому у якості критерію ефективності обрано критерій мінімуму середнього ризику, а у якості показника ефективності обрано безумовну імовірність виявлення повітряного об'єкта. При цьому оптимальна стратегія пошуку і виявлення повітряного об'єкта знаходиться у класі рівномірно-оптимальних стратегій пошуку, що забезпечує максимальне значення обраного показника ефективності сумісного пошуку і виявлення повітряного об'єкта. З метою оцінки ефективності розробленої методики, в роботі оцінені показники якості процесу сумісного пошуку і виявлення повітряного об'єкта та наведено вираш у цих показниках при у порівнянні з традиційними методами ведення радіолокаційної розвідки радіолокаційними засобами РТВ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ С ПЕТЛЯМИ ФАПЧ СИНТЕЗАТОРОВ СИГНАЛОВ

Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В настоящее время при формировании как простых, так и сложных сигналов, широко используются цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС), обладающие высоким быстродействием, малым шагом перестройки, хорошими спектральными характеристиками. Одним из основных параметров ЦВС является относительная спектральная плотность (ОСП) фазовых шумов, измеряемая при различной частоте отстройки от несущего колебания и достигающая на данный момент менее – 170 дБ/Гц. Показано, что в основном фазовые шумы определяются как собственными шумами источников опорных частот, так и шумами звеньев, входящих в данное устройство. Рассматриваются два основных наиболее получивших развитие типа синтезаторов: прямые цифровые синтезаторы (DDS) и комбинированные синтезаторы с петлей ФАПЧ (PLL). В качестве примеров приводятся расчеты фазовых шумов в ЦВС, а также в наиболее часто применяемых синтезаторах сигналов с ФАПЧ с делителями частоты и смесителем в цепи обратной связи. Приводятся структурные схемы и расчет частотного диапазона исследуемых комбинированных синтезаторов сигналов на основе ЦВС.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ В РЛС

Д.В. Максюта, к.т.н.; М.В. Соколов

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Підвищення інформативності радіолокаційного озброєння неможливе без комплексного застосування в ньому високостабільних простих та складних сигналів з гнучкою зміною часових та частотних характеристик і параметрів.

В доповіді розглядаються питання, пов'язані з підвищенням ефективності радіотехнічного озброєння за рахунок реалізації методів активної і пасивної радіолокації в єдиному активно-пасивному радіолокаційному комплексі (АПРЛК). Якісне виконання завдань такими комплексами забезпечується застосуванням методів і пристроїв просторово-часової та спектрально-кореляційної обробки сигналів, при цьому припускається доцільність виконання обробки сигналів у спектральній області. При обробці спектру сигналу в реальному масштабі часу виправданим є використання Фур'є-процесорів. Для виявлення аеродинамічних та балістичних цілей, наведення на них винищувальної авіації та ракет обґрунтовується доцільність використання як простих, так і складних сигналів із шириною спектра 0,1...15 МГц. Для точного визначення координат балістичних цілей і розпізнавання аеродинамічних цілей пропонується використовувати сигнали з шириною спектра 5...150 МГц. На етапі селекції елементів групової цілі, розпізнавання балістичних цілей і космічних об'єктів перспективними є складні сигнали із шириною спектра 100...600 МГц. В якості такого сигналу, який задовільнить наведеним вимогам, пропонується обрати фазомодульований сигнал, існуючий стан розвитку методів формування якого дає надзвичайно широкі можливості проектувальнику радіолокаційного озброєння.

ТЕНДЕНЦІЇ ТА ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ПОЛЯ РТВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ЗМІН ПЕРЕШКОДОВО-ЦІЛЬОВОЇ ОБСТАНОВКИ

*С.М. Ковалевський; Ю.М. Седишев, д.т.н., проф.; В.О. Тютюнник, к.т.н., с.н.с.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається концепція побудови інформаційно-розвідальної та управляючої системи, оцінюються можливості її реалізації. Визначаються напрями створення модульних засобів радіолокаційної розвідки радіотехнічних військ (РТВ) мережевого типу і створення єдиного інформаційного простору для вирішення задач протиповітряної оборони за рахунок застосування багатопозиційних активно-пасивних радіолокаційних комплексів, які інтегровані з системами координатно-часового забезпечення. Передбачається скорочення часу реакції та забезпечення необхідної точності цілевказування при істотному збільшенні інформаційного ресурсу. Підвищення стійкості, скритності і перешкодозахищеності в складних умовах безконтактних війн і інформаційного протиборства досягається шляхом створенням мережецентричної інформаційної системи з довільним доступом на основі комплексного та одночасного використання енергії електромагнітних полів різних джерел штатними радіолокаційними засобами РТВ та багатопозиційними засобами просторово часової обробки, які створюються на основі станцій радіотехнічної розвідки високої точності, синхронізованих за часом. Показано, що уніфікація підсистем на основі запропонованих рішень і освоєних промислових технологій сприяє еволюційному розвитку існуючого озброєння.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ DDS СИНТЕЗАТОРІВ ПРИ ФОРМУВАННІ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ В СУЧАСНИХ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЛС

*І.В. Красношапка, к.т.н., доц.; В.А. Чекмарьов
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В структурі ППО радіолокаційні станції являються основним і практично єдиним джерелом інформації про повітряну обстановку. По своєму призначенню засоби виявлення першими вступають в контакт з повітряними 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 приводяться основні характеристики ЦСС фірми Analog Devices. Запропонована уточнена математична модель, що є більш загальною і дозволяє врахувати спотворення пов'язані з кусочно-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.

ОТОТОЖНЕННЯ МІТОК РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВПІЗНАВАННЯ ЗА ДАНИМИ ВИМІРЮВАНЬ КООРДИНАТ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВПІЗНАВАННЯ ЦІЛЕЙ, ЩО ВИЯВЛЕНІ ТА СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ

О.С. Маляренко, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Алгоритм радіолокаційного впізнання цілей включає наступні операції: екстраполяція положення цілі на наступний огляд; вмикання запиту у визначеному екстраполяцією секторі; виявлення пачки сигналів упізнання, визначення координат і декодування додаткової інформації (формування мітки впізнання); ототожнення у стробі, що має певні розміри, m міток упізнання і n відміток цілей, прив'язка i -ї мітки впізнання до j -ї відмітки цілі за критерієм мінімуму відстані $\delta_{Dij} = \delta_{D\text{imin}}(\delta_{Dij} \leq \delta_{D0})$. До цілі, з якою не ототожнено жодної мітки, прив'язується ознака "Чужий". У разі невиконання прив'язки деякої мітки до жодної цілі $\delta_{Dij} > \delta_{D0}$, $j=1 \dots n$ (цілі із відповіддю РЛС не спостерігає) здійснюється формування відмітки цілі за даними впізнання. Методи та критерії ототожнення відміток є загальновідомими, але ототожнення міток упізнання з відмітками цілей, що виявлені або супроводжуються, мають особливості, що не враховуються у практично реалізованих алгоритмах. Розглядаються фактори, що впливають на формулювання критерію ефективності прив'язування та вибір порогових значень відстані: очікувана щільність "своїх" та "чужих" об'єктів; дані попереднього впізнання цілей, що супроводжуються; точності формування та обробки сигналів запиту і відповіді; помилки вимірювання координат, узгодження антен РЛС і запитувача. Пропонується двохетапний алгоритм прийняття рішень "Свій", "Чужий" або "Не впізнаний" на першому етапі з усуненням невизначеності об'єктів з ознакою "Не впізнаний" на другому етапі.

ОБМЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОСТОРОВИХ ВИМІРЮВАНЬ В РЛС З ФАЗОВАНОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ ВНАСЛІДОК ВПЛИВУ АТМОСФЕРНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ТА ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

*О.Л. Кузнецов, к.т.н.; О.В. Очуренко, к.т.н.; О.Б. Танцюра; О.Л. Мельник
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На сучасному етапі розвитку радіолокаційної техніки широке впровадження і використання мають РЛС з фазованою антенною решіткою (ФАР). В багатьох РЛС з ФАР кутові вимірювання забезпечуються використанням фазового методу, тобто, фазові зуви прийнятих сигналів в елементах ФАР містять інформацію про просторове положення цілі. Реальні умови поширення радіолокаційного сигналу є джерелом виникнення фазових флуктуацій в елементах ФАР, що порушують його когерентність і знижують точність вимірювання кутових координат цілі. Найбільш суттєвими з цих умов є наявність тропосферних неоднорідностей та відбиття електромагнітної хвилі від Земної поверхні. Тому питання чисельного оцінювання впливу флуктуацій фазового фронту хвилі на зниження точності вимірювання кутових координат цілі в РЛС з ФАР є актуальними. В доповіді розглядаються результати чисельного аналізу впливу неоднорідностей тропосфери та земної поверхні на зниження точності вимірювання кутових координат цілі в РЛС з ФАР. Надаються можливі значення помилок вимірювання кутових координат, які обумовлені вказаними факторами. Отримані результати аналізу дозволяють визначати обмеження якості просторових вимірювань сучасних РЛС, внаслідок реальних умов поширення радіолокаційного сигналу.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ОБСЛУГ ОГЛЯДОВИХ РЛС "СТАРОГО" ПАРКУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ТРЕНУВАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

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

При навчанні бойових обслуг оглядових РЛС "старого" парку передбачено використання апаратури імітації повітряної та перешкодової обстановки. Існуючі імітатори для цих станцій мають обмежені можливості щодо відображення радіолокаційної інформації на екрані індикаторів кругового огляду. Для розширення можливостей імітації повітряної та перешкодової обстановки в таких РЛС можливо використання тренувально-імітаційного комплексу типу "Віраж". Надано пропозиції щодо створення пристрою спряження цього комплексу з апаратурою РЛС. Такий пристрій може виконаний на базі мікропроцесорів серії АТmega. Запропоноване удосконалення імітації повітряної та перешкодової обстановок в РЛС "старого" парку дозволить з одного боку, покращити якість тренувань бойових обслуг, а, з іншого боку, підвищити об'єктивність оцінювання підготовленості особового складу при виконанні нормативів бойової роботи.

ЗНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ДОПЛЕРОВСЬКИХ ВИМІРЮВАНЬ ВНАСЛІДОК ВИПАДКОВИХ ФАЗОВИХ ВИКРИВЛЕНЬ, ЩО ОБУМОВЛЕНІ РЕАЛЬНИМИ УМОВАМИ ПОШИРЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ

*О.Л. Кузнецов, к.т.н.; А.А. Дорошенко; Р.С. Окороків; О.І. Койдан
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасні РЛС забезпечують вирішення задач визначення місцезнаходження і супроводження повітряних об'єктів. Атмосферні неоднорідності та умови відбиття радіолокаційного сигналу від земної поверхні є джерелом виникнення фазових флуктуацій радіолокаційного сигналу і, як слід, порушення його когерентності. В доповіді розглядаються питання, які пов'язані з чисельним аналізом впливу статистичних характеристик фазових флуктуацій прийнятого радіосигналу на точність вимірювання радіальної швидкості цілі. Результати аналізу дозволяють стверджувати, що точність вимірювання радіальної швидкості цілі може бути суттєво підвищена за рахунок оптимізації, яка полягає у врахуванні спільного впливу фазових флуктуацій радіоімпульсів прийнятого пачкового радіосигналу і адитивних шумових коливань. Проведений аналіз визначає можливості оцінювання обмежень у точності вимірювання радіальної швидкості цілі та обґрунтування доцільності проведення оптимізації вимірювання для сучасних зразків радіолокаційного озброєння у реальних умовах їх функціонування.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ВИДІВ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК»

*В.М. Купрій¹, к.т.н.; О.В. Висоцький¹; О.В. Сердюк¹; О.В. Євтушенко²; Є.А. Юфа³
¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²В/ч А1451;

³Національний університет оборони України

Дисципліна «Моделювання бойового застосування підрозділів РТВ» має на меті: навчити курсантів методам моделювання та оцінки ефективності бойового

застосування підрозділів радіотехнічних військ (РТВ); прищепити практичні навички з розробки та використання моделей бойового застосування підрозділів РТВ. Більше 60% часу відводиться на практичні заняття на яких курсанти поглиблюють, закріплюють та систематизуються теоретичні знання, набувають практичних навичок з розробки та використання моделей бойового застосування підрозділів РТВ. Особлива увага приділяється питанням оцінки ефективності бойового застосування підрозділів РТВ. Під час проведення практичних занять використовуються декілька програмних продуктів, таких як апаратно-програмний комплекс «Віраж», інформаційно-розрахункові системи «Аргумент» та «Оберіг», модель «Динаміка-4» та математичний редактор MathCAD. В доповіді приводиться методика, проведення занять, що сформована на основі досвіду проведення практичних занять з курсантами випускного курсу факультету РТВ ППО ХУПС. Крім того розглядаються проблемні питання, та можливі шляхи їх вирішення.

ОБҐРУНТУВАННЯ ОБСЯГУ ВИПРОБУВАНЬ НА ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНІСТЬ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНУ СУМІСНІСТЬ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

*А.А. Курило¹; Г.Г. Камалтинов², к.т.н., с.н.с.
¹в/ч А0156;*

²Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядаються питання визначення обсягу випробувань наземних радіолокаційних засобів (НРЛЗ) на електромагнітну сумісність (ЕМС) та перешкодозахищеність.

Обговорюється необхідність перегляду підходів до випробувань, що обумовлено зміною вимог нормативних документів та розвитком принципів створення НРЛЗ, які будується на інформаційних технологіях. Приводяться результати огляду методів випробувань НРЛЗ на ЕМС та перешкодозахищеність, що використовуються на даний час в Україні та інших державах, проаналізовано достатність об'єму перевірок на ЕМС та перешкодозахищеність. Обґрунтовується необхідність застосування додаткових методів випробувань сучасних НРЛЗ на ЕМС та перешкодозахищеність на відповідність до сучасних міжнародних вимог стосовно засобів інформаційних технологій, вимог щодо стійкості до впливу перешкод різного походження, які створюються у вільному просторі іншими технічними засобами, вимог щодо забезпечення стійкості роботи апаратури НРЛЗ при впливі електромагнітних імпульсів великої потужності та імпульсів малої тривалості.

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ СТРОБІВ ЗАПИТУ І ОТOTOЖНЕННЯ ПРИ АВТОМАТИЧНОМУ ДЕРЖАВНОМУ ВПІЗНАВАННІ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

О.С. Маляренко, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

У сучасних РЛС, що створюються як нові, або під час модернізації старого парку, реалізуються процедури автоматичного державного впізнання цілей. Для цього на підставі результатів визначення координат цілей формуються азимутальні строби запиту та азимутально-дальностні строби ототожнення й прив'язування міток упізнання до відміток цілей. Розглядаються фактори, які визначають розміри стробів за дальністю $\Delta D_{стр}$ і за азимутом $\Delta \beta_{стр}$: допуски на параметри запуску, сигналів запиту і відповіді; допуски на затримки сигналів у

лініях зв'язку та пристроях обробки запитувачів і відповідачів; еквівалентна (з урахуванням технічної реалізації придушення бічних пелюсток) ширина діаграми направленості антени запитувача; помилки визначення координат РЛС та запитувачем (його екстрактором); неузгодження азимуту антен (точність юстирування); помилка слідкування антени запитувача під час обертання; помилки екстраполяції координат центру стробу за рахунок непрогнозованого маневрування цілі між оглядами. Обговорюються можливі значення складових $\Delta D_{стр}$ і $\Delta \beta_{стр}$, які мають бути враховані під час реалізації алгоритмів автоматичного впізнання. Детально розглядається механізм створення можливих помилок екстраполяції центру стробу за рахунок маневрів цілі та оцінюються їх величини у залежності від дальності, курсу і швидкості цілі, спроможності цілі щодо маневру, темпу огляду РЛС.

МОДЕЛЮВАННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ АДАПТИВНОГО ФІЛЬТРА-КОРЕКТОРА ТА СИСТЕМИ СРЦ

О.В. Очкуренко, к.т.н.; О.Л. Кузнецов, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Низька стабільність несучої частоти зондувальних сигналів (ЗС) в деяких РЛС є домінуючим фактором, що призводить до зниження їх захищеності від пасивних перешкод. Знизити вплив частотної нестабільності на ефективність роботи системи селекції рухомих цілей (СРЦ) можна корекцією спектрів прийнятих сигналів завдяки введенню в приймальний тракт адаптивного фільтра-коректора (АФК). Показано, що для досягнення значення $K_{пв} = 35$ дБ шляхом адаптивної корекції спектрів ехосигналів, наприклад для типової РЛС П-37 з $\tau_{имп} = 2,7$ мкс, необхідно забезпечити середньоквадратичне відхилення несучої частоти ЗС на вході системи СРЦ не більше 2,1 кГц. Ця величина являє собою припустиму загальну похибку, яка обумовлена похибкою вимірювання нестабільності несучої частоти ЗС та похибкою настройки частотної характеристики АФК. Проаналізований шляхом математичного моделювання вплив точності перестроювання АЧХ адаптивного фільтра-коректора на ефективність роботи системи СРЦ. Результати математичного моделювання свідчать про те, що реально досягнуті точність виміру значення несучої частоти зондувальних сигналів та точність настроювання АЧХ фільтра-коректора на нову частоту, практично не знижують його ефективність. Показано, що при середньоквадратичних відхиленнях несучої частоти ЗС на 10...20% відносно ширини спектра сигналу різниця значень $K_{пв}$ між теоретично ймовірними результатами, які можливі при безпомилковій роботі АФК, та результатами моделювання не перевищують 0,8 дБ.

КОМПЕНСАТОР ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД, АЛГОРИТМ ДІЇ ЯКОГО РЕАЛІЗУЄ ПОДВІЙНЕ ДИСКРЕТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ З ОДНОЧАСНИМ ВІДНОВЛЕННЯМ УРАЖЕНИХ СКЛАДОВИХ КОРИСНОГО СИГНАЛУ В КЕПСТРАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

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

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

В доповіді узагальнюються результати досліджень, присвячених створенню компенсатора імпульсних перешкод, алгоритм дії якого реалізує подвійне дискретне перетворення Хартлі (ДПХ) з одночасним відновленням уражених складових корисного сигналу в кепстральній площині. Наведена структурна схема алгоритму відновлення (регенерації). Завдяки візуально-імітаційному моделюванню ро-

боти компенсатора показано, що за рахунок відновлення відповідних уражених складових корисного сигналу в кепстральній площині та повторного ДПХ, відбувається суттєве зменшення ефекту «бланкування» квадратурних складових сигналу за рахунок компенсації несинхронної імпульсної перешкоди (НІП), як наслідок, модулі спектральної щільності ехо-сигналу цілі у визначених фазових фільтрах ДПХ не зменшуються. Оцінка ефективності роботи компенсатора проводилась для випадку дії на когерентно-імпульсну РЛС несинхронних імпульсних перешкод, що уражають один дискрет дальності визначеної частотної пачки.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА УГРУПОВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК

О.В. Пуховий

Національний університет оборони України

Угрупування радіотехнічних військ (РТВ), як і будь-яке угруповання військ можна розглядати як складну систему військового призначення організаційного типу. Основний метод побудови моделей функціонування складних систем заключається в декомпозиції за функціональною та матеріальною ознакою, математичному опису елементів структури, їх взаємодії між собою та з зовнішнім середовищем. Це дає можливість описати угруповання РТВ багаторівневою системою моделей, на найнижчому рівні якої знаходяться математичні моделі функціонування окремих об'єктів, таких як радіолокаційна станція (РЛС), пункт управління і т.д. Основним змістом функціонування РЛС в ході бойового застосування є пошук повітряного об'єкта, виявлення, опізнання повітряного об'єкта, обробка і передача інформації споживачам. Крім того, РЛС може здійснювати маневр на нову позицію з метою нарощування (відновлення) радіолокаційного поля, створення радіолокаційних смуг попередження, виведення з-під удару, відновлення боездатності радіотехнічних підрозділів. Таким чином, функціонування РЛС в часі розглядається як процес переходу з одного стану в інший. Взаємодіючи з зовнішнім середовищем, в кожен момент часу РЛС може знаходитись в одному з можливих станів. В доповіді запропонована аналітико-стохастична модель застосування мобільної РЛС, отримані функції ймовірностей станів РЛС, обґрунтовані інтенсивності переходів у відповідні стани РЛС в ході бойового застосування угруповання РТВ та представлені аналітичні вирази для їх розрахунків, що надасть змогу обґрунтувати оптимальні способи застосування угруповання РТВ.

УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ КВАРЦОВОГО ГЕНЕРАТОРА ЗІ СКЛАДНОЮ СХЕМОЮ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТОЮ

*К.В. Садовий, к.т.н., доц.; О.М. Дзідора; О.В. Коломійцев, к.т.н., с.н.с.;
О.О. Сосунов, к.т.н., доц.; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Якість передачі інформації в інформаційних системах залежить від стабільності частоти синхронізуючих сигналів. Найбільш поширеними опорними генераторами, які використовуються в системах передачі інформації, є кварцові автогенератори (КАГ). Одним з методів підвищення стабільності частоти кварцових автогенераторів є модуляційний метод кварцової стабілізації частоти. З аналізу суті модуляційного методу кварцової стабілізації частоти витікає, що еталонна модель системи стабілізації частоти формується з використанням стабілізуючих властивостей динамічних модуляційних характеристик (ДМХ) КАГ. Це потребує обґрунтування адекватності їх вла-

стивостей власне властивостям амплітудно- і фазочастотних характеристик (АЧХ та ФЧХ) кварцових резонаторів в рамках необхідних умов побудови системи кварцової стабілізації частоти. Керування частотою вихідного коливання КАГ можливо здійснювати за допомогою однієї або декількох ДМХ. В обох випадках необхідно розділити кола керування основною і ангармонічними частотами, що, зокрема, можливо при використанні п'єзоелектричних фільтрів (наприклад, на основі лантан-галієвого силікату, скорочено, лангаситу, які мають, порівняно з кварцовими фільтрами більш широку смугу пропускання, і, як наслідок, більш широкі можливості по перестройці частоти при високій стабільності електричних параметрів). У доповіді показана удосконалена математична модель кварцового генератора, яка необхідна при вивченні стабілізуючих властивостей функцій ДМХ з урахуванням впливу внутрішніх і зовнішніх шумів кіл корекції основної і ангармонічної частот кварцового автогенератора. Отримана математична модель кварцового автогенератора з урахуванням параметрів конкретної схеми та їх флуктуацій, яка дозволяє у подальшому проводити аналіз поведінки функцій динамічних модуляційних характеристик.

МОЖЛИВОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ АКТИВНО-ПАСИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

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 та впровадження перспективних методів ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі зумовлює необхідність розвитку систем виявлення та визначення координат повітряних об'єктів (ПО). Підвищення якості виявлення та точності визначення координат ПО можливе за рахунок комплексування радіотехнічних засобів, які функціонують в різних частотних діапазонах та мають різні принципи побудови. За теперішнього часу різноманітні джерела радіовипромінювань створюють суцільні електромагнітні поля у яких забезпечується можливість виявлення ПО. У зв'язку з цим є актуальним питання комплексування каналів активної та пасивної радіолокації, які забезпечують сумісну просторово-часову обробку ансамблів сигналів та працюють за принципом інформаційного доповнення. Розглянута структурна схема комплексної багатоканальної системи просторово-часової обробки ансамблів сигналів у вигляді корелятора-оцінювача. Проведено аналіз формування імпульсу виявлення ПО як по сукупному сигналу, так і шляхом об'єднання результатів виявлення ПО в окремих каналах. Показано, що побудова такої системи можлива при використанні адаптивної сумісної просторово-часової обробки ансамблів сигналів на базі антенних решіток, адаптивного оцінювання спектрально-кореляційних властивостей сигналів, що приймаються, формуванні адаптивного порогу виявлення в кожному елементі розрізнення по параметрах, що вимірюються.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РЕЖИМІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА УЗГОДЖЕНОЇ ОБРОБКИ ДЧМ СИГНАЛІВ

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

На шляху створення універсальних (багатофункціональних) РЛС виникає протиріччя, згідно з яким розширення функціональних можливостей РЛС вимагає використання різних систем сигналів, для обробки яких необхідно мати відповідну кількість трактів узгодженої обробки. При створенні нових РЛС слід віддавати перевагу

системам сигналів, які забезпечують вирішення задач за призначенням при відносній простоті пристроїв обробки. Застосування дискретних частотноманіпульованих (ДЧМ) сигналів дозволяє забезпечити потрібне часове стиснення сигналів, необхідну точність вимірювання координат, перешкодозахищеність та електромагнітну сумісність. Для забезпечення функціональності РЛС необхідно передбачити можливість управління параметрами зондувального ДЧМ сигналу шляхом зміни його тривалості, потужності та закону частотної маніпуляції. У доповіді пропонуються можливі варіанти випромінювання та узгодженої обробки ДЧМ сигналів для забезпечення високої ефективності ведення радіолокаційної розвідки, а також розглядаються проблеми, які потребують додаткового вивчення. Показані можливості адаптивного підходу до визначення режимів функціонування РЛС з урахуванням особливостей цільової та перешкодової обстановки. Основною ідеєю доповіді є розробка пропозицій щодо створення сучасної універсальної радіолокаційної системи з одним типом зондувальних сигналів.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СИЛОВОЇ БОРЬБИ В РЛС ВИЯВЛЕННЯ В УМОВАХ ВПЛИВУ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ПЕРЕШКОД

О.В. Тесленко¹, к.т.н., доц.; С.В. Сомов², к.т.н., доц.;

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Застосування засобів повітряного нападу в сучасних умовах завжди супроводжується постановкою активних шумових перешкод, що призведе до стиснення зони виявлення РЛС та появи секторів придушення РЛС в напрямках на постановник активних шумових перешкод. Застосування методу силової боротьби (збільшення енергетичного потенціалу РЛС) дозволяє визначати координати цілей при їх прикритті постановником активних шумових перешкод та забезпечує зменшення стиснення зони виявлення та секторів придушення РЛС. Нарощування енергетичного потенціалу РЛС сучасного парку доцільно проводити за рахунок адаптивної зміни тривалості зондувального сигналу в залежності від зовнішньої перешкодової обстановки. Для збільшення енергії зондувального сигналу запропоновано використання ФКМ сигналів модульованих М-последовностями та кодами Баркера різної тривалості. Вибір тривалості коду відбувається за рахунок вимірювання та порівняння рівня шумів в основному та додаткових каналах прийому РЛС. Приведені розрахунки залежності коефіцієнта стиснення зони виявлення РЛС в різних перешкодових обставинах при застосуванні адаптивного зондувального сигналу та розраховані параметри виявлення. Надані рекомендації щодо використання зондувальних сигналів довгої тривалості та використання спеціальних режимів роботи РЛС в умовах застосування активних шумових перешкод.

ПОЛІПШЕННЯ ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЛС 35Д6

Н.П. Чорнобородова¹; М.П. Чорнобородов², к.т.н., доц.

¹ВАТ "Перетворювач";

²Запорізький національний технічний університет

Для забезпечення захищеності від впливу як природних, так й штучно створених пасивних перешкод, у радіолокаційній станції (РЛС) 35Д6 селекція рухомих цілей здійснюється за допомоги пристрою стабілізації рівня хибних тривог за радіальною швидкістю руху об'єктів на основі цифрових фільтрів, втілених методом дискретного перетворення Фур'є (ДПФ). Такий спосіб формування зони ре-

жекції дозволяє отримувати її ширину більшу за $F_n/2$ (де F_n – частота повторення імпульсів зондування), й істотно зменшити рівень втрат корисних сигналів порівняно до пристроїв черезперіодного віднімання (компенсації). Але у такий спосіб не вдається їх цілком позбутися. З метою мінімізації втрат у швидкісній характеристиці (ШХ) РЛС 35Д6 було виконано багатовимірну оптимізацію вагових функцій ДПФ. Отримано, що шляхом заміни штатних вагових функцій на оптимальні, у різних режимах роботи можливе зменшення втрат на 13...16% в умовах впливу пасивної перешкоди (завжди поліпшення ШХ) й на 6...13% на тлі лише шумів. Отримане поліпшення швидкісної характеристики полягає не лише у зменшенні кількості втрат, але й у підвищенні ймовірності вірного виявлення до 10% у певних смугах радіальних швидкостей. Проведені дослідження виявили неузгодженість періодів повторення імпульсів зондування з властивостями як штатних вагових функцій, так й запропонованих. Ця неузгодженість полягає у можливості досягнення (для певного набору вікон) істотного поліпшення ШХ лише в одних метеоумовах (до 28%) й малою – в інших (до 3%). І навпаки (для іншого набору вікон).

ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ІМІТАЦІЇ СИСТЕМИ КОЛИВАННЯ РАДІОВИСОТОМІРІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ-ВИСОТОМЕТРИСТІВ

*С.В. Яровий, к.т.н.; Т.А. Скуратівський; І.В. Якименко
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Підготовка бойових обслуг РЛС "старого" парку передбачає використання апаратури імітації як повітряної і перешкодової обстановки, так і, насамперед, апаратури імітації обертання (коливання) антени РЛС. Останнє дозволяє в умовах „радіомовчання” і значної економії енергоресурсів забезпечувати якісну підготовку операторів РЛС. Сьогодні існує багато імітаторів обертання оглядових РЛС, як вбудованих в апаратуру, так і виконаних окремо. В цей же час імітаторів коливання радіовисотомірів майже не існує. Значна чисельність рухомих радіовисотомірів в Повітряних Силах ЗС України, необхідність збереження ресурсу апаратури і, водночас, високий рівень підготовки бойових обслуг вимагає довготривалого їх тренування. Надано пропозиції щодо створення електронним способом розгортки висоти на екрані індикатора висоти рухомого радіовисотоміру з подальшою імітацією сигнальної і перешкодової обстановки. Запропонований спосіб дозволить з одного боку, покращити якість тренувань бойових обслуг, підвищити об'єктивність оцінювання підготовленості особового складу при виконанні нормативів бойової роботи, з іншого боку зберегти енергоносії і ресурс апаратури радіовисотомірів.

СУМІСНА ОБРОБКА РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ РІЗНОТИПНИХ ЗАСОБІВ В АКТИВНІЙ БАГАТОПОЗИЦІЙНІЙ СИСТЕМІ З НЕСИНХРОННИМ ОГЛЯДОМ ПРОСТОРУ

Р.В. Вареник¹; І.С. Коренівська²; В.В. Мороз²; к.т.н. с.н.с. С.С. Рошупкін¹

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

²Національний університет оборони України

В доповіді розглянуті питання сумісної обробки радіолокаційної інформації різнотипних засобів в активній багатопозиційній системі з несинхронним оглядом простору. Запропоновано алгоритми вимірювання параметрів руху повітряних об'єктів, оптимальні за критеріями мінімуму систематичної похибки та мінімуму середньоквадратичного відхилення параметрів, що вимірюються. Наведені пропозиції щодо використання наведених алгоритмів.

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ І ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЦІЛІ В ОГЛЯДОВИХ РЛС РТВ, ЗРВ

М.П. Батуринський, к.т.н., с.н.с.; А.Л. Ковтунов;

С.П. Леценко, д.т.н., с.н.с.; Л.В. Польшина

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Оглядіві РЛС, як правило, видають тільки сферичні координати цілі. Сучасні методи обробки сигналів не дозволяють одержати однозначно інформацію про радіальну швидкість цілі в імпульсних РЛС із використанням вузькосмугових сигналів. Пропонується рішення проблеми за допомогою використання широкосмугових сигналів, що забезпечують розрізнення елементів повітряної цілі по дальності. Відсутність апріорної інформації про форму прийнятого сигналу не дозволяє застосовувати для виявлення «класичні» алгоритми. Запропоновано алгоритми виявлення відбитого від цілі широкосмугового сигналу на основі аналізу, взаємної часової затримки суміжних луна-сигналів й закону зміни значень коефіцієнтів взаємної коваріації відліків у сусідніх імпульсах пачки. Обґрунтовано критерій виявлення початку й кінця пачки відбитих сигналів. У результаті накопичення суми часових затримок у межах виявленої пачки й згладжування кривої методом найменших квадратів отримана оцінка радіальної швидкості цілі. Отримані оцінки залежності середньо квадратичної помилки виміру швидкості від відношення сигнал-шум та типу цілі, що супроводжується. Розглянуто можливість побудови альтернативних моделей вимірювачів радіальної швидкості.

АЛГОРИТМ ОТОТОЖНЕННЯ КУТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ТРИАНГУЛЯЦІЙНОМУ МЕТОДІ ПАСИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ

Х.А. Турсунходжаєв, д.т.н., проф.; О.Ю. Лавров; О.В. Броварний

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Одним із завдань, що потребують вирішення при триангуляційному методі локації постановників активних перешкод, є завдання об'єднання кутомісцевих і азимутальних даних з метою розрахунку просторових координат. Таке об'єднання здійснюється шляхом використання надмірності кутомісцевих або азимутальних даних по постановникам активних перешкод, вимірних пеленгаційними пунктами. У доповіді розглядаються алгоритми та їх показники якості при довільному орієнтуванні постановників перешкод щодо пеленгаційних пунктів. Наведені співвідношення та результати статистичного випробування дозволяють оцінити можливості розглянутих методів.

ПРИНЦИПИ СУПРОВОДЖЕННЯ МАНЕВРУЮЧИХ ЦІЛЕЙ. АНАЛІЗ СИСТЕМАТИЧНИХ ТА ВИПАДКОВИХ ЦІЛЕЙ

Х.А. Турсунходжаєв, д.т.н., проф.; О.Ю. Лавров; А.Ю. Буряк

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Алгоритми вторинної обробки РЛП передбачають знання моделей траєкторій цілей, які супроводжуються. При розбіжності реальної і супроводжуваної траєкторії можуть виникнути систематичні похибки. Останні можуть привести до зриву супроводу цілі. Забезпечення безперервності супроводу цілі вимагає рішення задачі виявлення маневру цілей і приведення алгоритму траєкторної обробки з урахуванням оці-

нення параметрів реальної моделі. Іншим, менш ефективним з точки зору показників якості оцінюваних координат, є спосіб, що мінімізує сумарну похибку, що включає як систематичні, так і випадкові похибки. Такий підхід дозволяє використовувати досить прості алгоритми вторинної обробки, які вимагають коректування лише коефіцієнта при нев'язці рекурентного алгоритму. Значення цього коефіцієнта попередньо може бути отримано на основі статистичного випробування реалізованого в АСУ алгоритму для різних видів маневру. При цьому найбільш ефективним є той алгоритм, який мінімізує суму квадрата систематичної і дисперсії випадкових помилок.

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*В.В. Казімірова, к.т.н.; С.Г. Котенко; О.О. Можаяв, к.ф.-м.н., с.н.с.
Національний технічний університет «ХПИ»*

Одночасно з розробкою нових ТКС велика увага повинна приділятися і на здійснення експертизи якості функціонування існуючих та перспективних ТКС. Процес експертної діяльності повинен бути спрямований на формування експертних оцінок, заснованих на аналізі узагальнених показників якості. В даний час поглиблюється об'єктивне протиріччя між суб'єктивним характером прийняття експертного рішення за результатами аналізу ТКС, з одного боку, і зростанням ступеня автоматизації процесу побудови ТКС. Однією з складових частин розв'язання цього протиріччя є проведення моделювання процесів функціонування складних інформаційних систем. Метою даного доповіді є рішення актуальної задачі створення за допомогою теорії масового обслуговування математичної моделі функціонування існуючих та перспективних ТКС для автоматизації проведення експертних оцінок. У доповіді приведено приклад експертної оцінки здійсності вимог до ймовірності обслуговування заявок на ділянці мережі з використанням СМО з відмовами, багатоканальні СМО з очікуванням та змішані СМО. В результаті аналізу було встановлено, що математичний апарат теорії масового обслуговування охоплює широкий клас СМО з простими і рекурентними потоками і може бути використаний для формування експертних оцінок якості проектних рішень по конфігурації тієї, що розробляється ТКС. Такими оцінками можуть бути, наприклад, оцінки здійсності вимог до пропускної спроможності системи на основі аналізу: 1) прийнятої розробником структури системи; 2) технічних характеристик елементів системи, що припускаються до використання (тип і кількість каналів передачі, буферна ємкість і швидкодія маршрутизаторів і т.д.); 3) алгоритмів функціонування окремих підсистем і проектованої ТКС в цілому. Трудність аналітичного дозволу рівнянь стану для СМО великої розмірності робить доцільним застосування для їх дослідження методів імітаційного моделювання і чисельних методів розрахунку на ПЕОМ.

МОЖЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ФОРМУВАННЯ НЕКОГЕРЕНТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЛЧМ РАДІОІМПУЛЬСІВ РЛС З РОЗПІЗНАННЯМ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ І КОРЕЛЯЦІЙНО-ФІЛЬТРОВИМ МЕТОДОМ ОБРОБКИ

В.А. Степаненко, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасні РЛС повинні вирішувати велику групу завдань, зокрема, завдання розпізнання цілей. Одним з шляхів вирішення задачі розпізнання є використання широкосмугових, зокрема, ЛЧМ сигналів та аналізом радіолокаційних портретів цілі по

дальності. Аналіз показує, що необхідна для цього ширина спектра сигналу (девіація частоти) складає десятки – сотні мегагерц. При існуючих параметрах узгоджених фільтрів ЛЧМ сигналів з девіацією частоти десятки мегагерц найбільш раціональною є кореляційно-фільтрова схема обробки ЛЧМ сигналів. Така схема обробки дозволяє стиснути ЛЧМ сигнал з девіацією частоти сотні мегагерц фільтром з девіацією частоти десятки мегагерц без втрати інформації по дальностному портрету цілі. Це потребує формування трьох ЛЧМ радіоімпульсів: з девіацією, яка дорівнює смузі фільтра, з девіацією, яка необхідна для розпізнання. З метою зменшення спотворень сигналів при формуванні та обробці доцільно формувати усі ЛЧМ сигнали одним пристроєм. Запропоновано метод одноканального формування ЛЧМ радіоімпульсів з різними девіаціями частоти за рахунок використання ламп зворотної хвилі (ЛЗХ). Розроблені функціональні та принципові схеми одноканального збуджувача, які поєднують в собі одночасно схеми модулятора та генератора НВЧ ЛЧМ радіоімпульсів з різними девіаціями частоти. Приведена методика розрахунку таких збуджувачів.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ СХЕМОТЕХНІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ MICRO CAP 7.0 ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЛАБОРАТОРНОДОСЛІДНОГО МОДУЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ФАЗОМАНІПУЛЬОВАНОГО СИГНАЛУ НА ФОНІ ШУМУ

В.А. Степаненко, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Фізична реалізація дослідження оптимальної фільтрації фазоманіпульованих (ФМ) сигналів потребує досить складного і дорогого обладнання. Саме дослідження у цьому випадку за допомогою контрольно-вимірної апаратури також складне і вимагає багато часу. Схемотехнічне моделювання оптимальної обробки сигналів дозволяє суттєво зменшити обсяг апаратури та часу дослідження і тому є доцільним при виконанні лабораторних робіт з дисципліни “Сигнали та процеси в радіотехніці”. Стандартна бібліотека програми схемотехнічного моделювання MICRO CAP 7.0 не містить моделі ФМ сигналів, джерел перешкод (шумів) і схем оптимальної фільтрації. У зв'язку з цим була створена модель джерела ФМ сигналу у вигляді 11-елементного коду Баркера, модель джерела перешкоди (шуму) та модель оптимального фільтра, узгодженого з кодом Баркера. Окрім того, для визначення дисперсії шумів та відношення сигнал/шум на виході фільтра була розроблена модель блоку виміру дисперсії. Розроблена модель обробки в цілому дозволяє дослідити імпульсну та частотну характеристики оптимального фільтра, автокореляційну функцію ФМ сигналу, вихідний сигнал фільтра при дії на вході суміші ФМ сигналу та шуму, розрахувати відношення сигнал/шум на виході фільтра.