

## **СЕКЦІЯ 7**

### **ТАКТИКА РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК, РОЗВИТОК ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ РТВ**

Керівники секції: полковник С.Д. Вишневський;  
д.т.н. доцент полковник К.С. Васюта  
Секретар секції: к.т.н. капітан М.М. Ясечко

#### **ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ У МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІЙ СИСТЕМІ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ**

*С.Д. Вишневський<sup>1</sup>; С.М. Ковалевський<sup>2</sup>; К.С. Васюта,<sup>2</sup> д.т.н., доц.;  
Ю.М. Седишев<sup>2</sup>, д.т.н., проф.*

<sup>1</sup>*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*  
<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Особливістю сучасних локальних конфліктів є їх швидкість, насиченість різними формами і способами застосування високоточної зброї. Як правило, наземній операції передує масштабна повітряно-космічна операція, що, в свою чергу підвищує значення системи протиповітряної оборони (ППО). Сучасні системи ППО базуються на мережецентричних (знання центричних) принципах побудови та взаємодії у єдиному інформаційному просторі з використанням багатопозиційних та багатоканальних радіолокаційних систем, що об'єднуються у єдину систему (мережу) ППО. Багатопозиційна радіолокація у такій системі (мережі) дозволяє: отримати можливість формування складних просторових зон огляду, покращити використання енергії у системі, підвищити імовірність правильного виявлення усіма радіолокаційними станціями (РЛС) мережі і точність вимірювання місцеположення цілей у просторі, вимірювати повний вектор швидкості цілей, підвищити перешкодозахищеність систем, а також збільшити надійність виконання тактичних завдань. В той же час, це висуває більш жорсткі вимоги до РЛС, що входять у мережецентричну систему. По-перше, необхідно отримати з радіолокаційного об'єму максимальну кількість інформації, по-друге, необхідно отримати як можна більш «тонкий» інструмент для її аналізу, забезпечити при цьому високу перешкодозахищеність (скритність) системи. Одним з рішень указаних проблем є використання ортогональних сигналів у РЛС мережецентричної системи ППО. Таким РЛС притаманні наступні переваги: більша кількість ступенів свободи і більша гнучкість у змінах характеристик, особливо при використанні цифрових антенних решіток. У доповіді аналізуються переваги багатопозиційних РЛС у мережецентричній системі ППО при виявленні цілей та вимірі їх місцеположення у просторі.

#### **РЕКОМЕНДАЦІ ЩОДО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ УГРУПОВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК У СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЯХ**

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

Досвід локальних війн та збройних конфліктів, результатів навчань та моделювання свідчить про недостатню ефективність бойового застосування угруповання радіотехнічних військ (РТВ) в умовах ведення сучасних операцій, специфічною особливістю яких є те, що система розвідки повітряного противника, осно-

вою якої є угруповання РТВ стає об'єктом першочергового впливу противника. Під час повітряної фази операції з метою забезпечення інформаційної переваги в районі бойових дій передбачається виведення її з ладу противником, що може призвести до зниження ефективності протиповітряної оборони військ та об'єктів, що прикриваються. Наведене зумовлює актуальність теми доповіді. В доповіді запропоновано рекомендації щодо просторово-часового застосування угруповання РТВ, а саме порядку ведення радіолокаційної розвідки, видачі радіолокаційної інформації споживачам в залежності від їх вимог у часі, здійснення маневру радіотехнічними підрозділами у ході відбиття удару засобів повітряного нападу (ЗПН). За рахунок цього знижується радіоелектронна помітність угруповання РТВ, а тим самим зменшуються втрати угруповання РТВ, що дозволяє виконати завдання з необхідною ефективністю мінімальним складом сил та засобів.

### **УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВАРІАНТУ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ УГРУПОВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК**

*О.В. Пуховий; В.М. Горбенко, к.військ.н., доц.; І.М. Коркиценко  
Національний університет оборони України*

Обґрунтованість прийняття рішення на застосування військ є одним з шляхів підвищення ефективності бойових дій, так як забезпечує найбільш повне та ефективне використання сил та засобів для досягнення мети бойових дій. Тому питання визначення раціонального варіанту застосування військ для виконання визначених завдань з необхідною ефективністю при мінімальній затраті сил та засобів є надзвичайно важливим. В доповіді запропоновано удосконалену методику визначення варіанту бойового застосування угруповання радіотехнічних військ (РТВ), яка може бути використана під час вироблення замислу бойового застосування угруповання РТВ. Методика дозволяє визначити раціональний спосіб бойового застосування угруповання РТВ у конкретних умовах обстановки, що забезпечує максимальну ефективність бойового застосування з мінімальними затратами. Новизна методики є у визначенні раціонального варіанту бойового порядку угруповання РТВ та плану управління бойовим застосуванням угруповання РТВ у ході відбиття удару засобів повітряного нападу (ЗПН), який базується на розпізнаванні тактичних ситуацій в ході бойового застосування, які пов'язані з формуванням вектору вимог споживачів радіолокаційної інформації у просторі та часі і введенні в дію відповідного варіанту бойового порядку угруповання РТВ, що зумовлює більш обґрунтоване використання сил та засобів.

### **УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ УГРУПОВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК**

*О.В. Пуховий  
Національний університет оборони України*

Зростання ролі протиповітряної оборони (ППО) зумовлює необхідність підвищення ефективності бойового застосування угруповання радіотехнічних військ (РТВ), яке здійснює радіолокаційне забезпечення бойових дій вогневих засобів протиповітряної оборони (ППО). Прийняття рішення на бойове застосування угруповання РТВ здійснюється на основі оцінювання прогностичної ефективності бойового застосування під час планування. Це дозволяє більш обґрунтовано спланувати бойове застосування угруповання РТВ для виконання визначених завдань з необ-

хідною ефективністю. В доповіді запропоновано удосконалену методику оцінювання ефективності бойового застосування угруповання РТВ, яка може бути використана під час планування бойового застосування угруповання РТВ. Методика базується на удосконаленій методиці визначення варіанту бойового застосування угруповання РТВ, яка враховує динаміку функціонування угруповання РТВ в залежності від вимог органів управління та вогневих засобів ППО в радіолокаційній інформації в часі, що дозволяє більш об'єктивно оцінити ефективність бойового застосування і обґрунтовано спланувати бойове застосування угруповання РТВ для виконання визначених завдань при мінімальній затраті сил та засобів.

### **ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РТВ НА СЕРЕДНЬОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ**

*О.М. Бовкун, к.т.н., доц.; О.О. Головін, к.т.н., с.н.с.;*

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

*ЦНДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України*

Одним із найбільш значимих факторів, які впливають на спроможність радіотехнічних військ (РТВ) виконувати завдання за призначенням, є працездатність радіоелектронної техніки (РЕТ), якою оснащені частини та підрозділи військ. На даний час технічний стан РЕТ РТВ можна характеризувати як критичний. Це обумовлено рядом об'єктивних факторів: зростання інтенсивності експлуатації РЕТ РТВ через підвищення інтенсивності повітряного руху над Україною; низький середньорічний рівень постачань нової техніки; зменшення обсягів щорічних бюджетних асигнувань на розроблення (модернізацію) і закупівлю нової техніки; скорочення частин і підрозділів РТВ відповідно до запланованого зменшення чисельності ЗС України. Таким чином, гостро встає питання підтримання РЕТ РТВ у працездатному стані для забезпечення заданих інформаційних можливостей угруповання РТВ в сучасних умовах. Авторами обґрунтовується ряд організаційно-технічних заходів з вирішення зазначених питань з урахуванням нових євроінтеграційних принципів забезпечення безпеки держави. Розглянуті можливості і пріоритетність їх реалізації у середньостроковій перспективі.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ РТВ З ПИТАНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ**

*Д.А. Гриб<sup>1</sup>, к.військ.н., с.н.с.; А.Н. Колесник<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Д.А. Дончак<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Підвищення достовірності прогнозу і зменшення робітного часу органів управління, які займаються організацією експлуатації РЕТ шляхом автоматизації процесів збору і обробки інформації є актуальною задачею. Основною проблемою стає відсутність єдиного інформаційного середовища з комунікативними, накопичувальними, пошуковими функціями і функціями відображення, яке підвищувало б ефективність виконання функціональних обов'язків керівного інженерного складу. Інформаційне забезпечення контролю та прогнозування технічного стану РЕТ РТВ пропонується розвивати на основі існуючої підсистеми в межах інженерно-радіоелектронного забезпечення на рівні: “служба озброєння бригади – відділ

РТВ ПвК – відділ експлуатації РЕТ РТВ” шляхом розгортання АРМ керівного інженерного складу. АРМ дозволить вносити інформацію про зразки РЕТ та отримувати прогнозовані оцінки експлуатаційних показників РЕТ, параметрів чергового радіолокаційного поля, очікуваних витрат коштів на відновлення ресурсу та підтримку боездатного стану РЕТ.

Розрахункові задачі формалізовані за результатами вивчення описів стандартних процедур планування, аналізу, звітування та контролю, що використовуються під час службової діяльності в військових органах управління, висунути вимоги до переліку та обсягу завдань, які повинні вирішуватися на АРМ головного інженера радіотехнічних військ.

## **МЕТОДИ ТА ПРИСТРОЇ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Д.А. Дончак*

*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Розглядається стан та проблеми оцінки технічного стану системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України. Формулюється методика оцінки 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 їх розрахунку. Формулюється метод визначення граничного стану зразків радіоелектронної техніки радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Пропонується варіант автоматизації процедур аналізу та прогнозування технічного стану радіоелектронної техніки системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України, методика розрахунку втрат та потреб для відновлення радіоелектронної техніки. Надаються методичні рекомендації щодо розрахунку потреб на підтримку справного стану і продовження ресурсних показників радіоелектронної техніки. Обговорюються напрямки створення та технічної реалізації пристроїв автоматизованого контролю технічного стану радіолокаційних станцій з аналоговою обробкою сигналів з метою забезпечення практичної реалізації автоматизованої системи контролю та прогнозування технічного стану засобів радіолокації радіотехнічних військ.

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

*Р.С. Окорков; Г.В. Худов, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На сучасному етапі розвитку військової техніки іноземних держав відомо, що основними засобами технічної розвідки є засоби видової космічної розвідки. Основною складністю по приховуванню радіотехнічного підрозділу є наявність характерних для кожного виду позицій демаскуючих ознак, які добре помітні з космосу та розкривають місце розташування радіотехнічних підрозділів та їх бойові порядки. З аналізу сучасного стану та досвіду експлуатації озброєння і військової техніки радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України відомо, що заходи про-

тидії засобам видової космічної розвідки практично не виконуються та не сформовані. Отже, у теперішній час при виконанні бойових завдань радіотехнічними підрозділами сформувався протиріччя між необхідністю протидії засобам видової космічної розвідки та сучасним станом справ з цього питання в радіотехнічних військах. Для вирішення указанного протиріччя в роботі розроблено пропозиції щодо протидії засобам видової космічної розвідки противника та зменшення впливу демаскуючих ознак бойових порядків радіотехнічних підрозділів.

### **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНИХ МОДЕЛЕЙ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ ОБСЛУГ (ЗМІН) РОЗПОДІЛЕНИХ ПУНКТИВ УПРАВЛІННЯ**

*Д.В. Антонов*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Головне завдання яке вирішує розробник програмних моделей згідно вимог оперативного завдання замовника – це якомога точна відповідність розробленої програмної моделі існуючому оригіналу. Але вже під час тестування моделі постають вочевидь зрозумілі питання щодо поліпшення якості та зручності роботи з моделлю. Найчастіше це полягає у додаванні деяких процедур та функцій, відсутніх у оригіналі, тому «що стоїть у військах». Це призводить до результату коли розроблена програмна модель не в повній мірі відповідає оригіналу, але більш зручна у користуванні.

Питання зручності використання розробленої моделі дуже важливе, тому що зручність дозволяє прискорити деякі процеси автоматизації (зчитування інформації, ведення формуляру, доповіді), що однозначно впливає на швидкість проходження інформації по ланцюгу управління. У випадку якщо розроблена програмна модель відповідає оригіналу але не зручна у користуванні людина буде прагнути використовувати старий але перевірений шлях автоматизації процесів, ніж новий але не зручний. Наведені особливості дозволять визначити процес розробки та створення програмних моделей як такий, що дозволяє внести пропозиції щодо поліпшення оригіналу без погіршення кінцевої мети розробки програмної моделі.

### **РОЗШИРЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИНХРОННИХ МУЛЬТИРАДАРНИХ МЕРЕЖ**

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

*Г.В. Худов, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналіз збройних конфліктів останніх десятиліть свідчить, що однією з основних тенденцій розвитку форм і способів застосування збройних формувань є перехід від концепції «платформно-центричної війни», де основний акцент робився на кількість озброєння та військової техніки, у бік «мережецентричних» війн.

Головною ідеєю «мережецентричної» війни є інтеграція всіх сил і засобів у єдиному інформаційному просторі, що дозволяє багатократно збільшити ефективність їх бойового застосування.

Впровадження мережевих технологій має за мету підвищення можливостей військ, але не за рахунок підвищення вогневих і маневрових характеристик окремих зразків озброєння, а, в першу чергу, за рахунок зменшення тривалості циклу бойового управління.

Завдання розвідки повітряного противника при бойовому застосування Збройних Сил (ЗС) України покладені на радіотехнічні війська (РТВ) Повітряних Сил (ПС) ЗС України. З урахуванням досвіду проведення комплексу навчань ЗС України «Адекватне реагування-2011», «Перспектива-2012» в роботі пропонується використання синхронних мультирадарних мереж, які є невід'ємною частиною системи розвідки повітряного простору. Сформульовано пропозиції щодо розширення бойових можливостей угруповання РТВ у синхронній мультирадарній мережі.

В роботі розглянуто об'єднання двокоординатних активних радіолокаційних станцій (РЛС) в мультирадарні мережі з метою визначення висоти повітряних цілей за рахунок використання багатобазових методів визначення координат. В роботі проведено аналіз можливостей двопозиційних та трипозиційних систем, які утворюються двокоординатними РЛС, щодо визначення висоти повітряних цілей. Обґрунтовано вимоги до точності визначення координат повітряних цілей в РЛС, які об'єднуються в мультирадарну систему, для забезпечення можливості визначення висоти, результати аналітичних розрахунків підтверджено результатами статистичного моделювання.

Для простішої мультирадарної системи у складі трьох РЛС проведена оцінка показників бойових можливостей, а саме: просторових (параметри радіолокаційного поля), імовірнісних (оцінка умовної імовірності правильного виявлення при фіксованому значенні умовної імовірності хибної тривоги), показники точності (середньоквадратичне відхилення визначення координат цілей).

Таким чином, виходячи з аналізу сучасного стану та бойових можливостей радіотехнічних підрозділів, аналізу завдань, що вирішуються РТВ, розширення бойових можливостей угруповань РТВ можливе за рахунок використання синхронної мультирадарної мережі засобів радіолокації (РЛС, радіолокаційних комплексів, рухомих радіовисотомірів), комплексів засобів автоматизації та засобів зв'язку.

Встановлено, що використання синхронної мультирадарної мережі дозволить створити єдину систему розвідки повітряного простору, що формує єдине інформаційне поле, основним призначенням якого є інформаційне забезпечення органів управління у масштабі часу, близьким до реального.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОЗИЦІЙ ТА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Г.Г. Камалтинов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; О.М. Колеснік<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*О.С. Маляренко<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; Л.В. Бейліс<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

<sup>2</sup>*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

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 відомчих систем потребує: розробки та вдосконалення постанов уряду, які визначають порядок спільного використання існуючих сил і засобів; завершення розробки, прийом на озброєння АСУ авіацією та ППО; поетапної розробки та впровадження засобів радіолокації подвійного призначення. Досвід провідних країн світу показує, що використання позицій подвійного призначення зберігає кошти на експлуатацію паралельно існуючих систем контролю повітряного простору і управління повітряним рухом, але потребує великих витрат на

етапі створення таких позицій і засобів. Зроблено висновок, що створення радіолокаційних позицій подвійного призначення можливо лише після внесення змін у існуючі законодавчі документи з питань використання повітряного простору. Сформульовані пропозиції щодо створення міжвідомчого органу, відповідального за координацію дій під час використання повітряного простору, внесення змін в існуючі керівні документи. Запропоновані можливі напрямки створення радіолокаційних засобів подвійного призначення, які потребують висування та погодження спільних вимог до радіолокаційних засобів, які б задовольняли як ДП ОПР "Украерорух", так і Міністерство оборони та значної фінансової підтримки.

### **МЕТОДИКА СИНТЕЗУ ГІБРИДНИХ АЛГОРИТМІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРИ КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*А.М. Артеменко<sup>1</sup>, к.т.н.; Г.В. Певцов<sup>2</sup>, д.т.н., проф.*

*<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При вирішенні задач класифікації повітряних об'єктів найбільш важливими є процедури виявлення об'єктів та прийняття рішень щодо присвоєння кожному об'єкту індексу належності. Сучасні методи класифікації повітряних об'єктів базуються на виявленні великої кількості кількісних та якісних ознак. Але до цього часу не синтезовані оптимальні однокрокові алгоритми прийняття рішень відносно належності об'єктів за сукупністю таких ознак.

Приводиться методика синтезу гібридних однокрокових багатоальтернативних алгоритмів прийняття рішень щодо належності повітряних об'єктів визначеним класам за сукупністю оцінок кількісних та якісних ознак. Гібридність алгоритмів, що синтезуються, полягає у сумісному застосуванні статистичного підходу для кількісних ознак та нечіткого – для якісних ознак. Пропонується методика оцінювання якості синтезованих алгоритмів.

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АВТОМАТИЧНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ, ЯКІ РОЗМІЩУЮТЬСЯ НА ВЕЖАХ, ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*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 спостерігається значне збільшення чисельності малої приватної авіації, яка діє на малих висотах. Це приводить до зростання кількості різного роду спроб незаконного використання повітряного простору та появи нових видів терористичних загроз з повітря. В сучасних умовах ефективне виконання завдань контролю повітряного простору неможливе без створення суцільного маловисотного радіолокаційного поля (РЛП) вздовж державного кордону України та у межах зон з особливим режимом використання повітряного простору. Створення суцільного маловисотного РЛП традиційними способами тягне за собою суттєве збільшення кількості підрозділів радіотехнічних військ, значних матеріальних та фінансових витрат. Показано, що раціональним шляхом вирішення цієї задачі є використання мережі автоматичних РЛС з дистанційним управлінням, які розміщуються на вежах. Проведено аналіз можливих варіантів та особливостей побудови таких РЛС. Обґрунтовано недоліки та переваги використання сантиметрового та дециметрового діапазонів довжин хвиль, а також використання в таких РЛС механічного обертання антени або кільцевих антенних

решіток. Проведено аналіз можливих варіантів та особливостей реалізації радіолокаційного впізнання літаків в мережі таких РЛС. Запропоновано способи підвищення точності визначення координат повітряних об'єктів за рахунок використання методів багатопозиційної локації. Запропоновано варіанти побудови перспективних автоматичних РЛС з урахуванням можливостей підприємств України, та визначено місце і роль мережі таких РЛС в системі контролю повітряного простору.

### **ДО ПРОБЛЕМ ВИЯВЛЕННЯ І СУПРОВОДЖЕННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗІ ШТУЧНО ЗНИЖЕНОЮ ЕФЕКТИВНОЮ ПЛОЩЕЮ ВІДДЗЕРКАЛЕННЯ**

*В.М. Дихановський<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с.; С.В. Поліщук<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Секція з оборонних проблем МО України при Президії НАН України;*

*<sup>2</sup>Національний університет оборони України*

Динамічний розвиток авіаційної техніки та широке впровадження технологій штучного зменшення ефективної поверхні віддзеркалення (ЕПВ) літальних апаратів (ЛА) привело до зниження можливостей існуючих зразків радіолокаційних станцій (РЛС) щодо дальності їх виявлення, безпробовального супроводження та забезпечення видачі радіолокаційної інформації заданої якості в систему розвідки і управління. Але система радіолокаційної розвідки є ефективною, тільки в тому випадку, коли вона має засоби надійного виявлення усіх типів літальних апаратів. Тому гостро постало питання розроблення та впровадження нових високоефективних методів радіолокації, і, відповідно, створення нових або модернізації існуючих РЛС, в яких ці методи були б впроваджені. Одним із традиційних способів забезпечення виявлення ЛА зі штучно зменшеною ЕПВ є вибір оптимального діапазону робочих частот РЛС. В основі способу лежить залежність ЕПВ від частоти зондуючого сигналу. Для досягнення заданої дальності виявлення ЛА зі штучно зменшеною ЕПВ треба зменшувати робочу частоту РЛС, а для досягнення заданої точності треба збільшувати цю частоту. Виходом з ситуації, що склалася, може бути застосування в РЛС гібридного зондуючого сигналу, основу якого становлять дві частоти електромагнітного випромінювання з достатньо великим рознесенням частот. Одна з цих частот є оптимальною для забезпечення потрібної дальності виявлення ЛА зі штучно зменшеною ЕПВ, інша – для забезпечення точності визначення його координат.

### **РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

*К.С. Васюта, д.т.н., доц.; В.П. Финаев, к.т.н., доц.; Ф.Ф. Зоц*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Развитию теории и техники радиолокационного распознавания воздушных целей посвящено большое количество работ. Одним из перспективных направлений увеличения признаков распознавания является использование характеристик диаграммы обратного рассеяния и дальностных портретов целей. Набор известных методик анализа дальностных (дальностно-частотных) портретов воздушных целей для создания их каталога может быть дополнен нелинейным анализом временных рядов. В работе предложено для распознавания классов воздушных целей применение нелинейного рекуррентного анализа, который является инструментом для обнаружения степени зависимостей в наблюдаемых процессах. Для решения задачи распознавания предложено рассматривать дальностный портрет цели как лингвистический объект.



тическую характеристику, которую можно формализовать, пользуясь следующей печочкой: “дальностный портрет” цели → структурированность рекуррентной диаграммы → зависимость значений → мера зависимости (мера детерминизма). Применение для анализа дальностных портретов воздушных целей таких преобразований позволяет распознавать их класс с высокой достоверностью. За рамками данной работы осталась не рассмотренной задача оценки границ применимости предложенного метода распознавания в сложной сигнально-помеховой обстановке. Решение этой задачи будет представлено авторами в следующих публикациях.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЕНСАЦІЇ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД В РЛС З НИЗЬКОСТАБІЛЬНИМИ ГЕНЕРАТОРНИМИ ПРИБАДАМИ**

*О.В. Очкуренко, к.т.н.; О.Л. Кузнєцов, к.т.н.; М.М. Ясечко, к.т.н.; М.М. Дейнеко  
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. Зменшити вплив нестабільності несучої частоти ЗС на ефективність роботи системи СРЦ можна за рахунок корекції спектрів ехо-сигналів  $S_i(f)$ , ...,  $S_k(f)$  для кожної послідовності імпульсів. Для цього в радіолокаційний тракт необхідно вводити спеціальні фільтри-коректори. Їхні частотні характеристики повинні забезпечувати якісне (в ідеалі – точно) суміщення добутків для ПЗ усіх посилок, що сумісно обробляються в системі СРЦ. Особливістю використання фільтрів-коректорів є те, що їх застосування приводить до трансформації нестабільності несучої частоти ЗС в амплітудні флуктуації ехо-сигналу на виході фільтра. Перестроювання частотної характеристики фільтру-коректора здійснюється у відповідності з виміряною величиною нестабільності несучої частоти ЗС. Тому величина амплітудних флуктуацій сигналу на виході фільтра однозначно зв'язана з величиною нестабільності несучої частоти ЗС, що дає можливість врахувати змінення амплітуди ехо-сигналів у подальшій обробці за допомогою нормуючого пристрою. Результати розрахунків щодо використання фільтрів-коректорів свідчать, що корекція спектрів ехо-сигналів дозволяє значно збільшити ефективність системи СРЦ. При використанні ЗС з дзвоною огибаючою та середньоквадратичному відхиленні несучої частоти ЗС на 10...20% відносно ширини спектра сигналу, коефіцієнт підперешкодової видимості навіть для найпростіших систем СРЦ теоретично може бути збільшений на 10...20 дБ.

### **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ РЛС РТВ ВІД ПРР З УРАХУВАННЯМ НАКОПИЧЕННЯ ВТРАТ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ**

*А.А. Гризо, к.т.н., доц.; І.М. Невмержицький, к.т.н., доц.;  
С.В. Бровченко; І.В. Петров*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У військових конфліктах останнього часу спостерігається стійка тенденція переходу від концепції тимчасового придушення системи ППО противника до концепції її повного вогневого знищення, за допомогою високоточної зброї. У якості такої зброї, пропонуються протирадіолокаційні ракети (ПРР). У доповіді розглянуто проблему захисту оглядових РЛС від ПРР. Наведено методику розрахунку імовірності поразки одиночної РЛС, що захищена системою випромінювачі-пасток, серією ПРР. Запропонована методика, враховує накопичення втрат, а саме те, що умови самонаведення кожної наступної ПРР будуть змінюватися, якщо за попереднім пуском

РЛС не буде знищено, то, ймовірно, буде знищено випромінювач-пастку. Ймовірність поразки РЛС для наступної ракети зростає. Отримано залежності імовірності ураження оглядової РЛС від кількості послідовних пусків, ймовірності знищення випромінювачів-пасток та їх кількості. Запропоновано варіант елементної бази яку можливо використати для побудови підсилювачів випромінювачів-пасток, розглянута можливість використання, у якості хибних цілей, перевідбивачів зондуючого сигналу. Наведено практичні рекомендації щодо реалізації заходів захисту засобів радіолокації від протирадіолокаційних ракет.

### **РОЗШИРЕННЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЧМ СИГНАЛІВ ІНТЕГРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ СИНТЕЗАТОРІВ**

*О.М. Дзігора; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; І.В. Красношапка, к.т.н., доц.;  
Д.В. Максютя, к.т.н.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасний розвиток радіолокаційної техніки характеризується широким застосуванням цифрових методів формування набору високостабільних сигналів з складними законами модуляції амплітудно-частотно-часових параметрів. Перевагами пристроїв цифрового формування сигналів – цифрових синтезаторів (ЦСС), в порівнянні з аналоговими формувачами, є висока технологічність та надійність, точність та відтворюваність параметрів ЧМ сигналів, що формуються, можливість їх гнучкої зміни в широких межах. Однак при цьому існують обмеження щодо максимального значення несучої частоти та ширини спектру вихідних ЧМ сигналів ЦСС, що пов'язано з недостатньою швидкодією їх елементної бази. В доповіді розглядаються варіанти технічної реалізації ЦСС, що забезпечують можливість програмування і адаптивної корекції всіх параметрів модуляції. Проведено аналіз можливостей сучасних інтегральних прямих цифрових синтезаторів щодо формування радіолокаційних ЧМ сигналів. Розглянуто існуючі методи розширення частотного діапазону ЧМ сигналів цифрових синтезаторів. Показано можливість реалізації заснованого на використанні квадратурних модуляторів методу перенесення сигналу цифрового синтезатора в область частот дециметрового і сантиметрового діапазонів без порушень властивостей сигналу ЦСС та втрат його якості.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО СТРУКТУРИ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОБОТИ В СКЛАДНИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ**

*О.М. Дзігора; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; І.В. Красношапка, к.т.н., доц.;  
Д.В. Максютя, к.т.н.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сучасний етап розвитку радіолокаційної техніки характеризується постійним зростанням вимог до точності та стійкості супроводження повітряних цілей, стабільності отримання радіолокаційної інформації щодо маловисотних цілей. Наявність складних погодних умов і покращення маневрених можливостей літальних апаратів призводить до зниження точності та погіршення стійкості їх супроводження. В доповіді розглядаються питання пов'язані з необхідністю врахування атмосферних явищ (особливо над водною поверхнею) при роботі радіолокаційних систем, а також результатів як сучасних досліджень в цій галузі, так і добре відомих досліджень минулих років при побудові сучасних та перспективних радіолокаторів. Використання

зондувальних сигналів з розширеним спектром, що забезпечують розділення за дальністю окремих елементів повітряних об'єктів, покращує можливість застосування зенітних ракетних систем. Сигнали з високим розділенням за дальністю у радіолокаційних головках самонаведення зменшують рівень кутових шумів цілей. Рекомендації базуються на аналізі сучасного стану засобів повітряного нападу та перспектив їх розвитку, впливу атмосферних явищ на роботу радіотехнічних систем і сучасних тенденціях використання широкосмугових сигналів у радіолокаційних засобах.

### **АППАРАТУРНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ ПРИ ЦИФРОАНАЛОГОВОМ ФОРМИРОВАНИИ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ**

*И.Г. Леонов, к.т.н., доц.; А.В. Костянец*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В настоящее время большинство радиотехнических систем обладают истинной внутренней когерентностью сигналов которые в них используются. Традиционно когерентные сигналы формируются известными методами синтеза, в основу которых положено нелинейное преобразование опорного высокостабильного колебания частоты  $f_0$  с последующей фильтрацией частотных компонентов и формирование сетки частот с законом распределения частоты определяемым соотношением  $f = nf_0 \pm kf_0$ , где  $n$  и  $k$  произвольные целые числа. Недостатком такого синтеза является формирование лишь кратных  $f_0$  частот, что приводит к высокому уровню комбинационных составляющих и не позволяет формировать сетку частот с произвольным законом распределения. Использование цифровых (цифроаналоговых) формирователей позволяет обойти эти недостатки. Это обусловлено возможностью, при таком формировании, умножения или деления частоты опорного генератора в любое в общем случае не целое число раз. Однако при чисто цифровом синтезе диапазон частот формируемых сигналов в настоящее время составляет сотни мегаГерц, что не всегда достаточно. В докладе рассматривается возможность формирования сетки частот в СВЧ диапазоне путем периодической модуляции генератора управляемым напряжением. В общем случае это напряжение может иметь произвольную форму и по этому его целесообразно формировать цифровым способом. Приводятся основные схемные решения такого синтезатора и требования к допустимым аппаратурным искажениям.

### **ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОСНОГО СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНОГО КРИТЕРІЮ ДЛЯ ОЦІНКИ ФУНКЦІЙ ВТРАТ ПРИ ЦИФРОАНАЛОГОВОМУ ФОРМУВАННІ**

*І.В. Красношанка, к.т.н., доц.; Д.В. Максютя, к.т.н.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.;*

*А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; О.М. Дзігора*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Перспективними шляхами удосконалення функціональних можливостей радіолокаційних станцій є адаптація та оптимізація режиму зондування до етапу роботи РЛС. В доповіді аналізуються існуючі критерії оцінки якості формування радіосигналів. Пропонується для оцінки якості формування використовувати відносний середньоквадратичний критерій порівняння сигналів на виході ідеальної та реальної системи. Основа досліджень ґрунтується на статистичному аналізі функцій спеціального вигляду, розглянутих в доповіді. Обґрунтовуються причини використання відносного середньоквадратичного критерію для оцінки функцій втрат. Формулю-

ються рекомендації по його використанню при оцінці якості формування сигналів цифро-аналоговими формувачами різних класів. Наводиться методика розрахунку допустимих відхилень параметрів сигналів, що формуються. За результатами математичного моделювання подані оцінки спотворень частотно-часових параметрів сигналів, що формуються цифро-аналоговими синтезаторами. Наводяться результати експериментального дослідження вихідного сигналу та оцінки стабільності його частотно-часових параметрів дослідного зразка цифро-аналогового синтезатора.

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ НА ФОНІ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ПЕРЕШКОД**

*О.Л. Кузнєцов, к.т.н., доц.; Д.О. Кріль; О.О. Мачула; О.О. Шевченко  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Забезпечення виконання РЛС Повітряних Сил України задач за призначенням із заданими показниками якості у складній перешкодовій обстановці викликає необхідність оптимізації обробки радіолокаційного сигналу. В доповіді розглядаються питання, які пов'язані з оптимізацією просторової та часо-частотної обробки радіолокаційного сигналу на фоні активної шумової перешкоди. Отримані результати дозволяють визначити можливості забезпечення заданих показників якості вимірювання координат і параметрів руху цілі в умовах впливу активних шумових перешкод. Корисним є проведений аналіз впливу статистичних характеристик флуктуацій фронту хвилі активної шумової перешкоди на зниження коефіцієнту її подавлення кореляційним автокомпенсатором. Результати аналізу дозволяють визначити можливі обмеження в забезпеченні перешкодозахищеності сучасних РЛС.

### **ФОРМУВАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ З НАПЕРЕД ЗАДАНОЮ ФОРМОЮ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА**

*О.М. Дзигора; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Максютя, к.т.н.;  
І.В. Красношанка, к.т.н., доц.; К.В. Садовий, к.т.н., доц.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Перспективним напрямком розвитку радіолокаційної техніки є адаптація режимів роботи РЛС до будь-яких змін умов ведення радіолокаційної розвідки. Реалізація зазначеного, серед іншого, може передбачати можливість гнучкої зміни параметрів зонduючого сигналу з метою повної реалізації тактико-технічних характеристик РЛС в змінюваній радіолокаційній обстановці. В таких умовах перспективним видом зонduючого сигналу можуть стати когерентні багаточастотні сигнали, що формуються методом фазової модуляції. При формуванні таких сигналів має місце певна залежність форми обвідної амплітудно-частотного спектра (АЧС) від виду модулюючої функції. Так, якщо при гармонійній модулюючій функції спостерігається високий рівень бічних пелюсток автокореляційної функції, то при використанні модулюючої функції у вигляді суми декількох зважених гармонійних функцій може досягатися наближення форми обвідної АЧС сигналу до гауссової, що, як відомо, призводить до істотного зменшення рівня бічних пелюсток автокореляційної функції.

Таким чином, пропонується використовувати модулюючу функцію більш складної, ніж гармонійна, форми і запропонований наближений метод вирішення задачі добору форми модулюючої функції для забезпечення відповідних автокореляційних властивостей багаточастотного сигналу.

## **ЗАХИСТ РЛС З ДЧМ СИГНАЛОМ ВІД ПАСИВНИХ МАСКУВАЛЬНИХ ПЕРЕШКОД**

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

Сучасні радіолокаційні системи повинні вирішувати різномірні задачі в режимі реального часу. Ці задачі часто вирішуються з використанням різних за функціональним призначенням радіолокаційних засобів. Такий спосіб отримання радіолокаційної інформації має ряд недоліків, основними з яких є: неефективне використання енергетичних ресурсів РЛС, застосування різних систем сигналів, забезпечення електромагнітної сумісності радіолокаційних систем.

Перспективним напрямком удосконалення радіолокаційних систем є застосування в них сигналів з псевдохаотичною структурою. Використання дискретних частотномодульованих (ДЧМ) сигналів в РЛС потребує вивчення особливостей побудови всіх складових приймально-передавального тракту. При дослідженні особливостей узгодженої обробки сигналів та конструктивних рішень в кожному режимі роботи, особлива увага повинна приділятися функціонуванню РЛС в умовах впливу маскувальних перешкод, у тому числі пасивних.

У доповіді пропонуються можливі варіанти використання ДЧМ сигналів з урахуванням необхідності забезпечення ефективної роботи системи селекції рухомих цілей. Наводяться результати імітаційного моделювання спільної роботи систем узгодженої обробки ДЧМ сигналів та селекції рухомих цілей. Визначаються задачі, які потребують додаткового вивчення. Обґрунтовується можливість застосування РЛС з ДЧМ сигналами у якості радіомаяків для рішення навігаційних задач.

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ РАДІОТЕЛЕГРАФНОГО СПОСОБУ ОБМІНУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ НА КОМАНДНИХ ПУНКТАХ ЧАСТИН І ПІДРОЗДІЛІВ РТВ**

*М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.; А.П. Багаєв, к.т.н., доц.; В.Д. Батиев, к.т.н., с.н.с.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Як відомо, вимога резервування автоматизованого (автоматичного) обміну радіолокаційною інформацією між командними пунктами (автоматизованими командними пунктами) частин і підрозділів РТВ відповідними способами й засобами неавтоматизованого інформаційного обміну є безумовною.

У доповіді розглядається варіант підвищення ефективності видачі й прийому радіолокаційної інформації про повітряну обстановку радіотелеграфним способом на командних пунктах РТВ з використанням запропонованого апаратно-програмного комплексу (АПК) автоматизованого формування, передачі, прийому, відображення та документування радіотелеграфної інформації.

Обґрунтовується облік АПК та перелік функцій, що повинні бути реалізовані в ньому. Розглядаються технічні рішення та форми їх реалізації в АПК, його склад, особливості програмного забезпечення програмного модулю АПК.

Приведені дані щодо результатів дослідної експлуатації діючого макету АПК на командному пункті ПвК "Центр".

Впровадження АПК на командних пунктах РТВ та інших родів військ Повітряних Сил різних рівнів дозволить удосконалити алгоритми роботи бойових об'єктів щодо здійснення оповіщення військ та об'єктів про повітряні цілі, скоротити

чисельність бойової обслуги командних пунктів, підвищити оперативність, швидкість та якість передачі інформації оповіщення та розвідувальної інформації про повітряну обстановку.

### **ЗАСТОСОВУВАНІСТЬ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ВИЯВЛЕННЯ РЛС ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ДЕРЖАВНИХ ВИПРОБУВАНЬ**

*О.В. Белавін<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.; В.Й. Климченко<sup>2</sup>, к.т.н., доц.;  
О.С. Маляренко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

<sup>1</sup>*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядаються можливі методи експериментального визначення параметрів зони виявлення цілей радіолокаційними станціями та межі їхнього використання в процесі державних випробувань в умовах полігонної бази України.

Аналізуються переваги і недоліки можливих альтернативних методів експериментального визначення параметрів зони виявлення цілей радіолокаційними станціями з використанням різноманітних нетрадиційних літальних апаратів.

Доводиться що використання чисто експериментальних методів визначення параметрів зони виявлення цілей радіолокаційними станціями із застосуванням різних методів обльоту в умовах полігонної бази України є неприйнятним через великі витрати коштів і часу та через неможливість обльотів на малих висотах над складним рельєфом місцевості і в повітряному просторі суміжних держав.

Аналізуються можливості відомих аналітичних методів розрахунку зон виявлення цілей та межі їхнього використання. Доводиться, що поєднання розрахункових методів з обмеженим використанням експериментальних обльотів є прийнятним варіантом визначення параметрів зони виявлення цілей радіолокаційними станціями в обмежених умовах полігонної бази України.

### **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ЗНЯТТЯ ДІАГРАМ НАПРАВЛЕНОСТІ АНТЕН СУЧАСНИХ РЛС РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ**

*О.В. Белавін<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;  
В.Й. Климченко<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

<sup>1</sup>*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

<sup>2</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Однією з основних проблем при вимірюванні діаграм направленості у вертикальній площині антен РЛС, розташованих на реальних позиціях, є необхідність переміщення встановленого в дальній зоні джерела випромінювання в секторі кутів місця від 0° до 30...45°, тобто до висот в кілька кілометрів, що робить використання автономного джерела випромінювання для зняття ДНА у вертикальній площині практично неможливим.

Розглядаються можливості використання в процесі полігонних випробувань сучасних РЛС РТВ відомого ще з 50-их років методу вимірювання ДНА з використанням замість штучного джерела радіочастотного випромінювання Сонця.

Аналізуються теоретичні можливості методу і умови, за яких його застосування є прийнятним. Окреслюється коло практичних обмежень щодо доцільності використання означеного методу. Розглядається вплив рельєфу та електромагнітної обстановки

ки в межах України на практичне використання методу вимірювання діаграм направленості антен з використанням радіочастотного випромінювання Сонця.

Обговорюється доцільність використання метода з урахуванням особливостей побудови сучасних і перспективних трикоординатних РЛС. Наводяться рекомендації з практичного вимірювання ДНА "по Сонцю" для РЛС сантиметрового дециметрового та метрового діапазону хвиль.

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ЗОН ВИЯВЛЕННЯ РЛС**

*О.В. Белавін<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.; О.С. Маляренко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Обльоти позицій РЛС для оцінки параметрів їх зон виявлення (ЗВ) під час випробувань не забезпечують потрібні кількість та якість одержуваних даних через польоти літаків на обмежених за кількістю висотах, обмежений перелік типів (або один тип) літаків за умови потреби оцінки можливостей РЛС щодо виявлення цілей з різними ефективними поверхнями розсіювання (ЕПР) на множині висот, використання у літаках штатних відповідачів для випробувань запитувачів (вторинних радіолокаторів – ВРЛ) замість еталонних.

Пропонується експериментально-розрахунковий метод оцінки дальності виявлення РЛС на будь-яких висотах для будь-якої ЕПР, що ґрунтується на оцінці невідомих властивостей тропосфери і підстильної поверхні за даними обмеженої кількості експериментальних оцінок ЗВ (не менше 3 висот). Для застосування методу необхідні: наявність діаграми направленості антени РЛС (запитувача) у вільному просторі у секторі принаймні  $\pm 5^\circ$  відносно горизонту з урахуванням нахилу дзеркала, решітки; виконання калібрувальних зальотів літаків у однакових погодних умовах, з одного азимутального напрямку на РЛС; дотримання заданої висоти польоту або одержання даних про реальну висоту, наприклад, запитом у каналі ВРЛ.

Визначені вимоги до полігонної позиції РЛС. Обґрунтованість методу показана на прикладі розрахунків зони впізнання типового автономного запитувача радіолокаційного впізнання.

### **ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РАДІОТЕЛЕГРАФНОГО СПОСОБУ ОБМІНУ**

*А.П. Багаєв, к.т.н., доц.; О.М. Мішуков; В.В. Сидоров, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Алгоритм обробки сигналів в прийомному модулі передбачає цифрову обробку сигналів тонального телеграфування у частотній області та у часовій області. Важною задачею відпрацювання параметрів цифрової обробки сигналів тонального телеграфування є вибір форми комплексної частотної характеристики фільтру, від якої залежить якість фільтрування, детектування та декодування сигналів. У доповіді приведені приклади реалізації цифрової фільтрації сигналів тонального телеграфування при використанні різних вікон фільтрації. Приведені результати моделювання робочого алгоритму. Моделювання проводилось у програмному середовищі Matlab, яке дозволило швидко та ефективно відпрацювати структуру алгоритму цифрової обробки сигналів тонального телеграфування, а також знайти оптимальну форму

комплексної частотної характеристики фільтру, що використовується для збільшення співвідношення сигнал/перешкода.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИПРОБУВАНЬ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОЛІГОННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ**

*О.В. Белавін<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.; В.Й. Климченко<sup>2</sup>, к.т.н, доц.;  
О.С. Маляренко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядаються особливості та можливі напрямки коригування методології державних випробувань нової радіолокаційної техніки, яка розробляється в Україні з урахуванням нових вимог, обумовлених створенням нових зразків з новими характеристиками на сучасній елементній базі, і можливостей полігонної бази України.

Обговорюються питання обґрунтування методів випробувань наземних радіолокаційних засобів в умовах обмежених можливостей полігонної бази України.

Розглядаються вимоги, які висуваються до обладнання полігонів для проведення випробувань наземних радіолокаційних засобів великої дальності. Аналізуються можливості полігонної бази Збройних Сил України з випробувань РЛС РТВ. Висвітлюються обмеження полігонів, які не дозволяють здійснювати випробування РЛС у повному обсязі, та границі застосовності відомих методів випробувань. Розглядаються можливі альтернативні методи випробувань РЛС, які дозволяють знизити обсяг льотних перевірок таких ТТХ РЛС, як параметри зон виявлення РЛС, перешкодозахисність, роздільні здатності та точнісні характеристики

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ РЛС РТВ**

*Д.А. Дончак<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.; В.Й. Климченко<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

*<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з ключових питань експлуатації радіоелектронної техніки є прогнозування часу, коли експлуатація засобів радіолокації недоцільна, тобто визначення їхнього граничного стану. В доповіді обговорюються ознаки граничного стану та зовнішні прояви, які вказують на наближення граничного стану РЛС. Пропонується система показників, за якими необхідно оцінювати ЗРЛ для визначення його неграничного або граничного стану, та порядок їх розрахунку. Обираються характеристики, які необхідно контролювати, та розраховувати за результатами експлуатації на кожному зразку озброєння. Розглядається порядок оцінювання стану РЛС: виявлення умов функціонування ЗРЛ, визначення параметрів, які вимірюються безпосередньо на зразках озброєння та показників, які призначаються; визначення коефіцієнтів значимості, що підходять для знаходження комплексних оцінок стану системи; вибір еталонних показників для порівняння з ними показників, що аналізуються; розрахунок узагальноної оцінки, аналіз обчисленої оцінки; прийняття рішення про стан РЛС за обраним критерієм. Пропонується для визначення коефіцієнтів значимості показників використовувати теоретичний підхід аналізу ієрархій з використанням методу парних порівнянь за дев'ятибальною шкалою Сааті. Обговорюється критерій граничного стану РЛС на основі розрахунку і аналізу комплексного показника технічного стану РЛС.



## **ТРЕБОВАНИЯ К УДАЛЕНИЮ ИМИТАТОРОВ АКТИВНЫХ ПОМЕХ ПРИ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ ОБЗОРНЫХ РЛС**

*В.Ф. Зюкин<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Д.Ю. Свистунов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; А.В. Белавина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины*

Оценка качественных показателей РЛС при воздействии активных шумовых помех является важной частью программ полигонных испытаний. Для создания помеховой обстановки обычно используются маломощные излучающие устройства, имитирующие постановщики активных помех. Дальность установки таких имитаторов относительно РЛС во многом определяет результаты полигонных испытаний. Традиционное расположение имитаторов с привязкой к границе дальней зоны (ГЗ) антенны РЛС (обычно определяемой для свободного пространства из условия, что сферичностью фазового фронта падающей на антенну электромагнитной волны можно пренебречь) может привести к некорректным результатам. В докладе показано, что в реальных условиях при сравнительно малых удалениях ГЗ имитаторов помех (ГЗ-ГЗ) имеют место значительные искажения характеристики направленности антенны РЛС (смещение, сглаживание, размытие), приводящие к искажениям формы зоны обнаружения и погрешностям в оценке её параметров. Искажения исходной диаграммы направленности антенны при подобной имитации помеховой обстановки также ухудшают качественные показатели работы пеленгационного канала, снижают потенциальные возможности адаптивных систем пространственной когерентной компенсации помех. Предложенная методика позволяет корректировать оценки помехозащищенности РЛС и может быть полезна при проведении полигонных испытаний РЛС.

## **РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ДАЛЬНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ОБЗОРНЫХ РЛС**

*В.Ф. Зюкин, к.т.н., с.н.с.; А.Н. Колесник, к.т.н., с.н.с.*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Пределная дальность обнаружения определяется как среднее значение дальности впервые обнаруженной отметки (или трассы) цели, которая приближается к РЛС с заданной скоростью. В докладе обсуждается целесообразность использования, для повышения дальности действия РЛС, подпороговых (многопороговых) методов обработки радиолокационных сигналов и информации. Основой подобной обработки является многоэтапная процедура обнаружения траекторий за счет многообзорного анализа отметок, полученных при пониженных порогах обнаружения. Полезным эффектом таких методов является возможность завязки (или сопровождения) так называемых подпороговых трасс на более раннем этапе наблюдения целей, когда уровень эхо-сигналов не обеспечивает устойчивую работу обычных алгоритмов трассовой обработки. Изменения уровней порогов и алгоритмов завязки трасс позволяют регулировать уровень достоверности подпороговых трасс, который определяет требования к производительности вычислительных средств РЛС. Эти же изменения приводят, с учетом статистических характеристик эхо-сигналов, к изменению точности оценки текущих и пролонгированных параметров движения целей, обнаруженных на этапе предварительной обработки. В докладе обсуждается вариационная задача выбора рациональных методов повышения предельной дальности

обнаружения целей с учетом требований к точности прогнозных характеристик местоположения целей при ограничениях, накладываемых на число и производительность каналов сопровождения подпороговых трасс.

### **ФАЗОВЫЕ ИСКАЖЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ В АНАЛОГОВОМ ТРАКТЕ РЛС**

*Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Разрешающая способность по дальности, менее одного метра, достигается в РЛС с длительностью импульса в единицы наносекунд. Повысить энергетический потенциал РЛС позволяет использование сложных широкополосных сигналов, например, с линейной (нелинейной) частотной модуляцией (ЛЧМ) (НЧМ) и большой базой  $B = \Delta F_{\text{ти}} \gg 1$ . У ЛЧМ радиоимпульса после сжатия согласованным фильтром максимальный уровень боковых лепестков (УБЛ) составляет  $-13,5$  дБ. Теоретически достичь снижения УБЛ до  $-70 \dots -80$  дБ можно в результате синтеза сигналов с нелинейной частотной модуляцией (НЧМ) или после весовой обработки. Однако в реальных условиях подавление УБЛ достигает лишь  $-30 \dots -40$  дБ. В большей степени ограничения обусловлены техническими возможностями аналоговых трактов аппаратуры. Показано, что при цифровом формировании зондирующих ЛЧМ сигналов к возрастанию УБЛ приводят шумы дискретизации и квантования, а также джиттер цифровых преобразователей (ЦП). Рассматривается влияние фазовых шумов тактового генератора и цифрового синтезатора сигналов (ЦСС) в целом на корреляционную функцию сигнала с ЛЧМ и НЧМ. Приводятся структурные схемы ЦСС для формирования ЛЧМ и НЧМ сигналов, а также примеры расчета фазовых искажений в аналоговом тракте РЛС.

### **МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ФАПЧ ПО ПОЛОСЕ ПРОПУСКАНИЯ В ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРАХ СИГНАЛОВ**

*Н.П. Кандырин, к.т.н., с.н.с.*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В настоящее время использование современных интегральных микросхем значительно упрощает разработку выпускаемых перестраиваемых синтезаторов сигналов на основе кольца ФАПЧ. Структура построения таких устройств включает в себя целый ряд функциональных модулей, например, последовательные интерфейсы, фазовые детекторы и делители частоты. Из внешних элементов необходимы только опорный генератор, генератор управляемый напряжением (ГУН), фильтр петли ФАПЧ и разделительные цепи. В основном проектирование синтезаторов сигналов с петлей ФАПЧ основывается на времени перестройки с одной частоты на другую. Этого бывает достаточно если синтезатор предполагается использовать как гетеродин для перестройки приемника или как источник немодулированного сигнала. Приводится метод позволяющий с помощью простых вычислений получить параметры петли ФАПЧ, основываясь не на перестройки частоты синтезатора, а на полосе пропускания что очень важно когда она используется в качестве активного следящего фильтра в цифровых синтезаторах сигналов (ЦСС). Жесткая связь между этими двумя параметрами обязывает выбирать компромиссное решение удовлетворяющее всем исходным требованиям. Показываются результаты практического расчета такого фильтра петли ФАПЧ от которого зависят, как полоса пропускания, так и время перестройки синтезатора сигналов.

## **МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РЛС НА ВІДПОВІДНІСТЬ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИМ ВИМОГАМ**

*В.Й. Климченко, к.т.н., доц.; М.Р. Арасланов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Методика призначена для оцінки ефективності перспективних зразків засобів радіолокації радіотехнічних військ Повітряних Сил, що розроблюються або модернізуються. Під ефективністю засобу радіолокації розуміється ступінь його пристосованості до виконання бойових завдань за призначенням. Для чисельного виміру ефективності ЗРЛ при виконанні бойових завдань пропонується використовувати інтегральний показник ефективності зразка засобу радіолокації  $Q_{\text{еф}}$ , який показує ступінь відповідності тактико-технічних характеристик (показників) зразка заданому еталону при виконанні конкретного бойового завдання. Перелік параметрів РЛС та внесок в  $Q_{\text{еф}}$  кожного з них РЛС залежить від призначення (класу) РЛС та конкретного бойового завдання. Суть методики полягає в порівнянні вибраних показників РЛС з відповідними еталонними, які призначаються окремо для кожного класу РЛС відповідними оперативно-тактичними вимогами. В залежності від бойового завдання, що виконується, кожний показник має свій ваговий коефіцієнт, який обумовлює важливість даного показника при виконанні даного бойового завдання. Значення інтегрального показника ефективності РЛС  $Q_{\text{еф}}$  визначається ваговою функцією від цих показників, тобто  $Q_{\text{еф}}$  представляє собою функціонал від набору часткових нормованих показників зразка, кожний з яких характеризує певну властивість РЛС при рішенні поставленої задачі. Для знаходження вагових коефіцієнтів використовується метод експертних оцінок, як найбільш поширений в літературі, що присвячена оцінкам ефективності радіолокаційних систем і окремих РЛС.

## **СТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ ТРОПОСФЕРНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ РЛС РТВ ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*О.М. Колеснік, к.т.н., с.н.с.; В.Л. Місайлов, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналіз досвіду сучасних збройних конфліктів підтвердив відомий факт, що економія на обладнанні запасних позицій, оснащенні підрозділів ППО засобами маскування, хибними макетами і засобами захисту від ПРЛР за мирного часу призводить до суттєвих втрат озброєння під час війни.

З урахуванням кількості накоплених запасів ПРЛР (більше 25 тисяч ПРЛР HARM різних модифікацій в країнах НАТО) та проведених модернізацій, вони залишатимуться одним з головних засобів придушення РЛС РТВ (в рамках розвитку концепції SEAD), на найближчі роки, та будуть застосовуватися по раптово виявлених РЛС, які представляють загрозу. Перспективні розробки протирадіолокаційних ракет та крилатих ракет останнього десятиріччя направлені на вдосконалення їх систем наведення за рахунок оснащення комбінованими пристроями: інерціальною системою управління по сигналах КРНС NAVSTAR, двохрежимними ГСН (пасивною радіолокаційною і активною радіолокаційною міліметрового діапазону). В доповіді запропоновано для захисту від таких засобів ураження використовувати комплексну систему захисту, яка повинна включати активно-пасивну протидію системам ВТО на всіх етапах їх застосування. Частиною такої системи може бути створення тропосферних неоднорідностей різного типу (баричних, термічних, динамічних, тощо), які діють на різні канали наведення ПРР і саму ракету, збільшуючи похибки наведення.

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНОЇ БАЗИ УКРАЇНИ З ВИПРОБУВАНЬ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ**

*А.А. Курило<sup>1</sup>; Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Військова частина А0156;*

*<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглянуто сучасний стан української полігонно-виміральної бази із пробувань наземної радіолокаційної техніки. Стисло показано можливості іноземних полігонів із експериментального визначення характеристик радіолокаторів. Проаналізовано достатність систем вимірювань українських полігонів для експериментального визначення тактико-технічних характеристик із заданою достовірністю та об'єктивністю. Особлива увага приділяється спроможностям полігонно-вимірвальних комплексів на території України в частині забезпечення випробувань радіолокаційних засобів на перешкодозахищеність та електромагнітну сумісність. Обговорені питання можливості заміни натурних експериментів із перевірки характеристик перешкодозахищеності та електромагнітної сумісності на змішане моделювання із подальшим підтвердження збіжності результатів моделювання та реального експерименту. З урахуванням іноземного досвіду та тенденцій застосування методів та пристроїв із випробувань радіолокаційної техніки приведено пропозиції щодо комплектування визначеного полігону виміральною та спеціальною технікою, яка здатна буде забезпечити випробування дослідних зразків наземних радіолокаційних засобів та інших видів техніки.

### **ПРО МОЖЛИВОСТІ ПОБУДОВИ АКТИВНОЇ БАГАТОПОЗИЦІЙНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ІЗ КООПЕРАТИВНИМ ПРИЙОМОМ ДЛЯ 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 цифрової техніки, елементної бази, засобів зв'язку, синхронізації та навігації, зменшення їх вартості стимулює розвиток багатопозиційних радіолокаційних систем. За теперішнього часу вже є приклади успішного використання таких систем для спостереження повітряних суден в галузі організації повітряного руху та військової сфері. Таки системи отримали назву "Wide area multilateration", ґрунтуються на принципах вторинної радіолокації та використовують сигнали бортових відповідачів літаків, слабонаправлені антени та різницево-далекомірний метод місцевизначення.

Проведено аналіз можливостей побудови багатопозиційних радіолокаційних систем, які ґрунтуються на принципах первинної активної радіолокації, з урахуванням рівня розвитку сучасних технологій. Показано недоліки та переваги використання кооперативного прийому в багатопозиційних системах, побудованих на основі РЛС з кільцевими антенними решітками, при використанні багаточастотних або кодованих зондуючих сигналів. Проведено оцінювання потенційних характеристик таких систем по виявленню та точності визначення координат повітряних об'єктів, які можна очікувати при використанні сучасних технологій.

Запропоновано можливі шляхи практичної реалізації таких багатопозиційних систем та варіанти їх застосування для виконання завдань контролю повітряного простору.

## **АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ВИСВІТЛЕННЯ ОБСТАНОВКИ ВМС ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ**

*О.О. Байздренко, к.т.н., доц.; М.М. Михайленко; В.В. Рибалка  
Академія військово-морських сил імені П.С. Нахімова*

Аналіз технічного стану засобів системи висвітлення обстановки (СВО) радіотехнічних постів системи берегового спостереження ВМСЗС України показує, що великий відсоток станцій висвітлення надводної обстановки відпрацювали призначені терміни служби, що призводить до зниження тактико-технічних характеристик, збільшенню вірогідності відмови виробів. Виходячи з задач, які стоять перед ВМСЗС України, основним завданням в подальшій роботі над створенням нових напрямків удосконалення СВО є дослідження окремих підсистем, які зможуть поліпшити характеристики систем в областях покращення дальності виявлення, точності виміру координат цілі, підвищення стійкості, живучості та маскування системи, можливості виявлення цілей виготовлених за технологіями «Stealth» та інш. У доповіді надані результати досліджень по створенню радіолокаційних систем для одержання додаткових прихованих каналів інформації за рахунок використання зовнішніх незалежних джерел радіолокаційного підсвіту при використанні багатопозиційних радіолокаційних систем в напівактивному режимі, в тому числі і в використанні радіолокації «на просвіт». Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновки про принципіальну можливість функціонування подібної системи при спостереженні за надводними об'єктами, а також визначити напрямки та сформулювати задачі подальших досліджень.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ В АКТИВНИХ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СТАНЦІЯХ З МУЛЬТИПЛІКАТИВНОЮ АНТЕНОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ «ВНУТРІКЛАСНОГО» КОРЕЛЯТОРА**

*А.М. Захаров  
Академія Військово-Морських Сил імені П.С.Нахімова*

В провідних країнах світу, суттєве значення набуває вдосконалення трактів активних ГАС, в першу чергу за рахунок використання багатоканальних антенних решіток, широкосмугових зондувальних сигналів, застосування перешкодостійких методів обробки сигналів. Внаслідок впливу перешкод (шумів та реверберації) а також значного перекручування відбитого від сигналу цілі при його поширенні у підводному середовищі, кореляційна обробка ехо-сигналу з опорним не є достатньо ефективною за рахунок чого відбувається ослаблення відношення сигнал/перешкода (ВСП). В мультиплікативній антені з «внутрікласним» корелятором виконується кореляційна обробка прийнятих сигналів від гідрофонів між собою та накопичення отриманих кореляційних функцій (КФ) з компенсацією часових затримок для усіх напрямків огляду простору по алгоритму когерентного подавлення перешкод. Суть алгоритму полягає в перетворенні вказаних КФ по співвідношенням що дозволяють знизити дисперсію перешкоди при одночасному збільшенні дисперсії корисного викиду КФ. Використання удосконаленої методики дозволяє при незмінній кількості гідрофонів та пропорційно кількості накопичень, підвищити вихідне ВСП в 1,4-1,8 раз по рівнянню з традиційною обробкою (в залежності від рівнів перешкод та її характеру). Об'єм обчислень збільшується з ростом кількості накопичень що відносно просто усювається за рахунок застосування сучасних обчислювальних систем.

## **ЗАХИСТ ЛОКАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕНАПРУЖЕНЬ**

*Д.Б. Кучер, д-р техн. наук, доцент; А.В. Бессонов; О.Г. Сіваков  
Севастопольський національний технічний університет*

Одним з факторів, що впливає на достовірність та цілісність інформації, є вплив на ОІД (об'єкт інформаційної діяльності) спрямованих або наведених електромагнітних полів. Джерелами електромагнітних полів (ЕМП) можуть являтися як атмосферні явища, так і радіоелектронна апаратура. Найбільш небезпечними для локально-обчислювальних мереж (ЛОМ) і комутаційного обладнання є імпульсні перенапруження. Основними технічними заходами в області захисту ЛОМ від імпульсних перенапружень, що виникають між різними елементами при ударі блискавки або застосуванні генераторів потужних електромагнітних випромінювань є такі: створення системи зовнішнього захисту від ЕМП; створення якісного заземлюючого пристрою для відведення на нього імпульсних струмів електромагнітних коливань; екранування ліній; установка на усіх лініях, що входять в об'єкт (чи окремо розташовану апаратуру), пристроїв захисту від імпульсних перенапружень. Для оцінки надійності пристроїв захисту і вироблення рекомендацій по їх застосуванню були розроблені початкова і розрахункова схема заміщення споруди з ЛОМ, яка дозволяє досліджувати грозові перенапруження, що виникають при ударі блискавки в лінію на різній відстані від комутаційного устаткування.

## **ОЦЕНИВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРОТКОИМПУЛЬСНЫХ АНТЕНН С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕННЫХ МОМЕНТОВ**

*Г.В. Ермаков<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; А.В. Ченькаев<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Академия внутренних войск МВД Украины;  
<sup>2</sup>Национальный технический университет "ХПИ"*

При определении направленных характеристик сверхширокополосных (СШП) антенных систем целесообразно использовать их пространственно-временные характеристики. При однопиковом характере излучаемого сигнала для описания направленных свойств антенны можно использовать, например, пиковую диаграмму антенны. При наличии послеимпульсных колебаний искажение излучаемого СШП сигнала можно оценить с помощью расчета временных моментов первых двух порядков. Рассматривая вещественные модели СШП радиосигналов с интегрируемой энергией, степень искажения таких сигналов можно определять как расстояние между начальным и искаженным сигналами в метрике этого пространства, сводя ее нахождение к вычислению их корреляционной функции. Первые два временных момента имеют ясную физическую трактовку: изменение в пространстве «центра тяжести» импульса и «среднеквадратичная» ширина (эффективная длительность) импульса, наблюдаемого в определенной точке пространства.

Результаты расчетов показывают, что при отклонении излучения от нормали к апертуре антенны до 500 наблюдается уменьшение «центра тяжести» и уширения СШП сигнала, что объясняется уменьшением амплитуды послеимпульсных колебаний в этих направлениях за счет постоянства амплитудно-частотной характеристики антенны при линейной фазо-частотной. Дополнительное увеличение первых двух моментов после 500 происходит из-за временной задержки между парциальными сигналами, излучаемыми различными краями антенны.

## **НОВІТНІ ПІДХОДИ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ВИДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПОВІТРЯНУ ОБСТАНОВКУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ РУЧНОГО ВВОДУ ДАНИХ**

*Ю.І. Рафальський, к.т.н., доц.; М.О. Стахеев, к.т.н., доц.;*

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

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

На теперішній час в радіотехнічних військах Повітряних Сил існує декілька схем збору, обробки і видачі радіолокаційної інформації (РЛІ) про повітряну обстановку. Основу цих схем складає неавтоматизований спосіб з'йому та передачі інформації від радіолокаційної станції на КП орлр – КП ртб – КП ртбр – РЦ КП ПвК. Наявність великої кількості проміжних ланок в обробці і передачі РЛІ призводить до суттєвого зростання часу передачі та помилок точності визначення координат повітряних об'єктів.

З метою зменшення вказаних недоліків пропонується удосконалення схеми збору, обробки та видачі інформації про повітряну обстановку у Збройних Силах України за рахунок використання ПЕОМ та існуючого спеціального програмного забезпечення на період реформування системи управління авіацією та протиповітряною обороною. Впровадження запропонованої схеми передачі інформації в ланках орлр – ртб – ртбр дозволить вирішити питання скорочення чисельності особового складу при несенні бойового чергування.

## **ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ ОТМЕТОК И ТРАЕКТОРИЙ В ОБЗОРНЫХ РЛС С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ**

*С.П. Лещенко, д.т.н., с.н.с.; М.П. Батурицкий, к.т.н., с.н.с.;*

*З.З. Закиров, к.т.н., с.н.с.; А.Л. Ковтунов;*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Задача отождествления отметок и траекторий является одной из основных задач вторичной обработки радиолокационной информации (РЛИ). Полученные, в процессе автосопровождения отметки должны «привязываться» к своим траекториям. С этой целью выполняются операции стробирования и сличения координат экстраполированной отметки с координатами отметок, попавших в строб.

Наиболее сложной проблемой является отождествление траекторий групповых, маневрирующих целей и существующие алгоритмы отождествления в таких случаях малоэффективны. Предложено решение проблемы с помощью использования сверхширокополосных сигналов (СШП), позволяющих разрешать элементы цели по дальности, и учете оценки радиальной скорости, полученной при обработке пачки СШП сигналов.

Методом моделирования показано, что применение СШП сигналов с отношением сигнал-шум больших 13 – 15дБ обеспечивает улучшение разрешающей способности метода селекции и вероятности правильной селекции для всех типов целей, в результате уменьшения СКО ошибок измерения координат дальности и азимута. Алгоритм экстраполяции и селекции группы маневрирующих целей с учетом радиальной скорости цели полученной при обработке СШП сигналов обеспечивает вероятность правильной селекции около единицы на ракурсах, когда сопровождаемая и близкая к ней цель разрешаются по радиальной скорости.

## **ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СУРОГАТНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ АДДИТИВНОГО ШУМУ НА ЦИФРОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ТА ОПТИЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ**

*П.Ю. Костенко, д.т.н., проф.; В.І. Василюшин, к.т.н., доц.; В.В. Слободянюк  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Існує широке коло завдань, в яких радіолокаційні та оптичні зображення розглядаються як джерело інформації, на основі якої необхідно прийняти деяке рішення. У багатьох випадках отримане зображення із-за низької якості виявляється малоприматним для автоматизованого аналізу. Зниження якості зображення може бути викликано недостатньою чіткістю, яскравістю або контрастністю, зашумленням або наявністю на ньому артефактів (дефектів зображення). До основних причин появи шумів на зображенні можна віднести: перешкоди, обумовлені нерівномірною освітленістю об'єкту; внутрішні шуми датчиків систем формування зображень; помилки на різних етапах перетворення зображення. Зашумленість зображення має суттєвий вплив на якість функціонування та ефективність базових процедур обробки зображення. Проведено аналіз існуючих методів фільтрації та обробки зображень. З метою зменшення рівня аддитивного шуму на зображенні запропонований метод фільтрації зображення з використанням технології сурогатних даних (а саме ATS (attractor trajectory surrogates) алгоритму формування сурогатних даних, що зберігає траєкторію аттрактора початкових (вхідних) даних). Проведений порівняльний аналіз розробленого методу фільтрації з відомими методами дозволяє зробити висновок, що характеристики методу є порівняними (а в деяких випадках і кращими) з характеристиками методу медіанної фільтрації.

## **ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИСОТОМІРА ПРВ-13 ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ БЛОКУ ІЛП-02**

*В.М. Купрій<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; С.В. Черненко; А.В. Гордієнко; О.В. Євтушенко<sup>2</sup>;  
<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Військова частина А1451*

РТВ це основне джерело об'єктивної інформації про повітряну обстановку. Безпосередньо для здобування цієї інформації застосовуються засоби радіолокації. Сучасний парк озброєння РТВ дозволяє вести розвідку повітряного простору в різних умовах повітряної та радіоелектронної обстановок. В той же час стрімкий розвиток засобів повітряного нападу суттєво ускладнює роботу обслуг РЛС шляхом створення різноманітної перешкодової обстановки при подоланні системи ППО. Найбільш ефективним способом захисту від активних перешкод є знищення їх джерела. Для ефективних дій вогневих засобів ураження ППО необхідно знати координати постановників перешкод. Для визначення координат постановників активних перешкод широко використовуються багатопозиційні РЛК (зокрема комбінація ПРВ-13 та РЛК 5Н87 (64Ж6)). Основне призначення пересувного радіовисотоміра ПРВ-13 це робота в якості засобу виміру висоти або кута місця цілей у складі радіолокаційних комплексів 5Н87, 64Ж6 або у спряження з іншими далекомірами (П-37, 5Н84, 5Н84А, П-18). А також видача даних на РЛК 5Н87, 64Ж6 для пеленгації постановників активних перешкод по куту місця, для чого використовується пеленгаційний канал. Апаратура пеленгації висотоміра використовується тільки при роботі висотоміра у складі РЛК 5Н87. Ця обставина істотно знижує бойові можливості висотоміра. В доповіді розглядаються



шляхи підвищення бойових можливостей ПРВ-13 за рахунок удосконалення апаратури обробки сигналів пеленгу, а саме пеленгаційного приймача ИЛП-02.

### **ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕН НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛ ВИПРОМІНЮВАННЯ**

*Р.В. Момот; В.В. Василенко; Г.В. Худов, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У теперішній час одним з напрямком розвитку сучасних радіолокаційних станцій (РЛС) радіотехнічних військ (РТВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України є їх модернізація, основною метою якої є поліпшення експлуатаційних показників та підвищення мобільності РЛС, а основними напрямками є перехід на нову елементну базу, підвищення мобільності і живучості, автоматизація основних елементів бойової роботи, заміна систем зв'язку, доробка окремих бойових і тестових алгоритмів. Одним з важливих елементів РЛС, що підлягає модернізації, є антена система. Мета доповіді – проаналізувати вплив характеристик антен на точність визначення координат джерела випромінювання, з метою його супроводження, точного визначення координат та видачі цілевказівки на командні пункти зенітних ракетних військ та пункти наведення авіації. В роботі приводиться коротка характеристика антен, основних характеристик, що суттєво впливають на точність визначення координат радіолокаційних цілей. Також описані проблемні питання, що ускладнюють розрахунки характеристик антен та розробку приймальних пристроїв, що розглянуті в статистичній теорії антен.

### **ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВЕЛИЧИН АМПЛИТУДЫ ВИБРАЦИИ КОРПУСА КОРАБЛЯ С ПОМОЩЬЮ КОГЕРЕНТНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ**

*А.Н. Пинчук<sup>1</sup>; А.С. Запезалов<sup>2</sup>, д.ф.м.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Академия Военно-Морских Сил им. П.С. Нахимова*

*<sup>2</sup>Морской гидрофизический институт НАН Украины*

Амплитуда отраженного от вибрирующего объекта доплеровского радиосигнала зависит от многих факторов, а именно от характеристик эффективной площади рассеивания (ЭПР), фоновой помехи, амплитуды вибрации объекта, расстояния между объектом и измерительной РЛС и др. В работе предложен новый подход, при котором амплитуда отраженного радиосигнала непосредственно не участвует в определении амплитуды вибрации объекта. Анализируется информация, содержащаяся в доплеровском спектре радиосигнала, отраженного от вибрирующего объекта. В основе этого подхода лежит теоретическое положение, согласно которому отношение уровней дискретных составляющих спектра отраженного радиосигнала, определенных на частоте первой и второй гармоник, зависит от индекса фазовой модуляции. В случае, фиксированной величины длины радиоволны, отношение уровней спектральных составляющих отраженного радиосигнала приобретает характер линейной зависимости от индекса фазовой модуляции. Область достоверного определения амплитуды вибрации по доплеровскому спектру отраженного радиосигнала в соответствии с разработанным методом со стороны малых амплитуд, ограничена уровнем собственных шумов измерительного комплекса (помеха), а со стороны больших амплитуд ограничивается положением, что при индексе фазовой модуляции отраженного сигнала больше, чем  $2\pi$ , возникает неоднозначность в определении амплитуды вибрации.

Установлено, що область определения амплитуды вибрации отраженного радиосигнала в соответствии с разработанным методом и особенностями использованного в работе контрольно-измерительного комплекса, включающего когерентную РЛС, работающую на длине волны 22,5 мм охватывает диапазон изменения от 0,03 до 11,25 мм. Для оценки достоверности разработанного метода определения амплитуды вибрации объекта по доплеровскому спектру радиосигнала, получены и проанализированы статистические характеристики результатов систематических испытаний вибрирующей пластины. Исследовались амплитуды синхронно измеренного отраженного от вибрирующей пластины радиосигнала и амплитуды контактных измерений вибрации пластины. Объем генеральной выборки этих измерений амплитуд вибрационного и радиолокационного сигналов составил  $N=250$  измерений.

### **ОЦІНКА ЧАСТОТИ РАДІОСИГНАЛУ ЗА ВІДГУКАМИ ТРЬОХ СУМІЖНИХ ФІЛЬТРІВ**

*В.В. Омельчук<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; М.П. Фомін<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Військова частина А0735;*

*<sup>2</sup>Житомирський національний агрологічний університет*

У практиці радіолокаційних та радіомоніторингових вимірювань оцінка несучої частоти імпульсних радіосигналів може здійснюватись за допомогою багатоканальної вимірювальної системи, яка утворюється набором частотних каналів із узгодженими фільтрами й детекторами. Для забезпечення високої точності система, зазвичай, має велику кількість фільтрових каналів, що дискретно рознесені за частотою в априорному інтервалі зміни частоти вимірюваного радіосигналу. Проблема підвищення точності оцінювання параметрів радіосигналів у багатоканальних вимірювальних системах є актуальною й цим являє інтерес для фахівців відповідних областей. Зазвичай частота імпульсного радіосигналу оцінюється грубо за частотами настройки двох суміжних фільтрів з найбільшими амплітудами відгуків, а поправка (уточнення) частоти – за відношеннями цих амплітуд. Відгуки з інших фільтрових каналів не використовуються. У доповіді запропонований метод оцінки частоти заповнення імпульсного радіосигналу багатоканальною вимірювальною системою за відгуками трьох суміжних узгоджених фільтрів. Для великих відношень сигнал / шум наведений математичний опис алгоритмів оцінок й похибок оцінювання частоти радіосигналу при використанні величини напруги відгуку на виході двох або трьох суміжних частотних фільтрових каналів. Аналітично показано зменшення похибок трифільтрового оцінювання частоти порівняно із двофільтровими оцінками.

### **РАДІОЛОКАЦІЙНІ ДАЛЬНІСНІ ПОРТРЕТИ ПОВІТРЯНИХ ТА НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*О.І. Сухаревський, д.т.н., проф.; В.О. Василець, д.т.н., с.н.с.;*

*Я.О. Белевцук, к.т.н., с.н.с.; А.В. Поляков*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У ряді задач сучасної радіолокації виникає необхідність в отриманні імпульсних відгуків (радіолокаційних дальнісних портретів (РЛДП)) різних об'єктів. Такі РЛДП дозволяють оцінювати амплітуди відгуків окремих локальних ділянок розсіяння на поверхні об'єкту. РЛДП можуть бути використані для вирішення задач розпізнавання радіолокаційних об'єктів. Запропоновані чисельні методи розрахунку розсіяння об'єктами складної форми, які розташовані у вільному просторі або над поверхнею

землі. Також на базі запропонованих методів розроблено асимптотичний метод розрахунку імпульсних відгуків (РЛДП) повітряних та наземних об'єктів при опроміненні височастотними сигналами з заданою шириною спектру. Запропоновані методи дозволяють розраховувати такі характеристики, як ефективна поверхня розсіяння (в тому числі для рознесеного прийому), діаграми вторинного зворотного розсіяння, амплітудно-частотні та фазочастотні характеристики, РЛДП для заданого частотного діапазону. Проведено математичне моделювання характеристик розсіяння об'єктів простої форми, моделей крилатої ракети, літака та танка.

### **МЕТОД РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МЕТАЛЕВИХ РЕЗОНАНСНИХ ОБ'ЄКТІВ. ВЕРИФІКАЦІЯ МЕТОДУ**

*Г.С. Залевський, к.т.н., с.н.с.; О.І. Сухаревський, д.т.н., проф.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається метод розрахунку характеристик вторинного випромінювання металевих резонансних об'єктів у вільному просторі. Розроблений метод базується на розв'язанні інтегральних рівнянь 2-го роду. Обговорюються особливості розробленого методу чисельного розрахунку, зокрема алгоритм розв'язання інтегральних рівнянь, який дозволяє усунути резонанси, зумовлені власними коливаннями області, що займає ідеально провідний об'єкт, які є наслідком недосконалості математичного опису моделі. Для з'ясування точності запропонованого методу, границь області його застосовності, проведено моделювання характеристик вторинного випромінювання модельних ідеально провідних об'єктів (сфера, циліндр, диск). Отримані дані порівнюються із результатами відомих фізичних експериментів і результатами розрахунку інших авторів. На підставі отриманих даних порівняння з'ясовуються основні параметри алгоритму, які дозволяють його застосовувати для розрахунку характеристик вторинного випромінювання реальних повітряних радіолокаційних резонансних об'єктів складної форми.

### **ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ І ВИЯВЛЕННЯ ДЕКІЛЬКОХ ОБ'ЄКТІВ В РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ**

*Д.О. Чібісов; Р.О. Щербіна; Б.Д. Пишнічний;  
Є.О. Дрозжак; Г.В. Худов, д.т.н., проф.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Приводиться методика оцінки апіорного розподілу декількох повітряних об'єктів в зонах пошуку і виявлення радіолокаційних систем спостереження. Побудовані апіорні закони розподілу декількох повітряних об'єктів на різні моменти часу після їх зльоту. Відповідно до проведених досліджень встановлюються параметри і конфігурація зон пошуку і виявлення радіолокаційних систем спостереження. Сформульована оптимізаційна задача сумісного пошуку і виявлення декількох повітряних об'єктів. При цьому у якості показника ефективності вибрано математичне очікування числа виявлених повітряних об'єктів. Встановлюється ідентичність рішення сформульованої оптимізаційної задачі сумісного пошуку і виявлення декількох об'єктів із задачею сумісного пошуку і виявлення одиночного об'єкту. Розрахована рівномірно-оптимальна стратегія пошуку, відповідно до якої повинні бути вибрані розміри і положення поточної зони огляду в загальній зоні огляду радіолокаційної системи. Для випадків, коли апіорний розподіл повітряних об'єктів не можна описати аналітично, сформульована оптимізаційна зада-

ча сумісного пошуку і виявлення декількох повітряних об'єктів в зоні огляду дискретної структури. Розраховуються показники ефективності сумісного пошуку і виявлення декількох повітряних об'єктів, а також проводиться порівняльна оцінка алгоритмів сумісного пошуку і виявлення з існуючими алгоритмами виявлення об'єктів в радіолокаційних системах. Встановлено, що сумісна оптимізація таких процедур, як пошуку і виявлення дає вигоду в показниках ефективності виявлення повітряних об'єктів на 20 – 25%.

### **КОМПЕНСАЦІЯ МІЖФІЛЬТРОВОГО ПРОСОЧУВАННЯ ЗА ОБЧИСЛЕННЯ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є**

*Н.П. Чорнобородова<sup>1</sup>; М.П. Чорнобородов<sup>2</sup>, к.т.н.  
<sup>1</sup>ВАТ "Перетворювач";*

*<sup>2</sup>Запорізький національний технічний університет*

Широке застосування вагових функцій за обчислення дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) пов'язане з задачами виявлення й оцінки параметрів гармонійних коливань. Головною метою застосування цих функцій є зменшення рівня бічних пелюсток фільтрів ДПФ. Покращення цього показника досягається за рахунок розширення головної пелюстки. Оскільки у когерентних РЛС випромінюється невелика кількість імпульсів в одній частотній пачці ( $N=8\dots 20$ ), то застосування вагових функцій з широкою головною пелюсткою за обчислення малографикових ДПФ призводить до збільшення рівня міжфільтрового просочування функції вікна, що стає одним з найвпливовіших чинників подальшої процедури виявлення корисних сигналів на тлі потужних пасивних перешкод. Вагові вікна, які набули практичного застосування у системах первинної обробки радіолокаційної інформації, забезпечують розширення головної пелюстки у 2 рази (за рівнем першого нуля амплітудно-частотної характеристики фільтра), внаслідок чого половина амплітуди сигналу накопичується у центральному фільтрі, а решта – у двох сусідніх. Запропоновано кілька способів компенсації міжфільтрового просочування шляхом вагової обробки вихідних сигналів ДПФ ковзкою вікні. Розглянуто переваги й недоліки кожного з алгоритмів. Показана ефективність від практичного застосування запропонованих алгоритмів у системах первинної обробки радіолокаційної інформації когерентно-імпульсних РЛС.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОБ'ЄДНАННЯ СТАНЦІЙ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ В БАГАТОПОЗИЦІЙНІ РАДІОЛОКАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МІМО РЛС ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ ЗРВ**

*А.С. Дудуш; Ю.М. Седішев, д.т.н., проф.; В.С. Гребенніков  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Декілька останніх десятиліть найбільша увага при створенні засобів повітряного нападу приділяється зменшенню радіолокаційної помітності, що суттєво підвищує можливість успішного подолання системи ППО, знижуючи ефективність роботи інформаційних засобів і засобів управління. Одним із можливих шляхів підвищення ефективності виявлення малопомітних цілей є використання РЛС метрового діапазону хвиль. Але в цьому діапазоні складно отримати високі роздільні здатності та точності куткових координат. У доповіді представлені результати дослідження можливості об'єднання станцій метрового діапазону хвиль в багатопозиційні радіолокаційні системи на основі МІМО РЛС (БП МІМО РЛС) з метою збільшення рубежів видачі та підвищення точності радіолокаційної інфор-

мації (РЛП). Методом статистичного імітаційного моделювання проведено оцінку точності РЛП в БП МІМО РЛС на базі станцій метрового діапазону хвиль. Сформульовано пропозиції щодо вибору конфігурації БП МІМО РЛС на базі станцій метрового діапазону хвиль. Для зразків озброєння ЗРВ визначено імовірності безпошукового виявлення цілей та робітний час при отриманні цілевказівки від БП МІМО РЛС на базі станцій метрового діапазону хвиль.

### **ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСОВО-ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ГАБОРА ТА ВІГНЕРА-ВІЛЛЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ДВОВИМІРНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ АЕРОДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*В.М. Орленко, к.т.н., с.н.с.; М.П. Долина, к.військ.н., доц.;*

*О.В. Карпенко, к.т.н., доц.; А.С. Чопенко, к.т.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На теперішній час протиповітряному бою притаманні такі особливості: швидкоплинність, велика кількість та розмаїття аеродинамічних об'єктів, необхідність селекції хибних та відволікаючих об'єктів та ступеня небезпеки об'єктів. Урахування цих особливостей дозволяє суттєво знизити завантаженість бойових розрахунків та витрати зенітних керованих ракет при однаковій ефективності бойових дій. Одним з перспективних напрямків підвищення якості інформаційного забезпечення зенітного ракетного озброєння є застосування двовимірних радіолокаційних зображень аеродинамічних об'єктів, які містять інформацію про просторове розташування їх характерних елементів. Аналіз радіолокаційних зображень надає можливість надійної класифікації повітряних об'єктів з метою їх селекції незалежно від погодних умов. Упізнаванню характерних елементів літака та літака в цілому сприяє застосування часово-частотних перетворень Габора та Вігнера-Вілля при формуванні радіолокаційних зображень. Підвищена роздільна здатність перетворення Вігнера-Вілля дозволяє покращити детальність відтворення двовимірної радіолокаційної зображення, поєднання ж цього перетворення з перетворенням Габора дозволяє позбавитись комбінаційних перешкодових елементів зображення, притаманних усім нелінійним часово-частотним перетворенням. Наводяться результати щодо покращення якості експериментальних двовимірних радіолокаційних зображень літака Цесна-172.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОХИБОК РЕАЛІЗАЦІЇ АФР НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАР**

*В.А. Ковальчук, к.т.н., доц.; В.В. Василенко; В.В. Червоняк*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В більшості робіт, присвячених впливу дестабілізуючих чинників на характеристики ФАР, вплив різних джерел похибок на параметри антен вивчають окремо через складність отримання відповідних аналітичних залежностей. В роботі досліджений методом чисельного моделювання сумісний вплив похибок реалізації АФР, спричинених багатьма джерелами. Наведена у доповіді модель ФАР дозволяє отримати чисельні оцінки та статистичні характеристики діаграми спрямованості (ДС) для різних ситуацій. Типові результати за відсутності похибок реалізації АФР та відмов випромінювачів співпадають з практично отриманими реалізаціями ДС. Результати, отримані для реалізацій АФР з амплітудними похибками з різними дисперсіями та законами кореляції, добре узгоджуються з теоретичними даними. Наводяться результати математичного моделювання для деяких випадків реалізації АФР.

Запропонована модель ФАР дозволяє оцінити можливості фізичної реалізації ДС для антен з відомими технологіями виробництва або обґрунтувати вимоги до точності реалізації АФР антен з заданими характеристиками.

## **ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВЕЛИЧИН АМПЛИТУДЫ ВИБРАЦИИ КОРПУСА КОРАБЛЯ С ПОМОЩЬЮ КОГЕРЕНТНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ**

*А.Н. Пинчук, А.С. Запелов, д.ф.-м.н., с.н.с.,  
Академия ВМС им. П.С. Нахимова;  
Морской гидрофизический институт НАН Украины*

Амплитуда отраженного от вибрирующего объекта доплеровского радиосигнала зависит от многих факторов, а именно от характеристик эффективной площади рассеивания (ЭПР), фоновой помехи, амплитуды вибрации объекта, расстояния между объектом и измерительной РЛС и др. В работе предложен новый подход, при котором амплитуда отраженного радиосигнала непосредственно не участвует в определении амплитуды вибрации объекта. Анализируется информация, содержащаяся в доплеровском спектре радиосигнала, отраженного от вибрирующего объекта. В основе этого подхода лежит теоретическое положение, согласно которому отношение уровней дискретных составляющих спектра отраженного радиосигнала, определенных на частоте первой и второй гармоник, зависит от индекса фазовой модуляции. В случае, фиксированной величины длины радиоволны отношение уровней спектральных составляющих отраженного радиосигнала приобретает характер линейной зависимости от индекса фазовой модуляции. Область достоверного определения амплитуды вибрации по доплеровскому спектру отраженного радиосигнала в соответствии с разработанным методом со стороны малых амплитуд, ограничена уровнем собственных шумов измерительного комплекса (помеха), а со стороны больших амплитуд ограничивается положением, что при индексе фазовой модуляции отраженного сигнала большем, чем  $2\pi$ , возникает неоднозначность в определении амплитуды вибрации. Установлено, что область определения амплитуды вибрации отраженного радиосигнала в соответствии с разработанным методом и особенностями использованного в работе контрольно-измерительного комплекса, включающего когерентную РЛС, работающую на длине волны 22,5 мм охватывает диапазон изменения от 0,03 до 11,25 мм. Для оценки достоверности разработанного метода определения амплитуды вибрации объекта по доплеровскому спектру радиосигнала, получены и проанализированы статистические характеристики результатов систематических испытаний вибрирующей пластины. Исследовались амплитуды синхронно измеренного отраженного от вибрирующей пластины радиосигнала и амплитуды контактных измерений вибрации пластины. Объем генеральной выборки этих измерений амплитуд вибрационного и радиолокационного сигналов составил  $N=250$  измерений.

## **АЛГОРИТМ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ РІЗНИЦЕВО-ДАЛЕКОМІРНИМ МЕТОДОМ ЛОКАЦІЇ**

*Х.А. Турсунходжаєв<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; В.О. Кошка<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Миколаївський спеціалізований центр бойової підготовки авіаційних фахівців  
Збройних Сил України*

В сучасних умовах ведення бойових дій значно знизилась ефективність активних радіолокаційних засобів. Це зумовлено широким застосуванням против-

ником засобів радіоелектронного подавлення та ураження. Тому забезпечення військ достовірною і своєчасною інформацією про повітряну обстановку вимагає сумісного використання як активних так і пасивних комплексів локації.

Статистичні методи ототожнення радіолокаційної інформації від сукупності джерел передбачають наявність матриць точності оцінок координат, що надходять від них на пункт третинної обробки. В якості джерела радіолокаційної інформації можуть бути використані сучасні комплекси радіотехнічної розвідки в яких реалізований різницево-далекомірний метод пасивної локації. Тому використання даного методу в активно-пасивних системах потребує вирішення низки задач, що розглядаються в даній доповіді. Перш за все потрібно провести аналіз алгоритму визначення просторових координат за вимірними різницями часу приходу сигналу від джерела радіовипромінювання для конкретної дислокації прийомних пунктів. Для даного алгоритму було розроблено дві методики оцінки показників якості визначення просторових координат цілі. В результаті отримані дані можуть бути відображені в матрицях точності оцінок координат при статистичному ототожненні інформації від активних та пасивних джерел.

### **ПРИНЦИПИ ОБ'ЄДНАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ТА СЕМАНТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ СУПРОВОДЖЕННІ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ**

*Х.А. Турсунходжаєв<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; В.О. Кошка<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>Миколаївський спеціалізований центр бойової підготовки авіаційних фахівців Збройних Сил України*

На сьогоднішній день одним з перспективних напрямків розвитку інформаційної системи протиповітряної оборони є створення активно-пасивних комплексів і систем локації. До складу даної системи можуть увійти різнотипні джерела радіолокаційної інформації, що видають сукупність параметричної та семантичної інформації про ціль. Тому не викликає сумніву, що для використання активно-пасивних комплексів і систем локації необхідно розглянути та обґрунтувати основні принципи об'єднання параметричної та семантичної інформації по приналежності до конкретного типу повітряного об'єкта. Використання семантичної інформації щодо цілей може покращити показники якості ототожнення даних. У зв'язку з цим у доповіді розглядаються можливі методи і алгоритми ототожнення такої інформації.

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ**

*В.М. Мац; Р.В. Василенко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Необхідність розпізнавання об'єктів у повітряному просторі виникла при появі перших засобів повітряного нападу, а на полі бою і в морських битвах на багато раніше. Від оперативності та достовірності розпізнавання виявлених повітряних суден залежить правильність прийняв рішень на застосування засобів ППО, забезпечення безпеки польотів авіації, ефективності виконання завдань з охорони Державного кордону України та припинення терористичних актів у повітряному просторі.

Вданий час тільки літаки МО України оснащені на 100% відповідачами системи "Пароль", але більша частина наших цивільних повітряних суден виконують польоти без відповіді в системі держрозпізнавання. Але сьогодні, користувачі повітряного простору не поспішають обладнати свої повітряні судна літаковими

відповідачами, а нормативні документи, які б зобов'язали їх це зробити відсутні. Виходячи з цього, необхідно переглянути застосування систем вторинної радіолокації для визначення державної приналежності ЛА, які в даний час широко використовуються як в ПС, так і в цивільній авіації. Літаковий відповідач СО-69 за своїми можливостями відповідає вищепоставленим вимогам, дозволяє виконувати польоти не тільки в межах території, оснащеної вітчизняної диспетчерської і посадкової апаратурою, але і в межах районів, які відповідають стандартам ІКАО. Літаковий відповідач дозволяє забезпечити автоматичну видачу інформації про бортовий номер, висоту польоту, залишок палива, а також шляховий кут, шляхову швидкість, розпізнавання літака, “аварія”, “захоплення літака”, “шасі випущено”.

### **РОЗРОБКА ФОРМАЛІЗОВАНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ОЗНАК ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*М.А. Павленко, к.т.н.; О.Г. Матюценко; А.М. Бесчасний;  
В.О. Капранов, к.т.н.; Н.О. Королюк, к.т.н.; В.Е. Курилко  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Процес прийняття рішень при управлінні складними об'єктами і системами нерозривно пов'язаний з вирішенням задачі розпізнавання ситуацій у повітряному просторі. Але висока складність завдань розпізнавання не дозволяє вважати повністю вирішеними питання їх формалізації. Основною метою розпізнавання є побудова ефективних обчислювальних моделей і методів формалізованих описів ситуацій для віднесення їх до відповідних класів. Автоматизація процедур розпізнавання стає елементом автоматизації прийняття рішень. Розпізнавання ситуації зводиться до оцінки ступеня близькості спостережуваної сукупності ознак до однієї з виділеної ситуації, визначених на етапі планування, підготовки та розробки системи розпізнавання. Розпізнавання ситуацій у повітряному просторі необхідно проводити відповідно до єдиного метода, що включає сукупність моделей знань, які відображають наші уявлення про повітряну обстановку, процесах радіолокаційного і диспетчерського контролів. Рішення поставленої задачі можливе при використанні комбінації декількох моделей знань. При розробці формалізованого представлення знань про ОТО необхідно врахувати логіко-аналітичний характер рішення задач прийняття рішень, особливості діяльності осіб бойового розрахунку. Для формалізації таких завдань доцільне використання мережевих і логічних моделей знань. Зокрема, використання комбінованих моделей, заснованих на структурі цільових установок та обчислення предикатів першого порядку, що підвищують описові можливості моделі та підвищують якість розпізнавання.