

## СЕКЦІЯ 6

### ТАКТИКА ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК, РОЗВИТОК, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, РЕМОНТ ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗРВ

Керівники секції: полковник Д.В. Карпенко;  
д.т.н. професор Б.М. Ланецький  
Секретар секції: підполковник С.В. Селезньов

#### ОСНОВНІ МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

*Д.В. Карпенко<sup>1</sup>; Б.М. Ланецький<sup>2</sup>, д.т.н., проф.; В.В. Лук'янчук<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*

Необхідність розвитку зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України обумовлена рядом факторів: геополітичною обстановкою в світі; переглядом поглядів керівництва країни на будівництво ЗС; вдосконаленням і створенням нових типів засобів повітряного нападу (ЗПН) тощо. Обґрунтування і прийняття рішень щодо напрямів розвитку ЗРВ ПС є масштабним завданням, що змістовно формулюється як завдання формування таких керуючих впливів на існуючу структуру ЗРВ ПС, які будуть відповідати досягненню мети вдосконалення системи зенітного ракетного прикриття з урахуванням розвитку системи об'єктів прикриття, розвитку ЗПН можливих противників держави, а також пропозицій промисловості і результатів досліджень. ЗРВ ПС, як об'єкт дослідження, розглядається як складна багаторівнева організаційно-технічна система. Системне обґрунтування напрямів розвитку ЗРВ ПС повинно здійснюватися у рамках досліджень ППО держави в цілому з урахуванням взаємозв'язку між цими рівнями. Розглядається схема процесу вирішення завдання обґрунтування та прийняття рішення щодо напрямів розвитку ЗРВ ПС при виборі найбільш прийняттого плану робіт з розвитку ЗРВ ПС, спільно враховується затратність, тривалість та ефективність рішень, що приймаються. Наводиться формалізація завдання з обґрунтування та прийняття рішень щодо напрямів розвитку ЗРВ ПС, аналізуються її специфічні особливості. Розглядаються способи його вирішення.

#### РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВОГНЮ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПОЛКУ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМУМУ ДЕФІЦИТУ ЩІЛЬНОСТІ ОБСТРІЛУ

*Б.А. Генев<sup>1</sup>; Ю.В. Наливайко<sup>2</sup>, к.військ.н., доц.*

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

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

Можливості сучасних засобів розвідки дозволяють розкрити 80...90 % КП ППО АК, КП *збр*, КП *зрп*. Імовірність часткової чи повної втрати командного пункту зенітного ракетного полку на початку протиповітряного бою становить 0,7 – 0,8. Отже тактико-вогневим підрозділам доведеться певний час виконувати свої завдання в умовах відсутності управління в результаті втрати основного і запасного командних пунк-

тів. Це вимагає організації та здійснення взаємодії між підрозділами зенітного ракетного полку при самостійному веденні ними протиповітряного бою до моменту відновлення управління з командного пункту. Одним із основних видів взаємодії є *структурна взаємодія*, яка полягає у зміні структури системи, і включає: маневр *зрдн* на нові бойові позиції; маневр самохідними пусковими (пускозаряджаючими) установками для підвищення вогневого потенціалу взаємодіючого *зрдн*, який виконує бойове завдання на основному напрямку дій повітряного противника; маневр окремими елементами озброєння (РПН, СОУ, ПУ, ПЗУ, РПУ, ДЕС) для відновлення боєздатності взаємодіючих *зрдн*. Реструктуризація системи вогню зенітного ракетного полку здійснюється за критерієм мінімуму *дефіциту щільності обстрілу*. Цей критерій покладено в основу способу структурної взаємодії шляхом перебудови бойового порядку зенітного ракетного полку. При вирішенні відповідної задачі оптимізації в залежності від значення суттєвих факторів процесу знаходять такий порядок маневру боєздатними *зрдн*, який забезпечує мінімальне значення дефіциту щільності обстрілу *зрп* на момент наступного удару повітряного противника.

### **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗРК В УМОВАХ ВОГНЕВОЇ ПРОТИДІЇ ЗПН ПРОТИВНИКА**

*Б.М. Ланецький, д.т.н., проф.; В.В. Лук'ячук, к.т.н., с.н.с.; І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Під бойовим потенціалом (БП) ЗРК розуміються потенційні (граничні) бойові можливості ЗРК по знищенню типових засобів повітряного нападу (ЗПН) при витраті певних ресурсів за встановлений час в заданих (розрахункових) умовах ведення бойових дій. БП ЗРК оцінюється окремо за висотами, дальностями і типами цілей з урахуванням очікуваної протидії противника, експлуатаційній надійності і забезпеченості ЗРК необхідними ресурсами (ракетами та іншими матеріально-технічними засобами). Як типові вибираються цілі, вказані у формулярах ЗРК. БП ЗРК конкретного типу визначається аналітичним методом шляхом знаходження математичного очікування числа потенційно знищуваних типових цілей за час функціонування ЗРК до моменту його ураження або витрати боекомплекту зенітних керованих ракет (ЗКР). Наводяться вихідні припущення і розрахункові співвідношення, що дозволяють оцінити БП ЗРК конкретного типу в умовах вогневої дії супротивника. Показано, що в умовах вогневої дії противника БП ЗРК визначається його тактико-технічними характеристиками (ТТХ), ТТХ ЗПН і ТТХ засобів, які використовуються противником для виявлення і ураження ЗРК, а також кількістю стрільб, які може виконати ЗРК до моменту його ураження, або витрачення боекомплекту ЗКР. Методика може бути використана для проведення порівняльного аналізу за величиною БП ЗРК (існуючих і перспективних) з їх зарубіжними аналогами, а також для обґрунтування кількісно-якісного складу угруповань зенітних ракетних військ різного рівня і оцінки їх БП.

### **ПРО ПІДВИЩЕННЯ МОБІЛЬНОСТІ ЗРС С-300ПТ**

*В.В. Лісовенко; С.В. Селєзньов, к.т.н.; В.І. Шевченко; Н.Г. Кіріллова  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На озброєнні зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України знаходяться зенітні ракетні системи серії С-300П, які реалізовані в двох варіантах – С-300ПС (самохідна) та С-300ПТ (транспортвана). За своїми тактико-технічними характеристиками зенітні ракетні системи серії С-300П спроможні забезпечити надійний захист адміністративних і промислових об'єктів, пунктів управління, штабів

та інших об'єктів у сучасних умовах. ЗРС С-300ПС та С-300ПТ мають однакові засоби та відрізняються лише засобами транспортування. В ЗРС С-300ПТ контейнери розміщені на напівпричепках, а в ЗРС С-300ПС – на самохідних шасі. Час згорання-розгорання ЗРС С-300ПС в цілому складає 5 хвилин, а час згорання-розгорання лише одного ЗРК або командного пункту зі складу ЗРС С-300ПТ складає 90 хвилин. Сучасні протирадіолокаційні ракети можуть застосовуватись з дальності від 10 до 250 км. В середньому, мінімальний час циклу розвідки (виявлення) і ураження радіолокаційних засобів ЗРК з невідомими координатами складає близько 10-12 хвилин. Таким чином, для забезпечення живучості радіолокаційних засобів ЗРС (ЗРК) в умовах застосування високоточної зброї та протирадіолокаційних ракет необхідно забезпечити час згорання-розгорання зенітних ракетних систем (комплексів) не більше 5 хвилин. Розглядаються варіанти підвищення мобільності зенітних ракетних комплексів зі складу ЗРС С-300ПТ.

### **ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «АРГУМЕНТ-2011» ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ СИЛ І ВОГНЕВИХ ЗАСОБІВ ППО ПРИ ДІЇ ЇХ У СКЛАДІ МІЖВИДОВОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК**

*С.П. Ярош, к.т.н., доц.; А.Ф. Макаров; А.М. Савельєв  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Підвищення ролі авіації в досягненні цілей воєнних конфліктів і розширення способів вирішення нею бойових завдань спонукає шукати нові шляхи протидії їй з метою забезпечення надійного захисту об'єктів держави та своїх військ від ударів з повітря. Відповідно до сучасних світових тенденцій найефективнішим способом ППО стає ведення її силами та засобами ППО міжвидових угруповань військ (МУВ), управління якими здійснюється в єдиному інформаційному просторі (ЄІП). Тому організація взаємодії сил і засобів ЗРВ та військ ППО СВ, які вирішують бойові завдання у складі МУВ, та оцінка її ефективності набуває все більшого значення. Якісно організована взаємодія дозволяє підвищити ефективність ППО об'єктів і військ при одночасному зниженні її вартість за рахунок забезпечення узгодженого знищення цілей підрозділами та частинами військ ППО СВ в зонах поразення з'єднань і частин ЗРВ. Крім того сумісне використання сил і засобів ППО МУВ дозволяє підвищити їх живучість за рахунок організації ними взаємного прикриття. Складності організації застосування сил і засобів ППО МУВ пов'язані в першу чергу зі створенням єдиної системи розвідки повітряного противника та єдиної системи управління вогневидами підрозділами ППО.ГІС «Аргумент-2011» на сучасному етапі дозволяє оцінювати ефективність ППО при відсутності взаємодії між частинами ЗРВ і військ ППО СВ та при організації взаємодії між ними в ЄІП. Ведуться роботи щодо удосконалення системи шляхом введення режиму моделювання, при якому взаємодія організована відповідно до відданих розпоряджень.

### **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ МАНЕВРУ ПІДРОЗДІЛІВ ЗРВ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМОБІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ У ВІЙСЬКОВИЙ ЧАС**

*С.А. Бортновський, к.т.н., доц.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Актуальність та новизна даній задачі визначається: 1) розробкою математичної моделі формалізації автомобільної мережі у вигляді неорієнтованого мульті-

графу і масивів характеристик для різного типу автомобільних доріг; 2) математичною формалізацією існуючих обмежень (норм, пріоритетів, порядку планування та організації транспортного забезпечення) при маневрі підрозділів ЗРВ у військовий час. Пропонується при моделюванні транспортної мережі, оптимізації маршрутів пересування по ній і дослідження механізму взаємодії її елементів використовувати базовий математичний апарат та алгоритми теорії аналізу мереж. Основу рішення оптимізаційної задачі знаходження найкоротших шляхів між усіма парами вузлів мережі складає ітеративна процедура визначення величин мінімуму часу пересування. Процедура мінімізації часу маневру по автомобільній мережі підрозділів ЗРВ наведені у моделі у виді двох типових задач оптимізації мереж – про багатополосний найкоротший ланцюг (задача I) і про комівояжера (задача II). Рішення задачі I та II здійснюється за допомогою типових процедур мережної оптимізації – алгоритму Флойду та алгоритму повного перебору варіантів гамільтонового циклу відповідно.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ МАНЕВРЕНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІЙСЬКОВОЇ ЧАСТИНИ (ПІДРОЗДІЛУ) ЗРВ ПРИ ОБМЕЖЕННЯХ НА РЕСУРСИ**

*М.О. Єрмошин, д.військ.н., проф.; І.А. Нікіфоров; В.Г. Єрдяков  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В сучасних умовах можливі ситуації бойового застосування частин та підрозділів зенітних ракетних військ при обмеженні на ресурси. Це певним чином впливає на здійснення тактичного маневру. Узагальненим показником маневрених можливостей є загальний час маневру, частковими показниками – час переведення військової частини (підрозділу) у похідне положення, час здійснення маршруту військовою частиною (підрозділом) на визначену відстань, час переведення військової частини (підрозділу) у бойове положення та час підготовки до ведення протиповітряного бою на новій позиції (у новому районі). При виконанні розрахунків під час підготовки до маневру військової частини (підрозділу) в цих умовах, необхідно в першу чергу враховувати свої можливості по запасам матеріальних ресурсів. При виборі раціонального варіанту маневру необхідно враховувати, як впливають на його ефективність відсутність або обмеженість ресурсів за видами забезпечення. Тому, при прийнятті рішення на маневр, необхідно мінімізувати витрати ресурсів під час його організації та проведення. Вибір раціонального варіанту маневру, з урахуванням можливих обмежень на ресурси, дозволить підвищити ефективність маневрених дій військової частини (підрозділу) ЗРВ та забезпечити, в цілому, виконання поставлених завдань.

### **ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТАКТИКИ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*М.О. Єрмошин, д.т.н., проф.; А.С. Кирилюк, к.т.н., доц.; М.М. Романюк,  
к.військ.н., доц.; К.В. Закутін; Є.І. Ряполов; В.В. Шулежко; В.М.Федай  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Основні поняття визначають сутність тактики ЗРВ, тому для єдиного розуміння надаються нові поняття або уточнюються. Під військовими об'єктами, що прикриваються ЗРВ, слід розуміти об'єкти (важливі державні об'єкти – промислові, адміністративні центри, пункти управління та ін., а також збройні сили – угруповання військ, сил), стан яких впливає на хід і результати воєнних дій та які є об'єктами ударів для протилежної сторони. Спосіб бойових дій ЗРВ – це порядок їх бойового застосування для виконання

завдання. Тактичний прийом – це частина способу. Варіант бойових дій – це один або сукупність способів, які визначив командир. До ознак варіанту бойових дій відносяться такі: напрямок зосередження зусиль військ; одночасне (послідовне) ведення бойових дій; застосування в авіаційному ударі спеціалізованих літаків та ін. Структура бойового розпорядження така: висновки із оцінювання повітряного противника; головна ідея замислу; бойове завдання; завдання сусідів і основні питання взаємодії; порядок управління; норми витрат матеріально-технічних засобів; порядок затвердження рішення та строки роботи. Зенітне ракетне прикриття воєнних об'єктів – це дії ЗРВ з прикриття важливих державних об'єктів і угруповань військ (сил), у тому числі і бойові дії. Воно здійснюється у мирний час, як дії чергових сил і воєнний час, як бойові дії. Військове формування – створене відповідно до законодавства України об'єднання (з'єднання, військова частина, підрозділ), яке призначене для оборони України, захисту її суверенітету, державної незалежності і національних інтересів, територіальної цілісності і недоторканості у разі збройної агресії шляхом ведення воєнних дій. Угруповання ЗРВ – це військові формування різних видів Збройних Сил, родів військ (сил), спеціальних військ і тилу, що розгорнуті у бойовий порядок для виконання бойового завдання за призначенням і зведені у систему зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів. Система зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів – це сукупність взаємодіючих і одночасно функціонуючих компонентів (систем зенітного ракетного вогню, розвідки, управління, забезпечення бойових дій) та елементів (зенітні ракетні частини та підрозділи та інші, їх зони, рубежі, виявлення, вогню, що реалізуються). Властивості системи: ефективність і стійкість її функціонування, прихованість, комунікативність, адаптивність, ешелонування, шаруватість, рефлексивність, оперативність, контрольованість, що характеризуються показниками і критеріями (просторові, часові, імовірнісні). Зона зенітного ракетного вогню підрозділу (військової частини) – це сукупність зон поразення ЗРК (зон вогню), що реалізуються за простором і часом удару ЗПН при всіх можливих варіантах дій бойових обслуг. Протиповітряний бій – це узгоджені за метою, завданнями, простором і часом, способами виконання бойового завдання дії зенітних ракетних частин і підрозділів з метою недопущення чи зриву ударів повітряного противника та прикриття воєнних об'єктів. Бойові можливості зенітних ракетних частин і підрозділів – це здатність виконати бойове завдання за призначенням щодо знищення повітряного противника та прикриття воєнних об'єктів відповідно умов обстановки та стану військ.

## **ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ПРИ ЗМЕНШЕННІ КІЛЬКОСТІ БОЄЗДАТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*М.О. Єрмошин, д.т.н., проф.; В.В. Шулежко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

При нанесенні ударів з повітря ЗПН прагнуть, у першу чергу, порушити організаційно-технічну структуру систем вогню, розвідки й управління. Тому виникатиме необхідність у відновленні порушеної системи зенітного прикриття за рахунок зміни її структури. Обґрунтування структури системи ЗРП пропонується в три етапи. На 1 етапі під час підготовки бойових дій угрупованням ЗРВ визначається склад і стан елементів структури системи ЗРП. У відведений час здійснюється формування даних та визначення математичних моделей структури систем вогню, розвідки, управління, забезпечення на базі застосування матриць інцидентності. Проводиться моделювання бойових дій угруповання ЗРВ. Для цього використовується: ПС «Аргумент», ШММ

«ППБ», «Ешелон», «Віраж-РД» та ін. Проводяться розрахунки з застосуванням математичної моделі визначення області допустимих варіантів структури системи ЗРП. Результати визначення такої області фіксуються. На 2 етапі після відбиття удару ЗПН здійснюється збір даних про боєздатність вогневих підрозділів, визначається замисел відновлення боєздатності та подальше ведення бойових дій. При зменшенні кількості елементів структури системи ЗРП проводиться формування даних про кількість боєздатних і відновлених елементів, визначається область допустимих варіантів структури системи ЗРП для даної кількості елементів. На 3 етапі здійснюється відбір раціонального варіанту структури системи ЗРП, визначаються бойові завдання підлеглим. При наявності часу проводиться моделювання бойових дій.

### **ПОСТАНОВКА ТА РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЗРК ЗРВ ПС ЗС УКРАЇНИ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАННЯ ЩОДО ЗНИЩЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ**

*О.Б. Леонтєв<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; Д.В. Рамишов<sup>2</sup>; О.О. Зверев<sup>1</sup>, к.т.н.  
<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;  
<sup>2</sup>Державний науково-випробувальний центр ПС ЗСУ*

З метою визначення умов бойового застосування існуючих (модернізованих) ЗРК зі складу угруповання ЗРВ ПС ЗС України доцільно проаналізувати результати прогнозу розвитку збройних сил суміжних країн, і в першу чергу їх військово-повітряної компоненти. Наявний парк зенітних ракетних комплексів, можливі варіанти порядку їх застосування при виконанні покладених завдань, наявність аналітичних моделей залежності вартості ЗРК від його узагальнених показників якості, дозволяють здійснити постановку математичної задачі оптимізації потрібного кількісно-якісного складу (КЯС) угруповання ЗРВ ПС ЗС України, щодо відбиття нападу визначеного повітряного противника. Постановка задачі оптимізації кількісно-якісного складу наявного парку ЗРК зводиться до математичної задачі лінійного програмування, в якій відбувається пошук кількості ЗРК кожного з наявних типів, які спроможні відбити напад повітряного противника з визначеним (тим, що очікується) КЯС, при умові обмеження кількості ЗРК за їх типами, та мінімізації цільової функції їх вартості. В іншій постановці оптимізаційної задачі відбувається пошук кількості ЗРК кожного з наявних типів, яка максимізує загальний бойовий потенціал угруповання ЗРВ, при умові обмеження матеріальних витрат. Таким чином на основі оцінки бойового потенціалу авіаційних угруповань збройних сил суміжних країн та наявного бойового потенціалу ЗРК зі складу ЗРВ ПС ЗС України отримані рішення оптимізаційних задач щодо КЯС існуючого угруповання ЗРВ.

### **ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗРВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ В ЄДИНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ**

*Ю.М. Седишев, д.т.н., проф.; О.Д. Флоров, к.т.н., доц.; А.С. Дудуш  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Тенденції розвитку ЗПКН вимагають наявності оперативної, достовірної, повної і точної інформації для вживання адекватних контрзаходів за мінімальний час в умовах інтенсивної інформаційної протидії. Для успішного вирішення цих завдань в провідних країнах Світу відбувається інтеграція різнорідних сил і засобів розвідки, інформаційно-управляючих систем, а також глобальних систем координатно-часового забез-

печення в одне ціле, з широким використанням сучасних освоєних промисловістю комунікаційних і комп'ютерних технологій. Об'єднання різновидових різномірних засобів розвідки в багатопозиційні синхронні або когерентні мережі надає їм нові якості та покращені характеристики, що задовольняють сучасним вимогам до комплексів і систем інформаційного забезпечення. Проведено розрахунки необхідних показників точності та проаналізовано показники достовірності, повноти і оперативності бойової інформації, що забезпечать реалізацію потенційної вогневої продуктивності багатоканальних ЗРК. Проаналізовано можливості модернізації існуючої та сформульовано вимоги до перспективної системи інформаційного забезпечення. Запропоновано варіант побудови системи ППО для умов ведення бойових дій в єдиному інформаційному просторі.

### **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЗРВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ**

*Ю.І. Галушко<sup>1</sup>; О.Д. Флоров<sup>2</sup>; к.т.н., доц.; А.С. Дудуш<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Львівський радіо ремонтний завод*

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

В останніх війнах і збройних конфліктах ЗРВ у повному обсязі поставлені на них завдання вирішити не змогла. Аналіз цих конфліктів та навчань показує, що бойовий потенціал можливих угруповань засобів повітряно-космічного нападу, у разі потреби, може значною мірою перевершувати бойовий потенціал угруповань сил та засобів протиповітряної оборони. Це означає, що для нанесення повітряному противнику поразки або ускладнення виконання ним поставлених завдань на сучасному етапі розвитку повітряних сил необхідно застосовувати нові принципи організації бойових дій. Одним з таких напрямків є застосування єдиного інформаційного простору. Аналізуються застосування зенітних ракетних комплексів, які на теперішній час є на озброєнні ПС ЗСУ. Наводяться співвідношення, за допомогою розраховується час бойової роботи. Аналіз цих співвідношень дозволяє поділити їх складові на три групи: 1. Складові, величина яких залежить від навченості бойових обслуг. Вони можуть бути скорочені за рахунок підвищення навченості бойових обслуг; 2. Складові значення яких визначається технічними можливостями ЗРК. Вони можуть бути скорочені тільки за рахунок модернізації ЗРК. 3. Складові значення яких визначається способом організації бойових дій. Вони можуть бути скорочені за рахунок більш сучасної організації бойових дій, в частковості за рахунок організації бойових дій з застосуванням єдиного інформаційного простору. Аналізуються напрями досліджень, без проведення яких, застосування єдиного інформаційного простору неможливо.

### **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ПІДТРИМАННЯ БОЄГОТОВОГО СТАНУ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*В.П. Михиденко<sup>1</sup>; Б.М. Ланецький<sup>2</sup>, д.т.н., проф. ; В.В. Лук'ячук<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*

Аналізуються стан розробки (модернізації), експлуатації, ремонту та продовження призначених показників (ППП) бойових засобів ЗРС (ЗРК) ЗРВ Повітряних

Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, стан та напрямки вирішення проблемних питань у цій галузі. Показано необхідність вирішення завдання розвитку та підтримання боєготового стану зенітного ракетного озброєння (ЗРО) ПС ЗС України в умовах ресурсних обмежень. В основу вирішення цього завдання доцільно покласти стратегію поетапного переоснащення ЗРВ ПС ЗС України новими (модернізованими) ЗРС (ЗРК) при одночасному проведенні заходів з підтримання парку ЗРО, який експлуатується, в боєготовому стані. Для визначення напрямів розвитку ЗРО доцільно НДГУ Замовника спільно з підприємствами України провести комплексну НДР з питань можливості та доцільності: створення нового ЗРС (ЗРК) власного виробництва; модернізації ЗРК С-300П, "БУК-М1" тощо. Крім того, необхідно визначити типаж зразків ЗРО та їх кількість на середньострокову та довгострокову перспективу. Для підтримання боєготового стану бойових засобів ЗРС необхідно вирішити проблемні питання щодо: заміни гостродефіцитних комплектуючих виробів на вироби вітчизняного виробництва або їх перспективні аналоги; ППП ЗРК; експлуатації наземних засобів ЗРС за технічним станом, освоєння їх ремонтів за технічним станом тощо. При цьому доцільно вдосконалити нормативний та науково-методичний апарат.

### **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ ПО СОСТОЯНИЮ**

*Б.Н. Ланецкий<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; В.В. Лукьянчук<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; И.Н. Терехуха<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;  
<sup>2</sup>В/ч А0780*

Рассматриваются основные положения по контролю показателей надежности (ПН) составных частей (СЧ) и комплектующих изделий (КИ) ЗРК, эксплуатирующихся по состоянию до отказа с контролем уровня надежности (ТЭО). Анализируются показатели безотказности, которые могут быть выбраны в качестве контролируемых в эксплуатации, приводятся рекомендации по выбору их значений на уровнях: ЗРК, функциональная система, СЧ, КИ. Контрольные уровни надежности СЧ и КИ ЗРК определенного типа, эксплуатирующихся по техническому состоянию методом ТЭО, устанавливаются разработчиком ЗРК, согласуются с НИУ Заказчика и Заказчиком и вводятся в действие. Рассматриваются основные задачи расчета ПН: определение уровней надежности СЧ и КИ в эксплуатации; оценка соответствия фактических и контрольных уровней надежности СЧ и КИ в эксплуатации; исследования динамики ПН по годам эксплуатации и наработке СЧ и КИ; выявление СЧ и КИ, которые снижают уровень надежности ЗРК; разработка мероприятий, направленных на повышение надежности СЧ и КИ в эксплуатации; уточнение контрольных уровней надежности; уточнение перечней СЧ и КИ, эксплуатирующихся по состоянию методом ТЭО; принятие решений о порядке дальнейшей эксплуатации СЧ и КИ методом ТЭО. Приводятся основные ограничения и условия для расчета ПН.

### **МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБРАЗЦОВ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ОРУЖИЯ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА**

*Б.Н. Ланецкий, д.т.н., проф.; В.В. Лукьянчук к.т.н., с.н.с.*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Рассматриваются основные понятия об эксплуатации по состоянию, о методе технической эксплуатации, разновидности методов технической эксплуатации образ-



цов (комплексів) зенітного ракетного озброєння, їх складових частин, комплектуючих виробів. Аналізуються необхідні та достаточні умови вибору методів технічної експлуатації та обмеження, які передбачають різні методи технічної експлуатації складових частин, комплектуючих виробів ЗРК та інших засобів ЗРС. Формулюється завдання вибору методів технічної експлуатації, розглядаються основні співвідношення, які використовуються при її вирішенні. Вибір методів технічної експлуатації ґрунтується на отриманих розробником ЗРК результатах аналізу: впливу відмов та несправностей складових частин та комплектуючих виробів на ефективність бойового використання та безпеку експлуатації ЗРК; придатності конструкції ЗРК в цілому, його засобів їх складових частин до виконання робіт з контролю граничного стану та відновлювальними роботами; економічної ефективності виконання контролю граничного стану та відновлювальними роботами. Розглядається логічна схема вибору методів технічної експлуатації виробу, заснована на аналізі доступної інформації об'єкта, оцінці наслідків відмов, порівняльній оцінці економічної ефективності технічної експлуатації виробів різними методами.

### **ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО МЕХАНІЗМУ ПРОДОВЖЕННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ**

*Б.М. Ланецький, д.т.н., проф.; В.В. Лук'ячук, к.т.н., с.н.с.; В.В. Лісовенко  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналізується досвід організації та проведення робіт з продовження призначених показників (ППП) зенітних керованих ракет (ЗКР) 5В55К (Р) та 9М38М1. Основними учасниками цих робіт в умовах України визначені: Замовник, головне підприємство промисловості з ППП, головна організація Замовника з ППП, підприємства промисловості за складовими частинами, комплектуючими виробами тощо. Вирішення завдань ППП ЗКР, за якими не здійснюється авторський нагляд, потребує розробки нормативних документів: "Положення про порядок продовження призначених показників ЗКР"; "Положення про головне підприємство промисловості з продовження призначених показників ЗКР"; типові програми і методики контрольних льотних випробувань ЗКР тощо. Показано, що розробка вказаних документів повинна здійснюватися з урахуванням існуючої системи стандартів. Наводяться вимоги до змісту цих документів і пропозиції щодо порядку їх розробки, узгодження і затвердження. В доповіді визначаються функції основних учасників робіт з ППП ЗКР, перелік завдань та порядок їх виконання, взаємодія між учасниками робіт та відповідальність за їх результати. Наголошено, що Рішення про ППП ЗКР повинне формуватися на результатах прогнозування надійності та технічного стану ЗКР на період продовження та техніко-економічного аналізу проведених робіт. Впровадження удосконаленого механізму ППП ЗКР дозволить підвищити ефективність робіт та якість рішень, що приймаються.

### **ПРО ПОРЯДОК ЗАМІНИ КОМПЛЕКТУЮЧИХ ВИРОБІВ В ЗРАЗКАХ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ, ЗА ЯКИМИ НЕ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ АВТОРСЬКИЙ НАГЛЯД**

*Б.М. Ланецький, д.т.н., проф.; В.В. Лук'ячук, к.т.н., с.н.с.; І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Вирішення завдань підтримання зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО) в боеготовому стані ускладнюється відсутністю запасних частин певної

номенклатури в експлуатаційних та ремонтних комплексах ЗІП, що обумовлено тривалим терміном експлуатації, зняттям з виробництва відповідних виробів тощо. На цей час відсутні нормативні документи, які регламентують порядок заміни комплектуючих виробів (КВ) (складових частин) в зразках ЗРО. Тому розроблений проект нормативного документу "Порядок заміни комплектуючих виробів (складових частин) в зразках ЗРО, за яким не здійснюється авторський нагляд, вітчизняними виробами поточного випуску або перспективними аналогами" визначає зміст, організацію і функції основних учасників робіт, порядок прийняття їх на постачання Збройних Сил України, порядок виконання робіт з заміни КВ (складових частин) на серійних зразках озброєння. "Порядок..." передбачає обґрунтування доцільності заміни КВ (складових частин), визначення виконавців і укладання з ними відповідних договорів; виконання дослідно-конструкторських робіт з заміни КВ (складових частин) в зразках ЗРО; прийняття вітчизняних виробів на постачання Збройних Сил України для забезпечення експлуатації ЗРО; розробка, узгодження та введення в дію бюлетенів на покращення їх конструкції та на внесення змін до їх ремонтної та експлуатаційної документації; виконання робіт за бюлетенями на зразках ЗРО. Впровадження цього механізму дозволить більш ефективно вирішувати завдання підтримання парку ЗРО в боеготовому стані.

#### **МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ОЧІКУВАНОГО СКЛАДУ ПОШКОДЖЕНЬ ОЗБРОЄННЯ ЗРК ЗРВ ВІД ДІЇ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ "ТОМАНАВК"**

*О.Д. Флоров, к.т.н., доц.; О.М. Доска; В.Ф. Авдєєв*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналіз останніх локальних конфліктів та тенденції розвитку і застосування засобів повітряного нападу показав, що для знищення засобів ППО та завоювання переваги в повітрі широкого використання набуває застосування крилатих ракет "ТОМАНАВК" з неядерною бойовою частиною. Значне поширення подібної зброї зумовлює врахування її можливостей як в процесі планування, так і в процесі підготовки бойових дій. Особливо важливим є прогнозування складності і характеру очікуваних пошкоджень апаратури та обладнання озброєння ЗРВ в процесі підготовки до відновлювального ремонту. Існуючий науково-методичний апарат не дозволяє в повній мірі провести розрахунки очікуваного складу пошкоджень від дії КР та врахувати притаманні їй особливості. А тому запропоновано доопрацьовану методику розрахунку очікуваного складу пошкоджень засобів ЗРК від дії крилатої ракети "ТОМАНАВК" в якій враховано поражаючу дію боеприпасів з кумулятивною бойовою частиною.

#### **КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И НАДЕЖНОСТИ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА ЗЕНИТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОДЛЕНИЯ ИХ НАЗНАЧЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*Б.Н. Ланецкий, д.т.н., проф.; И.В. Коваль, к.т.н., с.н.с.;*

*А.А. Шokolовский; В.П. Попов; В.Д. Ткачик*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В настоящее время в эксплуатации находятся зенитные управляемые ракеты (ЗУР) с продолжительностями эксплуатации, превышающими первоначально

установленные. На них выполнены работы по продлению назначенных показателей и планируются работы по продлению на более длительные сроки. При этом назначенные сроки службы (ресурсы) ЗУР превышают первоначально установленные в 2,5-3 раза. Важнейшей составной частью ЗУР, определяющей функциональные характеристики и безопасность эксплуатации, является ракетный двигатель твёрдого топлива (РДТТ). Для РДТТ с продолжительностью эксплуатации, существенно превышающей первоначально установленную, показатели надёжности могут значительно снизиться. Рассматриваются особенности контроля технического состояния и надёжности РДТТ и их составных частей при решении задач продления назначенных показателей ЗУР. Для контроля показателей надёжности РДТТ рассматриваются особенности построения структурно-функциональных схем надёжности РДТТ; контроля технического состояния составных частей и комплектующих элементов РДТТ при проведении контрольно-технических освидетельствований ЗУР. Обосновывается номенклатура показателей надёжности РДТТ и их составных частей, рассматриваются особенности их оценки.

### **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЖИВУЧОСТІ УГРУПОВАННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*С.Ю. Гогоняц, к.військ.н.*

*Національний університет оборони України*

Розроблена методика оцінки показників живучості угруповання зенітних ракетних військ базується на положеннях аналітико-стохастичного моделювання. Її використання забезпечує визначення долі втрат зенітних ракетних підрозділів під час знаходження в готовності до виконання бойових завдань, ведення вогню зенітними керованими ракетами та здійснення маневру. При цьому в методиці відображаються закономірності впливу форм і способів бойового застосування угруповання зенітних ракетних військ на показники живучості та ефективності бойового застосування угруповання зенітних ракетних військ. Дана методика може бути використана для обґрунтування раціональних способів бойового застосування угруповання зенітних ракетних військ, що і підкреслює її науково-прикладну, методичну цінність та актуальність дослідження в цій галузі військової науки і в подальшому.

### **ОЦІНКА ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЧАСТИН ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ТА РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПРИ КОМПЛЕКСУВАННІ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ОТРИМУЄТЬСЯ РІЗНОТИПНИМИ РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ ЗАСОБАМИ**

*В.П. Данилевич<sup>1</sup>; Д.М. Ізосімов<sup>1</sup>, к.т.н. с.н.с.;*

*С.В. Кукобко<sup>2</sup>, к.т.н. с.н.с.;* *Є.С. Рошупкін<sup>2</sup>, к.т.н. с.н.с.;*

*<sup>1</sup>В/ч А2504;*

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

В доповіді розглянуті питання використання алгоритмів сумісної обробки радіолокаційної інформації, що отримується різнотипними засобами, з метою підвищення інформаційних можливостей зенітних ракетних та радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Проведена оцінка точності вимірювання параметрів руху повітряних об'єктів для багатопозиційної системи заданої конфігурації. Наведені пропозиції щодо використання алгоритмів сумісної обробки радіолокаційної інформації кількох радіолокаційних засобів.

## **ОСНОВИ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ СИСТЕМ (КОМПЛЕКСІВ)**

*А.В. Крижний, д.т.н., проф.; П.В. Опенько  
Національний університет оборони України*

Аналіз світового досвіду експлуатації та тенденцій розвитку зенітних ракетних систем (комплексів) (ЗРС(ЗРК)), умов ведення збройного протистояння під час локальних війн та збройних конфліктів останніх років свідчить про підвищення вимог до рівня справності та технічної готовності систем озброєння до бойового застосування. При цьому однією із найважливіших складових проблеми технічної готовності та справності ОВТ зенітних ракетних військ (ЗРВ) залишається забезпечення ефективності бойового застосування ЗРС (ЗРК) за рахунок збереження (або досягнення) визначеного рівня технічної готовності під час експлуатації. Дослідження існуючих науково-обґрунтованих підходів до підвищення ефективності складних технічних систем, до яких в повній мірі належать ЗРС (ЗРК) ЗРВ, дозволяють зробити висновок щодо формування новітнього пріоритетного підходу, пов'язаного з забезпеченням у системі властивості функціональної стійкості. В доповіді за результатами досліджень аналітичні моделі надійності РЕЗ ЗРК в сукупності з відомими моделями дозволяють проводити аналіз впливу вищезазначених часткових показників надійності РЕЗ ЗРК і інших параметрів експлуатації на величину введеного комплексного оперативного - тактичного показника надійності ЗРК-коефіцієнта збереження ефективності ЗРК

## **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*М.А. Левченко, к.військ.н., доц.; П.А. Дранник, к.військ.н., с.н.с.  
Національний університет оборони України*

Війни сучасності переконливо демонструють, що сфера збройної боротьби невпинно наближається до космічного простору. Це в свою чергу в перспективі визначає необхідність визначення завдань здійснювати захист не тільки від визначених засобів, а й від тих, які вирішують завдання в космосі (розвідка, зв'язок, знищення космічних апаратів та ін.) та із космосу (нанесення ударів по наземним цілям), що в свою чергу визве необхідність бути в готовності до ведення не тільки протиповітряної, протиракетної та ракетно-космічної оборони, а і протикосмічної та повітряно-космічної оборони відповідно. Виконання широкого спектру таких завдань буде покладено на зенітні ракетні війська. Порівняльний аналіз характеристик основних зразків сучасних зенітних ракетних комплексів (ЗРК), зенітних ракетних систем (ЗРС) дає можливість виявити їх не відповідність сучасному, а тим більше перспективному розподілу виконання завдань ЗПКН в просторі. Зростання можливостей або поява нових засобів повітряно-космічного нападу різко загострюють проблему ефективності ракетно-космічної та протиповітряної оборони та визначають спектр задач, які повинні виконувати перспективні ЗРК (ЗРС). В доповіді, за результатами аналізу тенденцій розвитку засобів повітряно-космічного нападу в розвинених країнах світу конкретизується задача, які повинні виконувати перспективні зенітні ракетні комплекси, визначаються основні вимоги, яким вони повинні відповідати та визначаються можливі напрямки розробки зразків сучасного зенітного ракетного озброєння в Україні.

## СИСТЕМИ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

А.Б. Скорик<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; О.А. Скорик<sup>2</sup>; О.Д. Флоров<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; О.М. Доска<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;  
<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки

Поняття система-систем знаходить все більш широке визнання у науковому світі. Разом з тим до теперішнього часу немає єдиного розуміння принципів за якими повинні будуватися такі системи. У докладі розглядаються "системи систем військового призначення" (ССВП) побудовані з використанням мережевих принципів. Синтез таких систем базується на нових поглядах до визначення поняття "система систем": 1. Оперативна незалежність елементів. ССВП виступає як поєднання декількох систем, кожна з яких здатна до автономного виконання завдань, але в результаті взаємодії може виконувати більш глобальні задачі. 2. Еволюційний розвиток. Системи систем мають динамічно змінну структуру, в яку можуть добавлятися нові елементи, а існуючі можуть бути зміннені, або виключені. 3. Просторова розподіленість. Використання мережевих принципів побудови розвиває поняття територіальних меж системи. Для описання математичної моделі таких систем застосовують поняття структури класів і структури об'єктів і використовують апарат поліхроматичних множин, який дозволяє досить просто описувати функціональні властивості об'єктів (елементів базової системи) елементами множини. Властивості, стан, поведінка будь-якої системи взаємопов'язані з властивостями елементів цієї системи. В ССВП ці властивості можуть мати різну природу і різнорідні якісні і кількісні відношення та зв'язки. Синтез ССВП повинен відбуватися у реальному вимірі часу. В докладі розглянуто можливість використання генетичних алгоритмів пошуку оптимальної структури таких систем.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦИКЛОВ БОЙДА ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ ОГНЕВЫХ КАНАЛОВ КОМПЛЕКСИРУЕМОЙ ЗРС МАЛОЙ – СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ

А.Б. Скорик, к.т.н., доц.; О.Ф. Галицкий, к.т.н.; Д.Ю. Кириченко  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В основе концепции Бойда лежит использование циклических процессов OODA – Observe (Наблюдение) – Orient (Ориентирование, оценка) – Decide (Решение) – Act (Действие). Совокупность постулатов данной концепции носит открытый характер и допускает расширение или сокращение с учетом конкретизации сферы рассматриваемых задач. В докладе рассматривается возможность модификации цикла Бойда в цикл OODSA путем введения дополнительной компоненты – динамического синтеза структуры системы (Synthesis) наиболее оптимально отвечающей цели функционирования. На этапе оценки (Orient) дополнительно осуществляется анализ длительности цикла Бойда конкурирующей системы и принимается решение на оптимизацию параметров своей системы в рамках существующей структуры или динамический синтез (реконфигурация) новой структуры. Одним из условий необходимости реконфигурации системы является меньший временной цикл функционирования конкурирующей системы. Динамический синтез огневых каналов комплексируемой ЗРС малой – средней дальности предусматривает, за счет использования аппаратной избыточности, разделение отдельных операций цикла стрельбы между пространственно-распределенными взаимодействующими средствами. При этом время боевой работы каждого из средств системы сокращается. Информационное взаимодействие средств ЗРК средней и малой дальности обеспечивает возмож-

ність упереджувального пуску ЗУР і виконання окремих операцій, відносившихся раніше до непрямої підготовки стрільби, в процесі польоту ракети.

### **АНАЛІЗ ВОПРОСОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗЕНИТНЫХ И АВИАЦИОННЫХ РАКЕТ. СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ.**

*А.Б. Скорик, к.т.н., доц.; Н.Т. Грицина; Д.Ю. Кириченко  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В докладе аналізуються особливості побудови систем управління сучасних і перспективних зенітних і авіаційних ракет. Делается висновок про те, що декларований на протязі багатьох років, як перспективний, принцип «вистрелил і забув» (Fire and Forget) насправді все більше втрачає свою актуальність. Підвищення обчислювальних можливостей БЦВМ дозволило в значительній мірі питання управління перенести на борт ракети. Достатньо розповсюдженими (ЗРК БУК-М1, С-300В, істребителі СУ-27 з ракетами Р-27 і т.д.) стає принцип побудови систем управління, в яких команди наведення ракетою формуються бортовим обчислювачем на основі даних інерціальної системи ракети, РГС і інформації РЛС управління, поступаючої по лінії радіокорекції. В перспективних ракетах такі системи управління знаходять своє подальше розвиток. Наявність двохсторонньої лінії зв'язу стає обов'язковою умовою навіть для УР малої дальності (наприклад, Сайдвіндер-9Х). А в перспективі планується використання ліній зв'язу, що забезпечують включення ракети в єдину інформаційну мережу. Актуальним стає перехід від використання окремих РПЦ (РПН) до побудови систем інформаційної підтримки бортових засобів ракети. В доповіді розглядаються основні принципи побудови таких систем, як елементи динамічно формованих каналів інтегрованих мережевих кластерів систем озброєння.

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

*О.М. Мішуков; Б.О. Чумак, к.т.н., доц.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Формуючи будову перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), завжди прагнуть до певного компромісу між можливостями його практичного створення і потребами замовника. Особливо важливим є питання побудови ПВОК, який би задовольняв усім вимогам з точки зору забезпечення випробувань нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) і/або проведення навчань військ з бойовою стрільбою. Авторами запропонована математична модель перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу з урахуванням наявності додаткових засобів, з якими ПВОК взаємодіє в процесі свого функціонування. Показано, що відмінною особливістю побудови перспективного ПВОК є можливість адаптації у реальному масштабі часу до мінливих параметрів обставин. Для чого в моделі комплексу передбачені: оператор обчислення якості оцінки параметрів; оператор управління складом вимірювальних систем комплексу; оператор управління алгоритмами обробки інформації в комплексі; простори відповідних керуючих функцій. При цьому точність визначення траєкторій об'єктів підвищується в 1,2 – 1,3 рази.

## **ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАПІВАКТИВНИХ ФАЗОДОПЛЕРОВСЬКИХ РАДІОПІДРИВАЧІВ ЗА УМОВ СТРІЛЬБИ ПО АЕРОДИНАМІЧНИХ ЦІЛЯХ ПРИ ВІДСУТНОСТІ ПЕРЕШКОД**

*М.І. Рожков, к.т.н., доц.; С.А. Николаенко; С.М. Донцов  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглянута робота напівактивних фазодоплеровських радіопідривачів при стрільби по цілях з різними векторами швидкості при відсутності перешкод. По суті такі радіопідривачі являються бортовими пеленгаторами, які вимірюють кут ( $\Theta$ ) між вектором відносної швидкості ракети та цілі і лінією ракета-цілі. Значення кута ( $\Theta$ ) порівнюється з, раніше розрахованим в обчислювальному пристрої станції наведення до пуску ракети, значенням кута ( $\Theta_{БЧ}$ ) при якому потрібно видати команду на підлив бойової частини ракети. При ( $\Theta = \Theta_{БЧ}$ ) проводиться підлив бойової частини (БЧ) ракети. Розрахунки свідчать що у існуючих ракетах зенітних ракетних комплексів (систем) радіопідривач визначає момент підливу (БЧ) неточно, з помилкою, залежною від кута зустрічі ракети та цілі у момент видачі команди ближнього вмикання радіопідривача, що приводить до зниження імовірності ураження цілі однією ракетою і, як наслідок, до зниження ефективності стрільби в цілому.

## **ПРО УЗГОДЖЕННЯ ОБЛАСТІ СПРАЦЬОВУВАННЯ РАДІОПІДРИВАЧА З ОБЛАСТЮ РОЗЛЬОТУ ОСКОЛКІВ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ**

*В.В. Бурцев<sup>1</sup>, к.т.н., проф.; Р.А. Збрицький<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup>*Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України*

Радіопідривачі існуючих зенітних керованих ракет повинні забезпечувати своєчасне підривання бойової частини так, щоб дія по осколків по цілі було б найбільш ефективним. Відомо, що ураження цілі осколками бойової частини залежить від щільності поля осколків в районі цілі і їх енергії. У свою чергу щільність і енергія осколків визначаються рядом чинників. Одними з важливих таких чинників є відносний кут розльоту осколків, відстань між ракетою і ціллю у момент підливу бойової частини. Підвищення щільності осколків, що діють по цілі, досягається, за рівних умов зустрічі ракети з ціллю і однакових по вазі і складу бойових частин, зменшенням статичного кута розльоту осколків. А це, у свою чергу, дозволить зменшити кількість готових осколків в бойовій частині, понизити масу бойового заряду (вибухівки) і, зрештою, понизити вагу ракети, кількість палива і здешевити ракету при тій же дальності дії ЗРК. Пропонується метод розрахунку оптимального кута спрацьовування радіопідривача, при якому забезпечується найкраще його узгодження з відносною областю розльоту осколків, а також розглядаються варіанти побудови радіопідривачів, що забезпечують точне спрацьовування.

## **ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ СИСТЕМ**

*І.М. Николаєв, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналізуються чинники і основні напрями розвитку зенітних ракетних систем і комплексів (ЗРС/ЗРК) середньої і великої дальності та зенітних керованих ракет

(ЗКР) в розвинених країнах світу. Показано, що основними тенденціями розвитку ЗРС/ЗРК є підвищення ступеня автоматизації бойової роботи, збільшення числа ракет на пускових установках, підвищення дальності і ймовірності ураження високошвидкісних і малорозмірних аеродинамічних і балістичних цілей, скорочення часу реакції до декількох секунд, висока мобільність, інтеграція засобів розвідки і виявлення в єдину інформаційну систему тощо. Показано, що склад в ЗРС/ЗРК повинні входити три типи ракет, що дозволяють вирішувати завдання перехоплення цілей на великих, середніх і малих дальностях. Основними тенденціями розвитку ЗКР є реалізація режиму “надманевреності”, підвищення точності наведення, створення керованого бойового спорядження, зменшення маси і збільшення швидкості польоту. Показано, що розвиток ЗРС/ЗРК повинен здійснюватися на основі базово-модульного принципу побудови, уніфікації і стандартизації складових частин, широкого використання сучасних науково-технічних досягнень, що дозволить створити багатофункціональні ЗРС/ЗРК, здатні вирішувати завдання протилітакової і протиракетної оборони в умовах інтенсивної радіоелектронно-вогневої дії супротивника.

### **ТРЕНАЖНО ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОБОТИ БСНР ПРИ ПРОВЕДЕННІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АНТЕНАМИ**

*С.А. Волювач, к.т.н.; О.В. Гаврентюк; С.Д. Губін  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Одним з важливих питань практичної підготовки фахівців, що готуються для експлуатації та бойового використання засобів ЗРС С-300В1 є вміння виконувати контроль функціонування. Однак обмеження ресурсу ОВТ, ліміту витратних матеріалів та електроенергії ускладнює відпрацювання цього питання під час проведення практичних занять. На базі ПСОМ розроблена тренажно-імітаційна модель роботи БСНР при проведенні функціонального контролю системи керування антенами. Модель складається з блоку прийому та обробки команд управління, блоку імітації роботи системи керування антенами за азимутом у справному стані, блоку виводу інформації о результатах проведення контроль функціонування.

Модель дозволяє зменшити час роботи ОВТ під час вивчення контролю функціонування, покращити наглядність та якість практичного навчання.

### **ОБНАРУЖЕНИЕ – РАСПОЗНАВАНИЕ ЦЕЛЕЙ С МАЛОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ РАССЕЯНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ С ПОЛНЫМ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВА**

*И.Е. Ряполов; Д.В. Фоменко  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Анализ развития аэродинамических средств нанесения первого удара, средств разведки, а также опыт боевых действий в некоторых вооруженных конфликтах последнего времени показывает, что существенную опасность для войск и объектов прикрытия могут представлять цели с малой эффективной поверхностью рассеяния (ЭПР). К таким целям можно отнести беспилотные летательные аппараты, в том числе разведывательно-ударные, самолеты, выполненные по технологии "Стелс" и другие. Решение задач обнаружения таких целей традиционными радиолокацион-



ними средствами зачастую бывает затруднительным, а своевременный обстрел может быть невозможным. Актуальной становится задача существенного повышения возможностей радиолокационных средств (РЛС) зенитных ракетных комплексов (ЗРК) по обнаружению и распознаванию целей с малой ЭПР. Одним из перспективных методов обнаружения целей на фоне помех различного происхождения является метод полного поляризационного зондирования пространства (ППЗП), в том числе и на двух частотах. Предложен комбинированный алгоритм обнаружения–распознавания, представляющий собой совокупность алгоритмов: обнаружения неоднородностей; обнаружения-селекции и обнаружения–распознавания целей. Показано, что использование данного алгоритма существенно улучшает возможности РЛС по обнаружению и распознаванию целей с малой ЭПР, повышая тем самым эффективность боевого использования ЗРК.

### **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРК ЯК СИСТЕМИ З БАГАТОРІВНЕВОЮ ПРАЦЕЗДАТНІСТЮ**

*С.В. Бондаренко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Під час оцінки ефективності ЗРК розглядається як система із двома рівнями працездатності; при цьому передбачається, що ЗРК здатен виконати поставлені завдання тільки в стані повної працездатності, що приводить до великих помилок при розрахунку показників надійності й ефективності. Зенітні ракетні комплекси являють собою багатофункціональні, багатоканальні технічні системи, здатні функціонувати не тільки в стані повної працездатності (ПЗ) з номінальною ефективністю, але й в інших ПЗ станах зі зниженою ефективністю, тому пропонується розглядати ЗРК як систему з багаторівневою ПЗ. Модель багаторівневої (БР) ПЗ ЗРК являє собою безліч станів ЗРК, що включають стани повної ПЗ, часткової непрацездатності (НПЗ) і повної НПЗ, і функціонал, що ставить у відповідність кожному можливому набору станів елементів системи з різними рівнями ПЗ стан системи з певним рівнем РС. Для розробки таких моделей необхідно встановлювати кількість рівнів ПЗ у системі і її елементів стосовно до кожного типового завдання відповідно до призначення ЗРК, а також встановлювати відповідності між цими рівнями ПЗ. Для рішення таких завдань необхідно застосовувати методи теорії ефективності. Розроблено методику розрахунку показників надійності таких систем, яка заснована на застосуванні математичного апарата багатозначної логіки. Методика викладається на прикладі розрахунку показників надійності РЭС ЗРК.

### **ПРОСТОРОВО-РОЗНЕСЕНА СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ЗКР З НАПВАКТИВНИМ САМОНАВЕДЕННЯМ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ ПРОТИВНИКОМ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*В.В. Воронін, к.т.н., доц.; Н.Т. Грицина*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Досвід застосування засобів повітряного нападу в локальних конфліктах та війнах, а також тенденції їх розвитку і перспективи застосування показує, що для подолання системи ППО та завоювання переваги в повітрі широкого застосовуються протирадіолокаційні ракети (ПРР). В теперішній час проводиться модернізація існуючих та розробка більш сучасних (нових) зразків подібної зброї. Тому

особливо важливим є завдання створення просторово-рознесеної системи інформаційної підтримки ЗРК з напівактивним самонаведенням в умовах застосування повітряним противником протирадіолокаційних ракет, яка забезпечує послідовно-паралельний режим інформаційного обміну з ЗРК. Для того щоб оцінити можливість перезахоплення керування ракетою однією з решти СВУ, необхідно розглянути зміну доплерівської добавки частоти та проаналізувати її величину відносно смуги пропускання ФТС. Пропонується математична модель, яка дає можливість в умовах використання противником ПРР оцінити момент часу на переключення підсвічення на етапі польоту ракети у точку зустрічі з ціллю. Практично, якщо виникає необхідність виведення СВУ з під удару ПРР, це дає можливість передачі керування ракетою на СВУ, на яку перенацілення ПРР стає неможливим, без зриву її супроводження.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВИХ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОПІДРИВАЧА НА ЯКІСТЬ УЗГОДЖЕННЯ ОБЛАСТІ ЙОГО СПРАЦЮВАННЯ З ОБЛАСТЮ ПОРАЖЕННЯ БОЙОВОЇ ЧАСТИНИ ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ**

*О.Ф. Галицький, к.т.н.; М.В. Плакса*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Оцінюється вплив початкових умов функціонування напівактивного радіопідривача на якість узгодження з бойовою частиною зенітної керованої ракети, що суттєво впливає на бойову ефективність зенітного ракетного комплексу в цілому. Ймовірність ураження цілі за умови, що ракета виведена у точку зустрічі визначається координатним законом ураження цілі та щільністю розподілення координат точок підриву бойової частини. Для підвищення цієї ймовірності потрібно здійснювати узгодження області спрацювання радіопідривача ракети з областю розльоту осколків. Під час узгодження області спрацювання радіопідривача та області розльоту осколків потрібно враховувати велику кількість факторів, які не є постійними величинами: відносна швидкість зближення ракети з ціллю, величина промаху, кут зближення ракети з ціллю, кут атаки ракети. Помилка у визначенні моменту підриву бойової частини відбувається через те, що не враховується інформація про величину кута  $\Theta$  (кут між лінією ракета - ціль і вектором  $V$  від в момент видачі команди ближнього взведення радіопідривача). Розрахунки показують, що величина  $\Theta_0$  може змінюватись в межах від 0 до 40 град. Проводиться оцінка доцільності врахування початкових умов зустрічі ракети з ціллю в процесі польоту при узгодженні області спрацювання радіопідривача з бойовою частиною та визначаються шляхи врахування початкових умов.

### **ПРИСТРІЙ ІМІТАЦІЇ СТАРТОВИХ ЗАСОБІВ ЗРК НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ**

*В.В. Джус<sup>1</sup>, к.т.н.; М.М. Колендовська<sup>2</sup>, к.т.н.; А.А. Савельєв<sup>1</sup>*

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

*<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки*

Підготовка обслуги ЗРК не завжди дозволяє використання стартових засобів у штатних режимах роботи. Пропонується пристрій імітації стартових засобів, що побудований на мікроконтролері ATMEGA32. Пристрій забезпечує двосторонній асинхронний обмін телекодовою інформацією та імітує роботу працездатних за-

собів у штатних режимах. У програмному пакеті Proteus-7.7 на основі розроблених схем та алгоритму функціонування мікроконтролеру побудована математична модель пристрою, а також перевірена робота у різних режимах. Надані рекомендації, щодо практичної реалізації та використання пристрою імітації стартових засобів ЗРК. Реалізація пристрою дозволить суттєво підвищити рівень підготовки обслуги та зберегти ресурс стартових засобів.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КП ЗРС С-300П**

*В.В. Воронін, к.т.н., доц.; А.В. Косенко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На теперішній час в зенітних ракетних військах Повітряних Сил ЗС України існує проблема зниження якості управління вогнем *зрдн*, що призводить до неповного використання вогневих можливостей ними. Тому виникає логічна потреба в створенні (організації) уніфікованої системи формування, передачі даних від існуючих засобів радіолокаційної розвідки на АСУ, їх обробки і видачі на вогневі підрозділи по виявлених цілях, яка б виключала етап проміжної обробки, а значить скорочувала час реакції усієї системи на подію появи цілі, що призведе до підвищення вогневих можливостей підрозділів. Пропонується до складу ПБК 5К56 ввести додаткове робоче місце, яке б дозволяло вирішувати питання обробки радіолокаційної інформації, що надходить від різних джерел та вирішувало б завдання відбору повітряних цілей для знищення. При цьому також передбачається використання штатних джерел РЛ та алгоритмів цифрового обчислювального комплексу ПБК.

### **ОПЕРАТИВНИЙ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ЦИФРОВОГО ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ 5Э266 НА НОВОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗІ**

*В.В. Джус, к.т.н.; Є.В. Буряк*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Оперативні запам'ятовуючі пристрої (ОЗП) цифрового обчислювального комплексу 5Э266 (ЕОМ третього покоління) являються запам'ятовуючими пристроями на феритових осердях. Така структура ОЗП має великі масо-габаритні характеристики, низькі показники надійності та зменшити час відновлення працездатності. Пропонується ОЗП, що побудований на сучасних інтегральних мікроелементах, який призначений для заміни штатного логічного блоку Ф. У блоці реалізована розширена система контролю та подвійне резервування основних елементів ОЗП. Використання ОЗП на новій елементній базі у складі цифрового обчислювального комплексу 5Э266 дозволить істотно підвищити показники готовності, розширити шляхи пошуку та усунення несправностей.

### **ПЛАНУВАННЯ ВИБІРКОВИХ ВИПРОБУВАНЬ НА НАДІЙНІСТЬ ВИРОБІВ ОДНОКРАТНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМУМУ СЕРЕДНЬОГО ПРИРОСТУ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ**

*В.В. Кобзев, к.т.н.; І.С. Ряполов; Д.В. Фоменко; Д.С. Калугін, к.т.н.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

У загальному випадку обґрунтування вимог до достовірності контролю показників надійності може бути проведене різними методами залежно від ная-

вної вихідної інформації для планування випробувань, серед яких можна виділити дві групи методів, що базуються на двох принципово різних підходах. Перший підхід передбачає техніко-економічний аналіз результатів випробувань на надійність і вибір оптимальних (у економічному сенсі) значень відповідних показників достовірності, другий – інформаційну інтерпретацію результатів випробувань на надійність і вибір оптимальних (у інформаційному аспекті) значень показників достовірності. Реалізація першого підходу на практиці вимагає значних об'ємів вихідних даних: величини "штрафів" за помилки при контролі показників надійності, вартості ремонтів і технічних обслуговувань в процесі експлуатації, великі об'єми експлуатаційних спостережень, необхідні для визначення законів розподілу різних величин і показників, тощо. Варіант обґрунтування вимог до достовірності контролю показників надійності за критерієм максимуму середнього приросту кількості інформації, яка отримується в результаті проведення випробувань, є найбільш універсальним. Основна ідея цього варіанту полягає в тому, що в результаті проведення випробувань вдається зменшити невизначеність інтервальної оцінки показника надійності. Величина середнього приросту кількості інформації після проведення випробувань використовується як показник оптимальності інтервальних оцінок. При застосуванні інформаційного підходу обґрунтування вимог до достовірності контролю показників надійності і обґрунтування параметрів планів відповідних випробувань проводиться взаємопов'язано.

#### **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНOSTІ ФАР ЗАСОБІВ НАВЕДЕННЯ ЗРК**

*В.В. Джус, к.т.н.; О.В. Гаврентюк; Ю.М. Некрасов  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Експлуатація засобів наведення ЗРК допускає несправність певної кількості антенних елементів ФАР. При визначенні працездатності антенних систем, розміщення таких елементів на апертурі антени не враховується, що може суттєво вплинути на якість супроводження цілі. Пропонується методика, що дозволяє розрахувати діаграму спрямованості засобів наведення ЗРК, з врахуванням кількості місця розміщення несправних елементів ФАР, а також дозволяє оцінити величину відхилення параметрів реальної діаграми спрямованості від заданої. Реалізація методики дозволяє прийняти обґрунтоване рішення щодо подальшої експлуатації засобів наведення ЗРК у залежності від ступеня технічної справності ФАР.

#### **МЕТОДИКА ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЦИФРОВОГО ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ 5Э266 (5Э265)**

*В.В. Джус, к.т.н.; А.Г. Мокряк; С.Є. Гусев  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Тривалий час експлуатації та обмежене фінансування поточного ремонту засобів цифрового обчислювального комплексу (ЦОК) обумовлюють актуальність усунення несправностей окремих типових елементів заміни системи синхронізації не на спеціалізованих підприємствах, а на місцях їх експлуатації. Методика, що пропонується, забезпечує усунення несправностей елементів системи синхроніза-

ції ЦОК, зокрема чарунок ЧСМ20. При цьому використовується технічна документація з комплекту лабораторії ракетних комплексів 12Ю6 та розроблений стенд перевірки працездатності гібридних інтегральних мікросхем чарунок ЧСМ20. Використання методики та розробленого стенду дозволяє істотно зменшити час відновлення працездатності ЦОК при його експлуатації.

### **РЕАЛІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЦИФРОВОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ПРИЙМАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ЗРК ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗА ШВИДКІСТЮ**

*В.В. Джус, к.т.н.; В.І. Снаговський*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Приймальні пристрої з кореляційно-фільтровою обробкою когерентних послідовностей радіоімпульсів з малою шпаруватістю багатоканальних ЗРК середньої дальності мають обмежені можливості по розділенню луна-сигналів цілей в умовах використання противником сучасних засобів вогневого придушення радіолокаційних засобів наведення. Пропонується пристрій визначення кількості повітряних цілей та вимірювання їх частот Доплера на основі аналізу енергетичних спектрів, що отримані з використанням сучасних методів цифрового спектрального аналізу (мінімальної дисперсії, лінійного передбачення, MUSIC). Пристрій працює паралельно з існуючими засобами оцінки частоти Доплера луна-сигналів цілей, формує додаткову інформацію по нових цілях для забезпечення їх своєчасного захоплення та відображення змін повітряної обстановки на робочих місцях бойової обслуги.

### **УСУНЕННЯ ЕФЕКТУ РАНЬОГО СПРАЦЮВАННЯ НАПІВАКТИВНОГО ФАЗОДОПЛЕРІВСЬКОГО РАДІОПІДРИВАЧА ЗРК З САМОНАВЕДЕННЯМ В УМОВАХ ВПЛИВУ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД**

*М.І. Камчатний, к.т.н., доц.; О.О. Большаков; С.Л. Кузьменко*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Вплив на роботу напівактивного фазодоплерівського радіопідривача ЗРК пасивних перешкод проявляється у ранньому його спрацюванні, що призводить до зниження ефективності бойового спорядження ракети. Пропонується спосіб та пристрій корекції моменту спрацювання радіопідривача за рахунок вимірювання часу його раннього спрацювання і затримки моменту спрацювання на вимірний час. Оцінюється вплив розробленого пристрою корекції на ефективність стрільби ЗРК з самонаведенням в умовах пасивних перешкод та визначаються технічні параметри пристрою корекції.

### **ДВОВИМІРНІ РАДІОЛОКАЦІЙНІ ЗОБРАЖЕННЯ ЛЕГКОМОТОРНОГО ЛІТАКА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ НАТУРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

*В.М. Орленко, к.т.н., с.н.с.; В.А. Васильєв, к.т.н., с.н.с.;*

*І.І. Сачук, к.т.н., с.н.с.; М.П. Долина, к.військ.н., доц.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Селекція повітряних об'єктів за ступенем небезпеки та селекція хибних та відволікаючих цілей є вкрай необхідною функцією сучасних радіолокаційних та інформаційних систем зенітних ракетних військ. Це обумовлено швидкоплинністю сучасного протиповітряного бою в умовах великої кількості та розмаїття повітряних

об'єктів, які у свою чергу становлять різні ступені небезпеки. Останнє робить витрату ракет на хибні, відволікаючі та малозначущі цілі дуже коштовною. Двовимірні радіолокаційні зображення повітряних об'єктів містять інформацію про просторове розташування характерних їх елементів. Аналіз таких зображень може надати можливість надійної класифікації повітряних об'єктів з метою їх селекції. На відміну від зображень у оптичному або інфрачервоному діапазонах радіолокаційні зображення не залежать від погоди. В доповіді розглядаються методи отримання двовимірних радіолокаційних зображень літака Цесна-172 за результатами обробки одновимірних радіолокаційних дальнісних портретів, отриманих у натурному експерименті. Отримані радіолокаційні зображення аналізуються у динаміці. На зображеннях відокремлюються характерні елементи літака, що характеризують його тип. Також показується, що аналіз динаміки зміни радіолокаційних зображень може дозволити виявляти напрямок та швидкість розворотів літака, що може покращити якість супроводження та наведення ракет.

### **"ЧАУДИНСЬКИЙ ЕФЕКТ" ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЙОГО ВПЛИВУ НА РОБОТУ СВУ ЗРК БУК-М1**

*М.В. Бархударян<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; О.І. Ведмідь<sup>1</sup>, к.т.н., доц.;*

*І.П. Карась<sup>2</sup>; С.В. Кліменков<sup>1</sup>*

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

*<sup>2</sup>Управління ЗРВ Командування Повітряних Сил*

В вересні 2011 року при проведенні тактичних навчань зенітних ракетних військ з бойовою стрільбою на полігоні "Чауда" виявлений факт суттєвого (в дватри рази) збільшення відстані засвічувань на екранах самохідних вогневих установок (СВУ) 9А310М1 ЗРК Бук-М1, далі "Чаудинський ефект". Як показав аналіз, вказаний ефект виник внаслідок підвищеної в 2-3 рази рефракції із-за збігу погодних факторів: температури моря і повітря, напрямку та швидкості вітру, чого раніше для цієї пори року не спостерігалось. Наводяться дані, що характеризують вказаний ефект. Для зменшення впливу відбитого від морської поверхні сигналу пропонується СВУ розташовувати подальше від урізу води в глибині узбережжя. Наводяться формули для проведення розрахунків відстані розташування СВУ від краю берегу. Формули отримані в припущенні справедливості положень геометричної оптики. Обговорюються напрями подальших досліджень впливу відбитого від морської поверхні сигналу на роботу радіолокаційних засобів приморського базування.

### **ПОРЯДОК ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ НА АВІАЦІЙНИХ (ВИПРОБУВАЛЬНИХ) ПОЛІГОНАХ**

*Д.В. Дяченко<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; К.К. Кулагін<sup>2</sup>, к.т.н., доц., с.н.с.;*

*М.В. Бархударян<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Центр оперативного-тактичних досліджень Повітряних Сил;*

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

Бойове застосування авіаційного та зенітного ракетного озброєння під час навчань військ та полігонних випробувань зразків озброєння та військової техніки завжди супроводжується ризиком виникнення нештатних ситуацій, що можуть ініціювати небезпечну подію (аварію, техногенну надзвичайну ситуацію, катастрофу), внаслідок якої особовий склад, ОВТ, матеріальні об'єкти полігону та місцевої інфраструкту-

ри, цивільне населення, а також навколишнє природне середовище можуть отримати певний збиток, виражений у натуральному чи вартісному виразі. Ця небезпека посилюється у зв'язку із закінченням ресурсу як самого озброєння, так і засобів, що забезпечують його безпечно застосування і військову експлуатацію, а також просторовою обмеженістю наявних в Україні військових полігонів. Результати аналізу міжнародної усталеної практики та небезпечних подій, що мали місце при бойових стрільбах на полігонах колишнього СРСР та Повітряних Сил Збройних Сил України дозволили виявити основні шляхи виключення (суттєвого зменшення) шкоди від таких подій. Основним з них визначено просторове обмеження району бойового застосування засобів ураження на основі даних моделювання можливих нештатних ситуацій і їх наслідків, а також руйнівного потенціалу засобів ураження, закладеного в них розробником. Враховуючи, що забезпечення безпечного застосування ОБТ на полігонах ПС ЗС України є складною комплексною проблемою, для її вирішення запропоновано використовувати системний підхід аналізу та управління ризиком з використанням процедури "ALARP". В рамках цього підходу визначений порядок розрахунку зон небезпеки для зенітного ракетного та авіаційного озброєння ПС ЗС України, запропоновані показники для нормування небезпек із застосуванням ОБТ.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*Є.М. Бабич<sup>1</sup>; М.В. Борисенко<sup>1</sup>; В.В. Герасимов<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>База вимірювальної техніки*

Сучасний стан військової реформи та організації військового будівництва в Україні характеризується гострим дефіцитом грошових і матеріальних ресурсів. Внаслідок цього в Збройних Силах України продовжує експлуатацію фізично старіюче зенітне ракетне озброєння (ЗРО), частково з вичерпаним розрахунковим ресурсом, виходячи з його поточного (дійсного) стану. В цих умовах певною гарантією можливості забезпечення боєготовності та боєздатності зенітних ракетних військ, безаварійної експлуатації та застосування ЗРО за призначенням є підвищення достовірності визначення поточного стану озброєння, що досягається своєчасним проведенням контролю параметрів озброєння з необхідною ймовірністю. Значна частина контрольно-перевірочної апаратури (КПА), що використовується при проведенні технічного обслуговування ЗРО, теж є застарілою, потребує ремонту або заміни. Модернізація ЗРО в багатьох випадках не передбачає модернізації КПА з його складу. Тому удосконалення КПА дозволить збільшити достовірність контролю параметрів ЗРО та своєчасно виявляти його відмови, особливо при подовженні його технічного ресурсу, підвищити ефективність застосування ЗРО. Запропоновані шляхи удосконалення КПА: модульність конструктивного виконання та програмного забезпечення КПА; сумісність та уніфікація окремих модулів (конструктивної, електричної, експлуатаційної, метрологічної, інформаційної складової); автоматизація процесів вимірювання, контролю та діагностики параметрів ЗРО; забезпечення потрібних точності вимірювань та імовірності контролю параметрів (характеристик) ЗРО; застосування системи автоматизованої (автоматичної) самоперірки (самокалібрування) КПА.

## ОБґРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

*М.В. Бархударян<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Д.В. Дяченко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*К.К. Кулагін<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Б.О. Чумак<sup>1</sup>, к.т.н., доц.*

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

*<sup>2</sup>Центр оперативно-тактичних досліджень Повітряних Сил*

Проблеми, пов'язані з перспективами розвитку полігонної інфраструктури в Україні, передбачають розвиток прискореними темпами її експериментально-технічної бази (ЕТБ). Одною з найбільш важливих складових ЕТБ є вимірювально-обчислювальний комплекс (ВОК) з його радіотехнічними та оптичними засобами. У зв'язку з цим актуальним є завдання подальшого вдосконалення і розвитку як ВОК, так і його засобів. При цьому проблемним є питання щодо обґрунтування вимог до точності цих засобів. Авторами вирішена задача обґрунтування даних вимог при використуванні багатопараметричних, трьохпараметричних радіотехнічних систем та оптико-електронних систем. Крім того, розглянуті питання щодо обґрунтування вимог до таких систем у випадку, коли вимагається визначити прямокутні координати літального апарату в стартовій системі координат, початок якої не збігається з початком системи координат вимірювальної системи. Зазначена задача вирішувалася при застосуванні алгоритму обробки вимірювань по виборці мінімального обсягу і допущенні можливості уявлення вектора загальних похибок ВОК сумою векторів похибок траєкторних вимірювань, похибок, пов'язаних з погрішностями координатного забезпечення та похибок, пов'язаних з погрішностями часового забезпечення. Розроблені пропозиції щодо можливості забезпечення заданої точності вимірювальних систем на основі застосування їх адаптації.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ В ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОЇ МІШЕНІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ БОЙОВИХ СТРІЛЬБ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК БПЛА ТИПУ "РЕЙС"

*А.М. Булай, к.т.н.; О.С. Петренко, к.т.н.*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

На теперішній час безпілотні літальні апарати (БПЛА) одержали широке застосування в арміях багатьох держав і використовуються для рішення найрізноманітніших задач. Проведено аналіз особливостей бойового застосування БПЛА і можливих способів боротьби з ними з'єднаннями, частинами і підрозділами зенітних ракетних військ (ЗРВ). Одержані залежності дальності виявлення БПЛА типу "Рейс" засобами виявлення озрдн Бук-М1, озрдн С-300В1, зрдн С-300П і зрдн С-200В від ракурсу його спостереження, які свідчать про те, що застосування цих ЗРК по БПЛА можливо при їх ефективній поверхні розсіяння (ЕПР) не менш 0,1м<sup>2</sup>. Таким чином, використання в якості повітряної мішені при проведенні бойових стрільб ЗРВ БПЛА типу "Рейс" дозволяє також проводити відпрацювання боротьби з перспективними засобами розвідки, радіоелектронної боротьби, вогневого придушення, якими є сучасні БПЛА. Для забезпечення безпеки проведення польотів БПЛА пропонується використання розробленої фахівцями наукового центру Повітряних Сил ГІС "Аргумент" та фахівцями ДП МОУ "НДІ РЕТ" модулю БАС-GPS, які є складовими частинами системи примусової посадки та реєстрації траєкторії польоту безпілотних літальних апаратів типу ВР-3 "Рейс", яка



була випробувана під час проведення навчань з бойовою стрільбою на державному полігоні "Чауда". Проведені льотні випробування підтвердили надійність даної системи та доцільність її використання.

### **ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СУПРОВОДУ ПОСТАНОВНИКІВ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД ТРИАНГУЛЯЦІЙНИМ МЕТОДОМ**

*Ю.В. Глебов, к.т.н., доц.; Р.В. Світлик*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Аналіз застосування авіації на початковому етапі розвитку локального збройного конфлікту показує, що одними з найважливіших завдань авіації є зрив управління військами противника й подавлення його системи ППО при нейтралізації засобів розвідки. Стосовно до ППО останнє може ефективно вирішуватися постановкою прямошумових перешкод. Для компенсації активних перешкод у теперішній час стає недостатньо апаратних засобів захисту. Виникає необхідність застосування у пунктах обробки радіолокаційної інформації (РЛІ) й алгоритмічних рішень. У складі програмного забезпечення сучасних КЗА пунктів обробки РЛІ є комплекс програм, який дозволяє визначити площинні координати повітряних об'єктів триангуляційним методом. Дослідження продуктивності алгоритму триангуляції виявили найбільш витратні його складові частини. Проведений аналіз дозволив удосконалити алгоритм селекції дійсних точок перетинання пеленгів на постановники активних перешкод на основі врахування ефекту групування точок перетинання пеленгів поблизу точці знаходження постановника. Запропоновано алгоритм визначення центру координат «згустків» точок перетинання пеленгів. Пропонується використовувати отримані координати для супроводу постановника перешкод як результат первинної обробки інформації про ціль, тобто далі використовувати типовий алгоритм виявлення й супроводу траєкторій. Методом математичного моделювання обґрунтована доцільність застосування запропонованої методики для виявлення й супроводу постановників активних перешкод.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЦИФРОВОГО РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ АЛГОРИТМІВ І ПРОГРАМ РОЗРАХУНКІВ ЗОН ВИЯВЛЕННЯ Й ОБСТРІЛУ ЗАСОБІВ ППО ПОВІТРЯНИХ СИЛ**

*Ю.В. Глебов, к.т.н., доц.; О.А. Попадич*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Побудова реалізованої зони виявлення радіолокаційних станцій, реалізованих зон обстрілу зенітних ракетних комплексів з урахуванням рельєфу місцевості є однією з основних завдань, яка вирішується у військах при виборі позицій для бойових порядків. Для розв'язку даного завдання потрібно затратити значний час, яким, як правило, війська не розташовують. Найбільш оперативним розв'язком цього завдання є розробка комплексу програм побудови зони виявлення РЛС (зони обстрілу ЗРК) з використанням цифрових карт місцевості. Практика верифікації програмного забезпечення свідчить, що програма повинна бути протестована у всьому припустимому діапазоні зміни вихідних даних. У розглянутому випадку це означає, що програма повинна бути протестована на цифровій карті рівнинної місцевості, горбкуватій, гірській й т.п. Одержання й використання подібних карт може бути сполу-

чене з деякими труднощами, тому автори пропонують методіку моделювання цифрової карти, алгоритм рахунку, які дозволяють створювати цифрову модель рельєфу, що досить адекватно відображає ситуації, що зустрічаються реально. Методика доведена до програмної реалізації. Передбачена можливість формування, наприклад, горбкуватої місцевості з випадковим розташуванням пагорбів з наступним створенням цифрової його моделі, або рельєфу за задумом користувача.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ПО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ПОЗИЦІЇ ДЛЯ САМОХІДНИХ ВОГНЕВИХ УСТАНОВОК ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ДІВІЗІОНУ «БУК – М1»**

*Ю.В. Глебов, к.т.н. доц.; Д.Р. Кондрацов*

*Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба*

Для ведення сучасного ефективного протиповітряного бою актуально стоїть питання щодо розташування самохідних вогневих установок зенітного ракетного дивізіону на місцевості. Адже, як відомо, рельєф місцевості суттєво впливає на зону виявлення та зону обстрілу зенітного ракетного комплексу. Тому перед збройними силами стоїть завдання, як за короткий термін розрахувати точки стояння самохідних вогневих установок для найбільш ефективного захисту об'єктів прикриття від удару повітряного противника. Особливе актуальної ця задача є для мобільних зенітних ракетних комплексів, час згортання і розгортання яких складають одиниці хвилин. При цьому координати точки стояння самохідних вогневих установок визначаються автоматично з достатньо високою точністю. Авторами пропонується використовувати для розв'язку завдання вибору позицій самохідних вогневих установок використовувати ПЕОМ, т. як. можливості розміщення програми та вихідних даних в пункті бойового управління не має потрібних об'ємів пам'яті. Це потребує в справжній час введення в склад комплексу технічних засобів пункту бойового управління допоміжного обчислювального пристрою. Разом з тим промисловими підприємствами України накопичений достатньо великий досвід модернізації старого озброєння шляхом переведення його основних пристроїв на сучасну елементну базу. Це робить актуальною розробку пропозицій по автоматизації процесу побудови реалізуємої зони обстрілу на малих висотах з урахуванням рельєфу місцевості.

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УНИЧТОЖЕНИИ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ**

*Н.А. Королюк, к.т.н.; М.А. Павленко, к.т.н.; А.Н. Бесчасный*

*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Динамичность воздушной обстановки, временные ограничения, значительные объемы, неопределенность информации, предопределяют возрастание требований к уровню обоснованности и оперативности принятия решений по управлению современной системой вооружения ЗРВ. При решении задачи управления в условиях маневренного противодействия воздушной цели (ВЦ) требует от лица, принимающего решения, на основе опыта, знаний принятия такого решения о выборе ЗРК, которое обеспечит уничтожение ВЦ на заданном рубеже. Задачу целесообразного распределения ЗРК при назначении воздействий по ВЦ с учетом типа, характеристик и параметров полета предлагается решить посредством многокритериального рейтингования. Метод анализа иерархий, с точки зрения применения для решения многокритериальных задач оптимизации разной физической природы, недостатков

не имеет. С помощью метода решается задача принятия решения путем организации экспертизы. Полученные парные сравнения составляют массив чисел, который оформляется в виде матрицы. Обработка экспертных данных позволяет рассчитать меру согласованности суждений экспертов и вектор приоритетов относительно перечня средств для последующего определения целесообразного ЗРК при решении задачи управления системой вооружения ЗРВ на этапе непосредственного планирования боевых действий. Использование при решении задач управления инженерии знаний и технологий интеллектуальных систем позволяет повысить обоснованность и оперативность принятия решений.

### **ФІЛЬТРАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАЄКТОРІЇ ЦІЛІ, ЩО МАНЕВРУЄ**

*В.В. Челпанов, к.т.н., доц.; А.В. Челпанов, к.т.н.; М.О. Стахеев, к.т.н., доц.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Розглядається можливість підвищення ефективності супроводження цілей, що маневрують. Для цього пропонується метод підвищення достовірності виявлення маневру (обмеження хибної тривоги) за рахунок використання згладженого значення нев'язки. Запропоновано методи оцінки прискорення маневру на основі використання поточних значень нев'язки. Після виявлення маневру та оцінки прискорення здійснюється адаптивна модифікація фільтру. Для оцінки радіального прискорення запропонований кореляційний метод обробки, який полягає у порівнянні когерентної послідовності отриманих сигналів від цілі, що супроводжується, з набором еталонних функцій, які мають різні параметри за прискоренням. Порівняння здійснюється шляхом обчислення  $n$  кореляційних інтегралів, де  $n$  – кількість значень опорних (еталонних) функцій фази. Зауважено, що дані методи можуть бути використані за умови нормального розподілу помилок вимірювання та, відповідно, помилок фільтрації. За наявності перешкод необхідно застосовувати непараметричні методи аналізу значень нев'язки для оцінок маневру цілі, зокрема, з використанням рангового тесту. Таким чином, при супроводженні цілі, що маневрує, необхідно забезпечити своєчасне виявлення маневру, визначення його характеристик і відповідну корекцію параметрів (структури) фільтру і оцінок параметрів траєкторії. В залежності від умов супроводження для рішення даної задачі використовуються як параметричні, так і непараметричні методи обробки.