

## СЕКЦІЯ 6

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

Керівники секції: генерал-майор Д.В. Карпенко;  
д.військ н. проф. М.О. Єрмошин  
Секретар секції: к.т н. підполковник С.В. Селезньов

### ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ ОЗБРОЄННЯМ

*Д.В. Карпенко<sup>1</sup>; Д.Г. Бурдіко<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 національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У зв'язку з моральним та фізичним старінням існуючих ЗРС (ЗРК) актуальним є завдання технічного оснащення та підтримання боеготового стану парку зенітного ракетного озброєння (ЗРО) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України.

В основу вирішення цих завдань доцільно покласти: поетапне переоснащення ЗРВ ПС ЗС України новими (модернізованими) ЗРС (ЗРК) при одночасному проведенні заходів з підтримання парку ЗРО, який експлуатується, в боеготовому стані через його переведення на експлуатацію за технічним станом, зокрема заміної гостродефіцитних комплектуючих виробів сучасними аналогами вітчизняного виробництва, проведенням ремонтів наземних бойових засобів ЗРС (ЗРК); своєчасного виконання завдань проведення робіт з продовження призначених показників зенітних керованих ракет та освоєння їх ремонту. При цьому доцільно визначити граничні терміни служби основних зразків зенітного ракетного озброєння та розробити концепцію технічного переоснащення ЗРВ ПС ЗС України новими (модернізованими) зразками на довгострокову перспективу.

У доповіді обґрунтовуються пропозиції щодо реалізації заходів технічного оснащення та підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння. Показано, що реалізація вказаних заходів дозволить створити та підтримувати в боеготовому стані збалансовану за типажем та кількістю систему зенітного ракетного озброєння за критерієм "ефективність-вартість".

## **МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧІ СИТУАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ У ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ ПРИ ВИПРОБУВАННІ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*П.П. Зуєв*

*Повітряне командування «Південь»*

Автоматизація процедур розпізнавання поведінки у повітряному просторі елементів ракетного озброєння при випробуванні є елементом автоматизації прийняття рішень. За наслідками розпізнавання ситуацій приймаються відповідні рішення про необхідність залучення чергових сил для припинення можливих нештатних ситуацій при випробуваннях ракетного озброєння.

Для розпізнавання ситуацій у повітряному просторі пропонується побудувати сукупність моделей, що відображають алгоритм уявлення про повітряну обстановку в зоні відповідальності (у зоні полігону). Запропонований підхід до розпізнавання повітряної ситуації є удосконаленням відомих методів теорії розпізнавання та теорії інтелектуальних систем. Він відрізняється виявленням ступеня небезпеки ситуацій, що складаються, у повітряному просторі на основі застосування апарату нечітких множин і методу аналізу ієрархій.

Метою доповіді є представлення методу формалізації задачі ситуаційного аналізу у повітряному просторі при випробуванні ракетного озброєння у межах границі полігону.

Основою розробленого методу є дані про повітряну обстановку, які отримані засобами радіолокаційного контролю за наслідками кожного огляду повітряного простору. Отже, завдання розпізнавання ситуацій характеризуються невизначеною класифікацією. Використання нечіткої логіки і логічних висновків у моделях складних систем забезпечує спілкування з користувачем на професійно-орієнтованій мові, зберігання, накопичення, обробку якісної інформації.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ (ЕФЕКТИВНОСТІ) ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Б.А. Генів<sup>1</sup>; В.В. Кобзєв, к.т.н., с.н.с.; М.Б. Бровко<sup>2</sup>; В.В. Старцев<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Готовність озброєння та військової техніки (ОВТ) до використання за призначенням, ефективність її застосування досягаються своєчасною і повною організацією технічного забезпечення з'єднань, частин і підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ), які залучені до виконання завдань з прикриття військ та важливих державних об'єктів. В якості показника ефективності системи

технічного забезпечення (ТхЗ) використовується коефіцієнт готовності ОВТ. Використання цього показника виправдане при оцінці ефективності системи ТхЗ парку однотипних зразків ОВТ. До складу угруповання ЗРВ входять зразки ОВТ зі складною ієрархічною структурою (зенітні ракетні комплекси). Втім однотипними (за функціональним призначенням) зразками ОВТ ЗРВ є зенітні керовані ракети (ЗКР), забезпечення бойових пусків яких через підтримання боєготовності ЗРК та запасів ЗКР є основною функцією системи ТхЗ угруповання ЗРВ. Тому, в умовах ведення бойових дій в якості показника ефективності системи ТхЗ запропоновано використовувати коефіцієнт готовності ОВТ ЗРВ, який розраховується як відношення кількості бойових пусків ЗКР, що фактично можуть бути проведені угрупованням ЗРВ, до максимальної кількості бойових пусків ЗКР.

**МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ  
ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК, ЯКІ ОЗБРОЄНІ  
РІЗНОТИПНИМИ ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЗЕНІТНИМИ РАКЕТНИМИ  
КОМПЛЕКСАМИ, В УМОВАХ НЕПОВНОЇ ВИЗНАЧЕНОСТІ, ЩОДО  
ЇХ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*К.В. Закутін*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Найвний досвід бойових дій у сучасних воєнних конфліктах свідчить про зростання ролі Повітряних Сил (ПС) у досяганні стратегічної мети конфлікту. Основну вогневу силу ПС ЗСУ у системі протиповітряної оборони складають зенітні ракетні війська (ЗРВ). При цьому основними завданнями зенітних ракетних військ є: прикриття важливих об'єктів держави; прикриття угруповань військ (сил) у районах зосередження, при висуванні, в обороні та наступі, в подальшому слід розуміти як прикриття об'єктів.

Таким чином, виникає необхідність визначення найбільш ефективних ЗРК для формування раціонального варіанта парку зенітного ракетного озброєння ПС Збройних Сил України на базі різних типів сучасних і перспективних зенітних ракетних (ракетно-гарматних) комплексів.

Найбільш достовірним є метод за якого визначення найбільш ефективних ЗРК здійснюється на основі врахування результатів та досвіду бойового застосування підрозділів ЗРВ озброєних різними типами ЗРК в локальних війнах та збройних конфліктах. Але таким способом неможливо оцінити ефективність ЗРК, бойове застосування яких не було. В цьому випадку єдиним способом оцінки ефективності підрозділів ЗРВ озброєних різними типами ЗРК залишається математичне моделювання.

Методика порівняльного оцінювання ефективності бойового застосування підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними комплексами методом математичного моделювання полягає в розробці узагальненого показника ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних

різномісними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами та критерію ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різномісними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами.

## **ВИД, ФОРМА, СПОСІБ ДІЙ ПІДРОЗДІЛУ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*М.О. Єрмошин, д.військ.н. проф.; К.В. Закутін; Є.І. Ряполов; О.В. Рогуля  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Вид – зовнішній обрис, подібних за побудовою та структурою.

До видів дій військ (сил) відносяться оборона і наступ, а для підрозділу ЗРВ – це зенітне ракетне прикриття воєнних об'єктів як дії з прикриття важливих об'єктів державних і угруповань військ (сил). У мирний це дії чергових сил і воєнний час – бойові дії, приклад у зоні АТО. Зенітне ракетне прикриття повинне бути круговим і все висотним, із зосередженням зусиль на найбільш імовірних напрямках дій повітряного противника та діапазонах висот його бойового застосування.

Форма – зовнішній контур або установлений зразок чого-небудь (одяг).

Форма дій підрозділів ЗРВ – це протиповітряний бій.

Спосіб дій підрозділу ЗРВ – це порядок і тактичні прийоми застосування сил для вирішення завдань в протиповітряному бою.

Варіант дій підрозділу ЗРВ – один або кілька способів дій, що визначив командир (особа приймаюче рішення).

Основні способи бойових дій: одночасне або послідовне знищення противника (ведення вогню); дії підрозділу ЗРВ у межах одного або декілька районах бойових дій; зосередження або розосередження зусиль підрозділу ЗРВ; дії підрозділу ЗРВ у складі мобільної вогневої групи та ін.

Тактичний прийом – це частина способу дій підрозділу ЗРВ.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ЗРВ**

*М.О. Єрмошин, д.військ.н. проф.; Є.І. Ряполов; О.В. Рогуля; О.О. Тесенчук  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз сучасних збройних конфліктів, що відбувалися протягом останніх десятиліть у різних регіонах світу, показує, що в переважній більшості з них вирішальна роль у досягненні військово-політичних цілей відводиться високоточній зброї як головному засобу нанесення точкових ударів, здатному вирішувати ті завдання, які раніше покладали на традиційні види озброєнь із масовим залученням живої сили. При обґрунтуванні оперативно-тактичних вимог до зенітного ракетного комплексу важливе значення має завдання забезпечення необхідного рівня живучості підрозділів ЗРВ в прогнозованих умовах ведення бойових дій. Підвищення живучості

підрозділів ЗРВ досягається традиційними методами дублювання, резервування, бронювання і взаємного екранування, заснованими на сучасних науково-технічних досягненнях. На практиці живучість досягається зниженням помітності елементів ЗРК в оптичному, тепловому і радіолокаційному діапазонах хвиль, а також дотриманням режиму радіотиші і обмеженнями в роботі радіоелектронних засобів, що входять в склад ЗРК. В процесі бойового застосування підрозділів ЗРВ живучість забезпечується, крім того, правильним вибором позиції, їх інженерним обладнанням, дотриманням правил скритності функціонування, обладнанням запасних і удаваних позицій.

## **УГРУПОВАННЯ ТА ЗЕНІТНА МОБІЛЬНА ВОГНЕВА ГРУПА**

*М.О. Єрмошин, д.військ.н. проф.; О.В. Кулешов, к.військ.н. доц.;*

*О.А. Резніченко; Є.І. Ряполов; О.В. Розуля*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Зенітна мобільна вогнева група (угруповання ЗРВ та військ ППО СВ) – це тимчасове військове формування різних видів ЗС України та родів військ (сил), спеціальних військ і тилу, що розгорнуті у бойовій порядку для виконання бойового завдання за призначенням і зведені у систему зенітного ракетно-артилерійського прикриття воєнних об'єктів.

Система ЗРАП розглядається як сукупність взаємодіючих і одночасно функціонуючих компонент (систем зенітного вогню, розвідки, управління, забезпечення бойових дій) та елементів (зенітні ракетні, зенітні ракетно-артилерійські та інші підрозділи, їх зони виявлення та вогню, рубежі, що реалізуються): елементи системи вогню – зенітні підрозділи (у зоні проведення АТО є зрдн С-300ПС, зрбатр С-300В1, озрдн „Бук-М1”, зрдн (зрбатр) „Оса-АК”, зрбатр „Стрела-10”, зрбатр „Тунгуска”, зрбатр ПЗРК „Игла”, зенвід ЗУ-23-2), їх зони вогню (напрямки, рубежі, сектори вогню тощо); елементи системи розвідки – підрозділи розвідки зенітних і радіотехнічних частин (підрозділів), командні пункти (КП), пункти управління (ПУ) та їх зони виявлення (напрямки, рубежі); елементи системи управління – органи та пункти управління (КП, тилвий ПУ), підрозділи управління (зв'язку й автоматизації) та їх зони; елементи системи забезпечення – підрозділи забезпечення й обслуговування.

Структура системи ЗРАП як взаємне розташування її елементів і сукупність зв'язків і відношень між ними, що забезпечує цілісність цієї системи та здатність підрозділів угруповання ЗРВ та військ ППО СВ до виконання бойових завдань з урахуванням змін умов обстановки та стану військ.

## АНАЛІЗ УМОВ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ВІЙСЬКОВИМИ ЧАСТИНАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ЗРВ У "ГІБРИДНІЙ ВІЙНІ"

*М.П. Деменко, к.військ.н, доц.; А.М. Печкін, к.т.н., с.н.с.;*

*С.В. Нечитайло, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Наведено аналіз основних особливостей "гібридної війни", що впливають на розвиток способів застосування ЗРВ в операціях (бойових діях). До них відносяться: простір зони ведення гібридної війни має обмежений розмір – від десятків до двох-чотирьох сотень кілометрів; поєднання на одній території районів військових (бойових) дій і повсякденної господарської діяльності цивільного населення; відсутність чітко позначеної лінії бойового зіткнення сторін, у тому числі військ і об'єктів, що прикриваються; нестандартність побудови бойових порядків військ і об'єктів, що прикриваються; масове застосування безпілотних літальних апаратів; наявність в зоні бойових дій значного числа радіоелектронних засобів та радіоелектронних систем цивільної інфраструктури; терористичний характер дій противника, високий рівень мобільності бойовиків; масоване знищення радіоелектронних засобів самого різного призначення.

Таким чином, аналіз особливостей ведення бойових дій в умовах "гібридної війни" необхідно враховувати при визначенні способів та тактичних прийомів бойового застосування частин і підрозділів ЗРВ.

## ЗАГАЛЬНІ НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ПРОДОВЖЕННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ

*Б.М. Ланецький<sup>1</sup>, д.т.н. проф.; І.В. Коваль<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*В.В. Лук'янчук<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; І.М. Терехуха<sup>2</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

*<sup>2</sup>Військова частина А0800*

Розглядаються загальні науково-методичні положення щодо обґрунтування рівнів розукрупнення зенітних керованих ракет (ЗКР), на яких планують і проводять роботи з продовження призначених показників (ПП) ЗКР, видів робіт, які включають у програму робіт з продовження ПП, номенклатури ПП ЗКР та відповідних показників надійності, за результатами оцінювання яких приймається рішення щодо встановлення нових значень ПП ЗКР. Обґрунтовується необхідність складання структурно-функціональних схем надійності (СФН) ЗКР та їх складових частин, наводяться критерії оцінки працездатності та показники надійності, які повинні оцінюватися. Надаються рекомендації щодо планування обсягів випробувань ЗКР та їх складових частин у рамках програми робіт з продовження ПП з урахуванням апріорної

інформації, характеристика етапів процесу випробувань ЗРК в цілому, її складових частин, програми та методик випробувань ЗРК на надійність. Викладені у доповіді положення складають науково-методичну основу робіт з продовження ПП, яка пропонується для використання замовником, науково-дослідною установою замовника та виконавцем робіт.

## **ТИПОВА МОДЕЛЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ САМОХІДНОГО ЗРК**

*В.В. Лук'янчук<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Б.М. Ланецький<sup>1</sup>, д.т.н. проф.;  
І.М. Теребуха<sup>2</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба  
<sup>2</sup>Військова частина А0800*

При завданні вимог по надійності, експлуатаційній технологічності й іншим властивостям ЗРК необхідно розробити та погодити між Замовником і Розробником типову модель експлуатації ЗРК.

Розглядаються питання розробки типової моделі експлуатації самохідного ЗРК, стосовно якої задаються (коректуються) вимоги по надійності, поняття "вихідний ефект" ЗРК, номенклатура і значення показників надійності та ін. Висловлюється типова послідовність етапів експлуатації, типова циклограма використання за призначенням, її параметри.

Розглядається вплив параметрів типової моделі експлуатації ЗРК на вибір номенклатури оперативного-тактичних і технічних вимог до показників надійності ЗРК, порядок розробки математичної моделі функціонування ЗРК на різних інтервалах типової циклограми використання за призначенням.

Приводиться типова модель експлуатації самохідного ЗРК, формуються загальні положення з завдання вимог по надійності й експлуатаційній технологічності ЗРК та його бойових засобів.

## **ЗАВДАННЯ ВИМОГ ДО НАДІЙНОСТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ЗРК ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ**

*В.В. Лук'янчук<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Б.М. Ланецький<sup>1</sup>, д.т.н. проф.;  
І.М. Теребуха<sup>2</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба  
<sup>2</sup>Військова частина А0800*

Аналізуються різні способи завдання вимог до показників надійності й експлуатаційної технологічності ЗРК типу "ймовірність", які встановлені в нормативній документації в одній з наступних форм завдання вимог до: 1) номінального рівня; 2) контрольного рівня, що підтверджується з довірчою ймовірністю; 3) номінального рівня та контрольного рівня, що підтверджується з довірчою ймовірністю; 4) рівнів бракування і приймального

при допустимих значеннях ризиків замовника і розробника; 5) номінального рівня і допустимого значення середньоквадратичного відхилення оцінки показника надійності та контроль їх виконання.

На основі аналізу позитивного показника надійності типу "ймовірність безвідмовної роботи" обґрунтовується вибір третьої форми завдання вимог до номінального рівня "ймовірності безвідмовної роботи" і контрольного рівня з довірчою ймовірністю як найбільш прийнятною для замовника й розробника.

Розглядаються основні співвідношення з розподілу цих вимог до показників надійності складових частин ЗРК різного рівня розукрупнення. Формулюються правила контролю надійності й експлуатаційної технологічності складових частин ЗРК. Завдання формування вимог до надійності й експлуатаційної технологічності та їх контролю розглядаються як елемент системи управління експлуатацією ЗРК.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЗІ СТВОРЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2020 РОКУ**

*Д.А. Гриб, к.військ.н., доц.; В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.;*

*Г.С. Залевський, д.т.н., с.н.с.; І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.*

*Харківській національній університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розглядаються шляхи створення та модернізації зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО) та радіоелектронної техніки на період до 2020 року. Проведено аналіз факторів, що впливають на створення нових (модернізацію існуючих) вітчизняних та закупівлю іноземних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) протиповітряної оборони (ППО) Збройних Сил України.

Проведено аналіз раціональних напрямків модернізації існуючого парку ЗРК з урахуванням можливостей підприємств промисловості України, проведена оцінка можливості та перспективності створення підприємствами України вітчизняного ЗРК середньої дальності (СД) з використанням існуючих авіаційних ракет Р-27 та Р-73 класу "повітря-повітря", проведено оцінку можливості та перспективності створення вітчизняного багатоканального ЗРК СД з використанням нової зенітної керованої ракети (ЗКР), розробленої на базі ракети 5В27Д, визначені доцільні шляхи закупівлі іноземних зразків ЗРО на період до 2020 року.

Розроблено кількісно-якісні показники тактико-технічних вимог, якими повинний володіти багатоканальний ЗРК СД з новою ракетою, розробленою на базі ракети 5В27Д.

Розроблено пропозиції до Програми розвитку ОВТ зенітних ракетних військ та радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України на період до 2020 року.



## **АНАЛІЗ ПИТАНЬ ПОБУДОВИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СУЧАСНИХ ЗКР**

*А.Б. Скорик, к.т.н., доц.; О.Ф. Галицький, к.т.н., доц.;*

*С.В. Моргун; І.В. Помогаєв*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У зенітних ракетних комплексах, що знаходяться на озброєнні найбільш розвинених країн в даний час використовуються ЗКР, системи управління яких, як правило, побудовані за традиційною (класичною) топологією.

У складі системи управління ЗКР виділяють систему наведення, яка виконує функції тільки отримання і обробки інформації. Результатом її функціонування є закон управління та керуючі функції, які описують зміну керуючих сил в залежності від часу. Друга частина системи управління - це система стабілізації, яка вирішує завдання реалізації закону управління, виробленого системою наведення.

Аналіз напрямків розвитку керованих ракет з активними ГСН, що відносяться до 5 покоління показав, що розробники йдуть від використання роздільної оптимізації вимірювача і регулятора. Оптимальне керування відшукується як залежність команд, які видаються на органи керування ракети від повного набору фазових координат об'єкта керування, а не тільки від параметрів відносного руху ракети і цілі.

У доповіді аналізуються особливості побудови систем наведення перспективних ЗКР з газодинамічним управлінням і активними ГСН. Розглядаються питання використання інформації про дальність до цілі в методах наведення перспективних ЗКР.

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НАПІВАКТИВНОГО ФАЗОДОПЛЕРІВСЬКОГО РАДІОПІДРИВАЧА ЗКР З ТЕЛЕКЕРУВАННЯМ В УМОВАХ ВПЛИВУ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД**

*М.І. Камчатний, к.т.н., доц.; О.Ф. Галицький, к.т.н., доц.;*

*В.Ю. Василенко; С.М. Шепелевич*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналізується ефективність роботи напівактивного фазодоплерівського радіопіддривача ЗКР з телекеруванням в умовах впливу пасивних перешкод. Показано, при впливі на роботу РП пасивних перешкод відбувається його раннє спрацювання, яке призводить до зниження ефективності бойового спорядження ракети. Пропонується спосіб корекції моменту спрацювання радіопіддривача за рахунок вимірювання часу раннього спрацювання і затримки моменту спрацювання на вимірний час. Даються пропозиції щодо реалізації нового способу корекції спеціальним пристроєм та оцінюється його

вплив на ефективність стрільби ЗРК з телекеруванням в різних умовах перешкодової обстановки.

## **ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МУЛЬТІРАДАРНОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ ОБСТРІЛІ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ЗЕНІТНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ**

*Д.М. Беляєв<sup>1</sup>; С.В. Герасимов<sup>2</sup>; д.т.н., с.н.с.; С.В. Кукобко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;  
Є.С. Роцупкін<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

*<sup>1</sup>Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки  
Збройних Сил України*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Результати аналізу військових конфліктів кінця ХХ – початку ХХІ століть свідчать, що одними з першочергових цілей сторони, що застосовує засоби повітряного нападу (ЗПН), є активні радіолокаційні станції (РЛС) виявлення, супроводження та наведення сантиметрового діапазону хвиль противника. Одним з шляхів підвищення живучості вказаних РЛС є зменшення часу їх випромінювання та, по можливості, скоріша зміна позицій після завершення випромінювання.

В доповіді наведено пропозиції щодо використання багатопозиційних систем та мультірадарної обробки сигналів від джерел інформації різних діапазонів хвиль, що працюють як в активному, так і в пасивному режимах. Показано, що данні, що отримуються за результатами сумісної обробки інформації від кількох джерел, можуть бути використані як при видачі цілевказівок, так і при наведенні зенітних керованих ракет на ціль.

## **ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОНТРОЛЬНИХ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТА БОЙОВИХ СТРІЛЬБ ЗЕНІТНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ З ТИМЧАСОВИХ МАЙДАНЧИКІВ ПРИМОРСЬКОГО БАЗУВАННЯ**

*О.І. Ведмідь, к.т.н., доц.; К.К. Кулагін, к.т.н., доц.;  
М.М. Романюк, к.військ.н., доц.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В результаті анексії Російською Федерацією території АР Крим Повітряні Сили (ПС) Збройних Сил (ЗС) України тимчасово втратили експериментально-випробувальну базу полігону "Чауда" Державного науково-випробувального центру Збройних Сил України (ДНВЦ ЗСУ), а разом із ним і можливість проводити полігонні випробування нових (модернізованих) зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО), а також навчання частин і підрозділів зенітних

ракетних військ (ЗРВ) з бойовими пусками (стрільбами) зенітних керованих ракет (ЗКР).

На виконання Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 11 листопада 2015 року була проведена робота щодо визначення місць потенційно придатних для створення нового випробувального полігону із дотриманням усіх встановлених заходів безпеки та внесені відповідні зміни до чинної нормативно-правової бази. Зокрема, згідно з наказом Міністерства оборони України від 22.08.2016 №435 випробувальні і дослідні стрільби "можуть бути проведені на окремих ділянках території України (тимчасових майданчиках (ТМ)), які відповідають усім вимогам безпеки за згодою з власниками (користувачами) земельних ділянок та погодженням з відповідними місцевими органами самоврядування (місцевими органами виконавчої влади)". Такі ТМ були створені в Одеській та Херсонській областях у 2016 році, та підтвердили свою ефективність під час контрольних льотних випробувань (КЛВ) виробів 5В55К(Р) для ЗРК С-300П та випробувань нових зразків реактивних снарядів до реактивних систем залпового вогню "Смерч".

Дотримання встановлених унормованих показників безпеки є одним з ключових обмежень при прийнятті рішення на бойові (дослідні) стрільби, особливо коли вони проводяться не на військових полігонах, а на тимчасових майданчиках. Крім того, важливим фактором, що має бути врахованим, є потенційна загроза неадекватної поведінки збройних сил країни агресора, утримання ними незаконно захоплених українських морських бурових платформ, провокаційні дії у морському та повітряному просторі, кібератаки на системи зв'язку та автоматизованого управління військами, дезінформація через засоби масової інформації.

Авторами запропонована методика визначення просторових обмежень району бойового застосування ЗРО на основі даних моделювання руйнівного потенціалу ЗКР та можливих умов їх застосування, з урахуванням потенційно ймовірних нештатних ситуацій та їх наслідків. Запропонована методика базується на міжнародних стандартах та сучасних підходах до аналізу та управління ризиками потенційно небезпечних об'єктів та дозволяє обґрунтовано (з позиції припустимого ризику) підходити до встановлення просторових обмежень при бойових (практичних) застосуваннях ЗРО. На прикладі проведених у 2016 році КЛВ виробів 5В55К(Р) для ЗРК С-300П показана ефективність запропонованої методики та розроблено ряд практичних рекомендацій щодо її удосконалення.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВИХ АЛГОРИТМІВ КП ЗРК СД В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ЗАВАД**

*С.В. Бондаренко; Р.О. Гордієнко; А.С. Чопенко, к.т.н., доц.;  
С.С. Гусєв; Д.О. Сідоров*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Найважливішою задачею, яку вирішує авіація в сучасній війні, є подолання системи ППО, і перш за все подолання зон дії її активних засобів – зенітних ракетних систем та комплексів. Для вирішення цієї задачі повітряний противник використовує багато різних засобів, у тому числі постановку різного роду активних і пасивних завад. Активні шумові завади (АШЗ) є одним з найвпливовіших засобів протидії керуванню вогнем ЗРК на командних пунктах зенітних ракетних систем та комплексів. Сучасні засоби повітряного нападу спроможні ставити АШЗ у прицільному режимі в дуже широкому діапазоні радіохвиль, що не дозволяє забезпечити їх своєчасне виявлення радіолокаційними засобами КП ЗРК та постановку вогневих задач ЗРК до рубежів виконання завдань повітряними цілями, які летять під прикриттям постановників АШЗ. Для вирішення задачі виявлення постановників АШЗ і визначення їх координат пропонується використовувати радіолокаційні засоби КП ЗРК і ЗРК. Одночасне використання декілька трьохкоординатних РЛС для пошуку постановників АШЗ і визначення їх координат методами триангуляції дозволяє вирішити завдання своєчасного виявлення і ураження джерела протидії керуванню вогнем ЗРК. Розроблен алгоритм визначення координат цілі постановника активних шумових завад методом триангуляції та надані пропозиції щодо внесення змін до керівництва з бойової роботи КП ЗРК СД в умовах застосування активних шумових завад.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ ІМІТАТОРА ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ ПУНКТУ БОЙОВОГО УПРАВЛІННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ НА БАЗІ ПЕОМ**

*С.А. Бортновський, к.т.н., доц.; О.В. Гаврентюк; М.М. Коваленко;  
О.М. Кузнєцова; Ю.І. Головач*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Технічні засоби ПБУ забезпечують можливість проведення тренувань бойової обслуги з імітацією повітряної обстановки за допомогою програмного імітатора повітряної обстановки. Існуючий програмний імітатор повітряної обстановки ПБУ має недоліки які пов'язані з обмеженням кількості імітованих трас та часу який відводиться для тренувань бойової обслуги. З загальної кількості трас що імітується, в програмному імітаторі повітряної обстановки існує всього одна траса цілі, що маневрує і три траси у вигляді

пеленгів на постановники перешкод. Існуючий програмний імітатор повітряної обстановки ПБУ формує лише траси цілей з ознакою "неопізнана".

Для усунення недоліків існуючого програмного імітатора пропонується створення моделі імітатора повітряної обстановки на базі ПЕОМ. Модель повинна передбачати імітацію органів керування на робочих місцях обслуги ПБУ, відображення інформації про траси цілей з ознаками "свій", "чужий", розширення кількості імітованих трас цілей в тому числі які застосовуються в зоні проведення АТО, збільшення часу реалізації нальоту при тренуванні бойової обслуги.

Використання імітатора повітряної обстановки на базі ПЕОМ дозволить покращити практичну підготовку обслуги, вдосконалювати навички по веденню протиповітряного бою та автоматизованого управління вогнем ЗРК малої дальності.

### **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ (СХЕМ) МАНЕВРУ ЗАСОБІВ ЗРС (ЗРК) З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМОБІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ**

*С.А. Бортновський<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; О.В. Гаврентюк<sup>1</sup>; Р.С. Кравчик<sup>2</sup>;  
В.О. Кононов<sup>2</sup>; С.В. Юрченко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

*<sup>2</sup>Військова частина А2847*

Актуальність та новизна даних задачі досліджень визначається врахуванням у моделі наступних питань:

1. Розробкою способу математичної формалізації реальної автомобільної мережі у вигляді масивів характеристик автомобільних доріг загального користування та військових;

2. Завданням комплексу обмежень при маневрі засобів ЗРС (ЗРК) згідно існуючих у ЗСУ норм, пріоритетів, порядку планування та організації транспортного забезпечення при використуванні військами єдиної автомобільної мережі.

Пропонується в основі моделювання транспортної мережі, оптимізації маршрутів пересування по ній і дослідження механізму взаємодії її елементів використовувати математичний апарат та алгоритми теорії аналізу мереж.

Основу рішення оптимізаційної задачі знаходження найкоротших шляхів (ланцюгів) між усіма парами вузлів мережі складає ітеративна процедура визначення величин мінімуму часу пересування. Процедура мінімізація часу маневру засобів ЗРС (ЗРК) по автомобільній мережі між заданими пунктами (вузлами) з урахуванням обмежень у транспортному забезпеченні 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.

## **РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦІФРОВИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМАНДНИХ ПУНКТИВ ЗРВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ В ЇХ СКЛАД СУЧАСНИХ ПЕОМ**

*С.А. Бортновський, к.т.н., доц.; О.В. Гаврентюк; І.В. Помогаєв; С.М. Рассоха  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Вирішення задачі модернізації (нарощування та вдосконалення) обчислювального ресурсу різних цифрових обчислювальних комплексів (систем) у складі існуючих засобів АКП ЗРВ на підставі інформаційного спряження з ними сучасних ПЕОМ має наметі у цілому підвищення ефективності комплексів засобів автоматизації (КЗА) КП АСУ ЗРВ, ЗРС та ЗРК. Дана задача є актуальною для теорії і практики військ, так як базується на обґрунтуванні та розробки способів і технічних пристроїв інформаційного та логічного спряження ПЕОМ з інтерфейсом КЗА КП типу «загальна шина». Комплексна інтеграція ПЕОМ у складі штатної обчислювальної системи дозволяє як підвищити ефективність вирішення типових завдань КЗА КП, так і створити нові інформаційно-розрахункові, контрольні, тренажні та інші підсистеми.

Спряження інтерфейсу КЗА КП і ПЕОМ пропонується здійснювати через спеціальний пристрій – інформаційний та логічний адаптер спряження. На підставі проведеного системного аналізу існуючих методів обміну даними у КЗА КП запропоноване структурна схема адаптера спряження, розроблені принципи побудови та функціонування його основних вузлів: блоків каналного та програмного обміну, які реалізують відповідно селекторний і мультиплексорний режим (каналі) обміну в інтерфейсі КЗА КП ЗРВ.

## **ВИКОРИСТАННЯ КВАДРАТНОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В РЛС З МИТТЄВИМ ПОРІВНЯННЯМ СИГНАЛІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КЛАСУ ЦІЛІ, ЩО СУПРОВОДЖУЄТЬСЯ**

*В.В. Бурцев<sup>1</sup>, к.т.н. проф.; О.В. Калита<sup>2</sup>; Ю.В. Коробков<sup>1</sup>; І.В. Ков'ях<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба  
<sup>2</sup>Військова частина А0593*

Повітряні цілі прийнято розділять за наступними класами: важкі літаки (стратегічні бомбардувальники і літаки розвідки, повітряні командні пункти тощо), винищувачі, крилаті ракети, безпілотні летальні апарати, боеголовки балістичних ракет і т.п.

Розпізнаванню класу цілі в сучасних РЛС наведення зенітних керованих ракет приділяється особлива увага, тому що це дозволяє правильно визначити порядок обстрілу такої цілі. Як правило, для цього використовуються оцінка співвідношення сигнал/шум на відповідних дальностях, спектральні характеристики сигналів цілі (по складовим «турбінного» ефекту), апаратура звукової індикації, а на невеликих дальностях ще й телевізіно-оптичні візери.

Поширення технологій «Стелс» при створенні будь-яких детальних апаратів призводить до зниження можливостей РЛС сантиметрового діапазону хвиль щодо ефективного використання потужнісних і спектральних характеристик сигналів. У той же час було встановлено, що відношення вертикального розміру цілі до її горизонтального розміру також є ознакою класу цілі.

Пропонується для визначення розмірів цілі використовувати квадратурну обробку різницевих сигналів в РЛС з миттєвим порівнянням сигналів. Сутність обробки полягає у введенні додаткових приймальних каналів у пеленгаційний пристрій РЛС наведення, які обробляють ортогональні різницеві сигнали одночасно з основними сигналами. А сумісна обробка прийнятих синфазних і ортогональних сигналів зі спеціальною їх нормировкою дозволяє отримати лінійні розміри цілі у вертикальній і горизонтальній площинах.

Запропонована обробка сигналів дозволяє також визначати групі цілі, що не розділяються за жодною координатою в РЛС наведення, за ознаками їх лінійних розмірів.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ З ТОЧКИ ЗОРУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРОВЕДЕННЯ ЇХ ПУСКІВ**

*О.І. Ведмідь, к.т.н., доц.; В.В. Бурцев, к.т.н. проф.; О.Д. Флоров, к.т.н., доц.  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Надійність зенітних керованих ракет (ЗКР) при проведенні розрахунків ефективності бойового застосування зенітного ракетного озброєння враховується так званим коефіцієнтом бойової роботи ракети  $K_{брр}$ . Останній визначається як відношення вдалих пусків до загального залікового їх числа. З точки зору оцінки ймовірності можливої небезпеки при проведенні пусків ЗКР  $K_{брр}$  не дає необхідної інформації – для цього необхідно знати ймовірності відмови бортового обладнання ЗКР, в першу чергу автопілоту. При невдалих пусках відмовляє конкретне обладнання ЗКР. Достовірність визначення того, яке обладнання відмовило, залежить від доступної для аналізу інформації. Статистична оцінка ймовірності відмови конкретного типу обладнання визначається відношенням кількості пусків з відмовами цього типу обладнання до загального числа пусків, в яких це обладнання справне функціонувало. Останнє може бути більше, ніж загальна чисельність залікових

пусків для оцінки  $K_{брр}$ . В свою чергу оцінка значення  $K_{брр}$  визначається як добуток ймовірностей безвідмовної роботи бортового обладнання конкретного типу ЗКР.

Обговорюються результати конкретних оцінок ймовірностей безвідмовної роботи бортового обладнання ЗКР та  $K_{брр}$ .

### **АНАЛІЗ НЕШТАТНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОНТРОЛЬНИХ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАНЬ ВИРОБІВ 5В55 В 2016 РОЦІ**

*О.І. Ведмідь, к.т.н., доц.; К.К. Кулагін, к.т.н., доц.; І.А. Нос, к.т.н.  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Контрольні льотні випробування (КЛВ) виробів 5В55 відбувались 1-2 грудня 2016 року на тимчасовому майданчику біля населеного пункту Олександрівка Голопристанського району Херсонської області. При проведенні пусків зафіксовано декілька нештатних ситуацій, пов'язаних з відмовою бортового обладнання виробу.

За результатами аналізу зафіксованої під час КЛВ відеоінформації зроблені висновки, що нештатні ситуації виникли в наслідок відмов бортового відповідача виробу та його автопілоту.

По кожній нештатній ситуації проводиться обґрунтування зробленого висновку на підставі аналізу результатів відеозмінення зазначених нештатних ситуацій та порядку функціонування наземного обладнання зенітного ракетного комплексу та бортового обладнання виробу. Акцентується увага на принципових особливостях функціонування обладнання.

Робляться пропозиції щодо підвищення рівня безпеки при проведенні пусків (бойових стрільб).

### **МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ**

*Б.О. Чумак, к.т.н., доц.; І.А. Нос, к.т.н.; Р.В. Лященко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Прагнення підвищити точність вимірювань навігаційних функцій (НФ) і особливо одночасного вимірювання декількох з них обумовлює застосування в інформаційно-вимірювальних системах (ІВС) сигналів складної форми, відкіля виходить, що дискримінатори відповідних приймальних пристроїв мають кінцеву кількість стійких станів рівноваги. Це у свою чергу призводить до того, що апостеріорне розподілення компонентів вектору стану може бути полімодальним і, як слід, для пристроїв обробки цих сигналів найбільш значними стають випадкові похибки, пов'язані з неоднозначністю відліків. Крім того, попереднє введення системи в синхронізм потребує значного часу, що не може бути прийнятним в умовах роботи ПВОК полігону та його засобів.



Суттєвого підвищення якості функціонування таких ІВС можна досягнути, усуваючи або значно зменшуючи зазначену полімодальність за рахунок комплексування вимірників. При цьому вихідна напруга неслідкуючого вимірника вводиться в слідкуючий вимірник для уведення в синхронізм вимірювальних каналів радіотехнічних інформаційно-вимірювальних систем з широкосмуговими шумоподібними сигналами. Підкреслимо, що таке комплексування вимірників відбувається частіше усього в режимі виявлення об'єктів і пошуку сигналу за частотно-часовим полем.

Звичайно виявлення об'єктів здійснюється за допомогою систем огляду простору. При цьому точність вимірів кутових координат буде залежати від ширини діаграми спрямованості (ДС) антенної системи і для фазованих антенних ґрат, наприклад, буде складати величину порядку  $0,1^{\circ}$ - $0,2^{\circ}$ . Для забезпечення визначеної точності вимірювання компонентів вектору стану об'єктів, що обслуговуються, слід мати точності вимірів НФ, і зокрема кутових координат, майже на порядок вищу.

Для підвищення оперативності і точності виявлення об'єктів авторами пропонується новий метод вимірювання кутових координат, пов'язаний із застосуванням просторово-часових властивостей складних сигналів.

### **РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПЕРЕТВОРЮВАЧА РІВНІВ СИСТЕМИ СИНХРОНІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*В.В. Джус, к.т.н.; А.Г. Мироненко; О.О. Большаков; П.О. Марункевич  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На даний час промислове виготовлення транзисторних гібридних збірок С1.151ПУ2 зупинено. При поточному ремонті типових елементів заміни системи синхронізації цифрового обчислювального комплексу (ЦОК) 5Э266 для заміни таких збірок застосовуються чарунки резервних модулів та ЗІП.

На основі аналізу принципової схеми гібридної збірки описана та реалізована у програмі Micro-Cap 7.0 модель перетворювача рівнів, виготовлено напівнатурний зразок цього перетворювача на дискретних елементах.

Застосування розробленої моделі дозволяє вдосконалити алгоритми локалізації та усунення несправностей системи синхронізації ЦОК 5Э266.

## **АНАЛІЗ ЗАГРОЗ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРО- ТА МІНІ-БЛА, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ З НИМИ**

*А.С. Дудуш<sup>1</sup>, к.т.н.; Д.О. Максимчук<sup>2</sup>; І.І. Сачук<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с., доц.;  
Б.М. Шапар<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

*<sup>2</sup>Управління державної охорони України*

Сьогодні у світі найбільш небезпечними загрозами застосування безпілотних літальних апаратів (БЛА) в терористичних цілях вважаються оснащення мікро- та міні-БЛА (злітна маса від 5 до 30 кг) РХБ-зброєю, вогнепальною зброєю або вибухівкою для здійснення атак по об'єктах критичної інфраструктури, по місцях великого скупчення людей, а також для вчинення замахів на важливих політичних діячів. Найбільш імовірна загроза терористичних актів виходить від ігрових і любительських комплектів БЛА.

Проведений аналіз властивостей БЛА, які можуть бути використані для організації і проведення атак, а також чинників, що обумовлюють погрози застосування мікро- та міні-БЛА для здійснення атак по об'єктах критичної інфраструктури.

Розглянуті особливості ієрархічного комплексу заходів з протидії загрозам використання мікро- та міні-БЛА, що містить регуляторні, пасивні і активні контрзаходи.

Досліджені типові структури існуючих комплексів і систем боротьби з мікро- та міні-БЛА, виділені роль і місце в них пасивних і активних засобів, проаналізовані переваги і недоліки різних контрзаходів.

## **МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РПН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ**

*О.О. Зверєв, к.т.н., доц.; В.В. Лотоцький; І.О. Дудник; В.О. Гриценко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід локальних конфліктів кінця 20-го – початку 21-го століть, останніх гібридних та мережецентричних війн, а також аналіз проведення антитерористичної операції на сході України свідчить, що ускладнення способів бойового використання ЗРК, збільшення числа маневрів від час ведення бойових дій, неврахування очікуваних режимів експлуатації і бойового застосування зенітних ракетних комплексів (ЗРК) приводить до невиконання вимог по надійності радіоелектронних засобів (РЕЗ) ЗРК середньої дальності (СД). Забезпечення необхідної надійності ЗРК є одним з шляхів забезпечення необхідної ефективності застосування ЗРК.

При вирішенні завдань забезпечення високої надійності та ефективності ЗРК СД актуальною є проблема оцінювання та прогнозування показників

надійності його РЕЗ, зокрема радіолокатора підсвічування та наведення (РПН).

У доповіді розглядаються методичні положення визначення показників надійності РПН, у якій номенклатура і величини нормативних показників надійності РПН визначаються з врахуванням очікуваних режимів експлуатації й особливостей бойового застосування ЗРК СД, а у якості міри надійності використовується більш узагальнений, чим коефіцієнт оперативної готовності, показник надійності – коефіцієнт збереження ефективності ЗРК.

### **АНАЛІЗ СПОСОБІВ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РАДІОЛОКАТОРА ТА РОЗРОБКА СПОСОБУ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ДАЛЬНОСТІ ДО СУПРОВОДЖУВАНОЇ ЦІЛІ**

*М.І. Камчатний, к.т.н., доц.; О.В. Гречка; Б.Р. Федьків; Д.В. Мельник  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В аналізуються сучасні методи керування параметрами зондувальних сигналів багатофункціональних радіолокаторів ЗРК, показується, що регулювання потужності зондувального сигналу в процесі роботи практично не здійснюється при супроводженні цілей як на великих, так і на малих дальностях, що негативно впливає на незамітність роботи РЛС, пропонуються способи та пристрій автоматичного регулювання потужності зондувального сигналу РЛС в залежності від дальності до супроводжуваної цілі для підвищення енергетичної непомітності його роботи та розширення динамічного діапазону приймального пристрою.

### **ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ЗРС**

*Б.М. Ланецький, д.т.н. проф.; О.М. Доска, к.т.н.;  
В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.; В.В. Лісовенко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Система забезпечення запасними частинами (СЗЗЧ) призначена для забезпечення поточного ремонту (ПР) і технічного обслуговування запасними частинами (ЗЧ) з метою підтримання наземних бойових засобів (НБЗ) зенітних ракетних систем (ЗРС) в боеготовому стані та включає в себе одиночні та групові комплекти ЗІП. До складу запасів ЗЧ цих комплектів входять відновлювальні та не відновлювальні ЗЧ. Для відновлення непрацездатних ЗЧ в складі СЗЗЧ необхідно мати ремонтний орган (РО), призначення якого полягає в відновленні працездатного стану шляхом діагностування і заміни виробів електронної техніки, що відмовили. В залежності від наявності в складі СЗЗЧ одиночних і групових комплектів ЗІП, об'ємів їх запасів, кількості

НБЗ, що обслуговуються одним РО і інших фактів, можливі різні варіанти побудови СЗЗЧ. З підвищенням ступеню централізації групових комплексів ЗІП і РО зменшується собівартість ПР за рахунок розширення зони обслуговування засобів, але при цьому зростає вартість комплексів ЗІП і транспортних витрат. В загальному випадку неможливо заздалегідь сформулювати раціональну структуру СЗЗЧ.

У доповіді розглядаються різні варіанти побудови СЗЗЧ НБЗ, вводяться показники для порівняння оцінки варіантів, що розглядаються: показники достатності СЗЗЧ, сумарні витрати на її створення і функціонування; формулюються завдання обґрунтування раціональної структури СЗЗЧ.

Приведений загальний алгоритм рішення задачі раціонального варіанту побудови СЗЗЧ. Розглянутий алгоритм пропонується використовувати при формуванні вимог до комплексів ЗІП перспективних ЗРС.

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА РОЗРАХУНКУ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ОДИНОЧНИХ КОМПЛЕКТІВ ЗІП ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ**

*Б.М. Ланецький, д.т.н. проф.; О.М. Доска, к.т.н.;*

*В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Трофименко*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Існуюча система забезпечення запасними частинами (ЗЧ) зенітного ракетного озброєння (ЗРО) передбачала обґрунтування запасів ЗЧ одиночних комплексів ЗІП (ЗІП-О) в складі зенітних ракетних систем. Специфіка експлуатації ЗРО в зоні антитерорестичної операції вимагає вирішення завдання забезпечення ЗЧ окремих зенітних ракетних комплексів (ЗРК), які автономно вирішують бойові завдання. Разом з тим, недостатній рівень запасів ЗЧ призводить до збільшення часу перебування ЗРК в непрацездатному стані. Надмірна кількість запасів ЗЧ вимагає значних витрат на створення і зберігання комплексів ЗІП.

Відомі підходи оцінки та розрахунку комплексів ЗІП ґрунтуються на математичних моделях, що описують потік заявок на ЗЧ у вигляді найпростішого. Крім того, оцінка показника достатності ЗІП – коефіцієнта готовності ЗІП, проводиться при припущенні того, що коефіцієнта готовності комплексу ЗІП є складовою добутку коефіцієнтів готовності кожного з запасів. Ці припущення не завжди відповідають дійсності та призводять, як правило, до завищення необхідного числа ЗЧ комплексів ЗІП.

В доповіді розглядаються: метод оцінки запасів ЗЧ в комплексах ЗІП ЗРК, який на відміну від існуючих ґрунтується на математичних моделях, з не експоненційними законами розподілу напрацювання між відмовами; метод розрахунку запасів ЗЧ комплексів ЗІП-О ЗРК, який включає в себе формалізацію оптимізаційної задачі розрахунку комплексів ЗІП-О та спосіб її

вирішення. Розглянуті методи пропонується використовувати при формуванні початкових запасів ЗЧ комплектів ЗПП і корегування їх складу.

### **МЕТОДИКА УТОЧНЕННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ ТЕРМІНІВ СЛУЖБИ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ ПРИ ВІРІШЕННІ ЗАВДАНЬ ПРОДОВЖЕННЯ ЇХ ПРИЗНАЧЕНИХ ПОКАЗНИКІВ**

*Б.М. Ланецький, д.т.н. проф.; І.В. Коваль, к.т.н., с.н.с.;*

*В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.; С.В. Селезньов, к.т.н.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Для підтримання парку зенітних керованих ракет 9М38М1 (далі - виробів) у боеготовому стані та забезпечення їх тривалої експлуатації передбачені різні режими експлуатації виробів. При переведенні виробів з одного режиму утримання в інший здійснюється перерахунок залишкових термінів служби у відповідності з номограмами перерахунку, які розроблені початково встановлених призначених термінів служби виробів. Ці номограми повинні уточнюватися за результатами проведених робіт з продовження призначених показників виробів. В доповіді пропонується встановлювати нові значення призначених термінів служби виробів за результатами оцінювання відповідних показників довговічності. Розглядаються методи оцінювання показників довговічності виробів у режимах, встановлених експлуатаційною документацією за даними експлуатаційних спостережень та додаткових експлуатаційних випробувань виробів. При цьому використовуються методи витрати ресурсу (Пешес-Степанової), Седякіна та ін.. Оцінювання показників довговічності здійснюється на вибірках виробів окремо для кожного з режимів експлуатації. За результатами оцінювання показників довговічності в кожному режимі будується нова уточнена номограма перерахунку.

### **МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ І КОНТРОЛЮ ПОКАЗНИКА БЕЗВІДМОВНОСТІ “ІМОВІРНІСТЬ БЕЗВІДМОВНОГО ВВІМКНЕННЯ” РЕЗ ЗРК, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ**

*Б.М. Ланецький, д.т.н. проф.; В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.; А.А. Артеменко*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Для РЕЗ ЗРК, що експлуатуються за технічним станом, обов'язковим являється оцінювання та контроль показника безвідмовності “імовірність безвідмовного ввімкнення”.

Розглядається метод оцінювання показника безвідмовності “імовірність безвідмовного ввімкнення” РЕЗ ЗРК, що експлуатуються за технічним станом, з використанням якого виконуються сумісна оцінка й контроль показника

безвідмовності “імовірність безвідмовного ввімкнення” із визначенням ризиків, що спостерігаються.

Застосування методу розглядається на інтервалах експлуатації за даними експлуатаційних спостережень та за даними експлуатаційних спостережень і експлуатаційних випробувань, що проводяться при контролях граничного стану ЗРК.

При цьому обсяг експлуатаційних випробувань визначається обсягом експлуатаційних спостережень та заданою точністю та достовірністю контролю безвідмовності.

Розроблений метод дозволяє одержувати прийнятні для експлуатації за технічним станом РЕЗ ЗРК точності й достовірності оцінок “імовірності безвідмовного ввімкнення” із уточненням достовірності прийнятих рішень при мінімальних часових і економічних витратах на проведення експлуатаційних випробувань.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ КРИТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*В.В. Лук'янчук, к.т.н., с.н.с.; І.М. Николаєв, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Показано, що передумовою розвитку зенітного ракетного озброєння (ЗРО) є створення відповідного науково-технічного заділу у сфері радіолокаційних технологій. До цих технологій належать технології генерування, випромінювання і прийому різних видів радіолокаційних сигналів, технології створення антенних систем з активними фазованими антенними решітками (ФАР), технології базово-кореляційних методів визначення координат постановників активних радіозавад, технології оптимального виявлення і вимірювання координат цілей на основі адаптивних алгоритмів обробки радіолокаційної інформації.

Показано, що поряд з радіолокаційними технологіями повинні розвиватися технології створення високошвидкісних ЗРК з інерційно-активним наведенням та високоточним газодинамічним управлінням на кінцевій ділянці траєкторії, технології активно-напівактивних радіолокаційних та багатоспектральних оптико-електронних головок самонаведення (ГСН), сучасні інформаційні технології автоматизації процесів бойової роботи, контролю технічного стану та пошуку місця відмов, технології створення високошвидкісних цифрових обчислювальних комплексів, технології створення систем зв'язку і передачі даних при реалізації принципів їх мережевої побудови, технології створення нових матеріалів і комплектувальних виробів, технології виробництва нової електронної компонентної бази, технології виробництва металів і сплавів із спеціальними властивостями.

## **ХАРАКТЕРНІ РИСИ "ГІБРИДНОЇ" ВІЙНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОЗВИТОК ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*В.В. Лук'ячук, к.т.н., с.н.с.; І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналізується досвід "гібридних" війн кінця ХХ-початку ХХІ століття. Показано, що концепція "гібридної" війни базуються на ряду основних принципів: 1) створення єдиного інформаційного, управляючого і ударного середовища, яке доступне військовим споживачам стратегічного (армія) до тактичного рівня; 2) зростання глибини вогневого ураження, що вимагає збільшення дальності дії засобів ураження; 3) активне застосування відносно дешевих боєприпасів класів "повітря - поверхня" і "поверхня - поверхня". Єдине інформаційне середовище забезпечується безперервною розвідкою, плануванням і управлінням виконання запланованих дій із залученням мінімально необхідних ударних засобів.

Найбільш важливими оперативно-тактичними і військово-технічними факторами "гібридних" війн сучасності, що безпосередньо впливає на розвиток зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил, є: 1) широке застосування для нанесення ударів по об'єктам і військам противника високоточних засобів ураження; 2) активне використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які стали одним з важливих типів сучасної інтелектуальної зброї; 3) широке застосування сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Досвід "гібридній" війни стимулює необхідність формування тематики пошукових і прикладних науково-дослідних робіт у напрямі забезпечення виконання вимог до ефективності боротьби з малорозмірними цілями, до яких належать високошвидкісні засоби високоточної зброї, з одного боку, і малорозмірні сучасні БЛА з іншого боку.

## **РОЗРОБКА ВИМОГ ДО ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОБМІНУ ДАНИМИ ПРО ПОВІТРЯНУ ОБСТАНОВКУ В РАМКАХ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ НАТО З БЕЗПЕКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*О.М. Мишуков; А.А. Артеменко*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Процес вступу України до Європейського Союзу та загальноєвропейський процес інтеграції систем контролю повітряного простору у єдину систему спостереження та керування авіацією ACCS, реалізація програм ASDE та RASP вимагають наявності у окремих країнах взаємосумісних джерел інформації. Для забезпечення різноманітних програм світового співробітництва за участю Збройних Сил України і навіть окремих підрозділів

також необхідні засоби взаємного впізнання.

Основними проблемними питаннями в країнах-учасницях «Програми розвитку інфраструктури», особливо нових членів НАТО, залишаються: відокремлення військових систем від цивільних; недостатність сучасних РЛС великого радіусу дії, засобів впізнання “свій-чужий”, що відповідають стандартам НАТО; невідповідність національних систем зв’язку та передачі даних вимогам НАТО щодо захисту інформації.

У доповіді показано, що для формування картини повітряної обстановки спостерігається тенденція впровадження три координатних РЛС військового призначення з вторинними каналами, що працюють в усіх режимах МК XII, SSR, в тому числі режимі S та здатні працювати в перспективному режимі 5 системи Mk XIIA.

Зроблений висновок про те, що Україна має усі необхідні умови до приєднання до Програми RASP, в тому числі кваліфікованих фахівців, здатних забезпечити розробку елементів системи, підтримку її працездатності.

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО РІШЕННЯ ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ ВИГЛЯДУ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ЗЕНІТНОЇ РАКЕТНОЇ СИСТЕМИ**

*І.М. Ніколаєв, к.т.н., с.н.с.*

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розглянутий один з можливих підходів до формалізації процесу формування технічного вигляду зенітної ракетної системи (ЗРС), що пропонується до розробки. Математично задача формулюється таким чином: визначити раціональний технічний вигляд перспективної ЗРС на безлічі можливих технічних рішень, що забезпечує тактико-технічні характеристики і ефективність виконання бойових завдань не гірше заданих, а також мінімальні витрати на її розробку при виконанні певних обмежень техніко-економічного характеру.

Показано, що задачу синтезу вигляду ЗРС доцільно вирішувати шляхом її декомпозиції на послідовність наступних взаємозв’язаних етапів її рішення: 1) аналіз можливих умов функціонування ЗРС і формування безлічі типових умов її бойового застосування; 2) формування оперативного-тактичних (тактико-технічних) вимог до ЗРС на основі оперативного-тактичних вимог, що пред’являються до системи зенітного ракетного озброєння; 3) генерація на основі використання досягнень світового науково-технічного прогресу і аналізу відомих принципів безлічі можливих конкуруючих альтернатив побудови ЗРС; 4) відбір конкурентоздатних альтернатив побудови кожного з варіантів ЗРС, що задовольняють заданим вимогам; 5) визначити раціональний технічний вигляд ЗРС за інтегральним показником якості варіантів реалізації ЗРС, який характеризує узагальнену питому вартість забезпечення імовірності виконання бойових завдань, покладених на ЗРС в прогнозованих умовах ведення бойових дій.



## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ЧАСТИН (ПІДРОЗДІЛІВ) З ЧАСТИНАМИ (ПІДРОЗДІЛАМИ) ВИНИЩУВАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ**

*С.В. Новіченко, к.т.н., с.н.с.; В.Г. Єрдяков; А.Ф. Макаров; А.М. Савельєв  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз імовірного складу та характеристик сил і засобів протиповітряної оборони (ППО) угруповання військ показує, що у 60-70% випадків (а інколи і більше) літаки винищувальної авіації (ВА) та наземні засоби ППО будуть вести бойові дії сумісно у одній зоні – зоні вогню частин і підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ) та військ ППО Сухопутних військ (СВ). При цьому полягає завдання в розподілі та координації зусиль по знищенню повітряного противника силами та засобами ЗРВ, військ ППО СВ та ВА. Вирішення цього завдання здійснюється шляхом організації взаємодії частин (підрозділів) ЗРВ, військ ППО СВ з ВА по зонах, коли зони бойових дій ВА не перетинають зон бойових дій ЗРВ та військ ППО СВ, що значно обмежує бойові можливості ВА. В даній доповіді приведені методичні рекомендації щодо організації взаємодії частин (підрозділів) ЗРВ та військ ППО СВ з частинами (підрозділами) ВА в одній спільній зоні для декількох способів взаємодії, коли зони бойових дій ВА можуть перетинати зони вогню підрозділів "Бук-М1" та військ ППО СВ. Показано, що правильно організована взаємодія може підвищити ефективність бойових дій на 17-32%.

## **СТРУКТУРА СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*П.В. Опенько<sup>1</sup>, к.т.н.; П.А. Дранник<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; А.С. Дудуш<sup>2</sup>, к.т.н.;  
І.І. Сачук<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с., доц.; Б.Р. Зінченко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет оборони України ім. І. Черняховського*

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Сучасні зразки зенітного ракетного озброєння (ЗРО) являють собою складні технічні системи з ієрархічно розгалуженою структурою, які об'єднують складові різного фізичного виконання та призначення. Їх технічне забезпечення організується з метою підтримання бойової готовності та боєздатності зенітних ракетних військ (ЗРВ) шляхом забезпечення їх озброєнням та військовою технікою (ОВТ), ракетами, боєприпасами і військово-технічним майном, підтримання їх в постійній готовності до застосування, відновлення (ремонт) ОВТ у разі пошкоджень (поломок) і повернення їх до строю.

Для розв'язання задач технічного забезпечення складних технічних систем у провідних країнах світу впроваджені відповідні системи супроводження життєвого циклу: Continuous Acquisition and Life cycle Support, система

інтелектуальної підтримки життєвого циклу наукомісткого виробу та ін. Пропонується варіант структури системи технічного забезпечення ЗРВ Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, яка забезпечує управління експлуатацією, технічним станом і відновленням виробів військового призначення в єдиному інформаційному просторі.

Основою системи є база даних ОБТ ЗС України Озброєння ЗС України, яка створюється на етапі розробки та науково-технічного супроводження відповідного зразка ОБТ, зберігається і уточнюється під час виробництва, технічної експлуатації, застосування за призначенням, списання, утилізації та містить технічну інформацію про виріб військового призначення і його складові елементи, із обов'язковим використанням бази даних Тилу ЗС України стосовно наявності і руху матеріально-технічних засобів, призначених для його забезпечення. При цьому для зразків ОБТ, що вже протягом тривалого часу перебувають в експлуатації, бази даних доцільно будувати шляхом створення електронної експлуатаційної документації з використанням електронних копій паперової конструкторської і експлуатаційної документації.

В управлінні логістики командування ПС пропонується створити центр управління експлуатацією, технічним станом і відновленням виробів військового призначення. Сформульовано завдання цього центру, порядок отримання, обробки та передачі інформації про технічний стан виробу для формування управлінських рішень з використанням баз даних ОБТ ЗС України та системи підтримки прийняття рішення особи, яка приймає рішення. Запропонована сукупність показників оцінювання стану виробів військового призначення при прийнятті рішення щодо підтримання працездатного стану та заданого рівня надійності виробів військового призначення під час експлуатації.

## **КОВЗНИЙ АЛГОРИТМ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗАЛИШКОВОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗРАЗКІВ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ**

*П.В. Опенько<sup>1</sup>, к.т.н.; І.І. Сачук<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с., доц.; Д.О. Гур'єв<sup>3</sup>;  
С.І. Рябко<sup>4</sup>; Л.В. Кунчиков<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Національний університет оборони України ім. І. Черняховського  
<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

*<sup>3</sup>Військова частина А0593*

*<sup>4</sup>Військова частина А3730*

Існуюча система технічного забезпечення, яка розрахована на застосування регламентованої стратегії технічної експлуатації і ремонту (ТЕ і Р) зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО) та передбачає проведення всіх видів планових ремонтів в мережі ремонтних заводів, не відповідає існуючим можливостям підприємств оборонно-промислового комплексу та стану економіки України. Створені запаси матеріально-технічних засобів, запасних

інструментів та приладдя не забезпечують проведення комплексу заходів щодо підтримання (або відновлення) працездатного (справного) стану зразків ЗРО.

На теперішній час експлуатація зразків ЗРО здійснюється на підставі рішення про продовження призначених показників надійності, ухваленого на підставі оцінки поточного технічного стану його радіоелектронних засобів (РЕЗ). Перспективним напрямом підтримання та відновлення працездатного (справного) стану ЗРО є впровадження адаптивних стратегій технічної експлуатації і ремонту зразків, зокрема стратегії ТЕ і Р за станом, реалізація якої призводить до забезпечення призначених показників надійності РЕЗ ЗРК та зниження витрат на їх експлуатацію.

При плануванні заходів технічного забезпечення для підтримання необхідного рівня працездатності ЗРО пропонується використовувати ковзний алгоритм прогнозування показників залишкової довговічності. Реалізація цього алгоритму передбачає здійснення індивідуального прогнозу за результатами експлуатаційних спостережень конкретного зразка зенітного ракетного озброєння та випробувань, які проводяться при контролі граничного стану засобів. Наводяться рекомендації щодо розбиття циклу експлуатації на інтервали, протягом яких проводяться експлуатаційні спостереження для парку ЗРО, та підходів до вибору глибини ковзного алгоритму при здійсненні прогнозу.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ АВІАЦІЙНИМ КОМПЛЕКСАМ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, ЩО МОЖУТЬ СТВОРЮВАТИ ЗАГРОЗУ ОБ'ЄКТАМ ПОВІТРЯНИХ СИЛ**

*О.С. Петренко, к.т.н., с.н.с.; А.М. Булай, к.т.н.; К.П. Квіткін  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

За останні роки значно підвищився інтерес до безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) в більшості розвинутих держав, над їх створенням у даний час працюють десятки фірм, виконуючі державні програми з створення БпАК нового покоління.

Високі бойові можливості БпАК викликають необхідність розробки і застосування ефективних способів боротьби з ними.

Своєчасне виявлення БпАК є необхідною умовою для успішної боротьби з ним, але не достатньою. Інформація про дії БПЛА повинна бути своєчасно доведена до командних пунктів зенітних ракетних військ та винищувальної авіації. Способи боротьби залежать від можливостей засобів ураження, що використовуються для боротьби з БпАК, метеорологічних умов і інших факторів.

Боротьбу з більшістю БпАК можуть вести всі типи ЗРК, які перебувають на озброєнні ЗРВ ПС ЗС України.

В докладі показано, що на даний час в зоні АТО БпАК, які постачаються РФ для незаконних збройних формувань, застосовувались для виконання

завдань ведення розвідки, цілевказівки, ведення радіоелектронної боротьби.

У доповіді наголошується на тому, що необхідною умовою успішної боротьби з БпАК є створення у районах їх можливого бойового застосування єдиної системи вогню ЗРВ ПС ЗС України та сил і засобів ППО СВ ЗС України з багатократним перекриттям зон поразення та організації взаємодії із розподілом зусиль по напрямках, висотах і цілях.

### **ДИСКРЕТНО-БЕЗПЕРЕРВНИЙ ФІЛЬТР КАЛЬМАНА ДЛЯ НЕКОГЕРЕНТНОГО ПРИЙОМУ СИГНАЛІВ**

*Б.О. Чумак, к.т.н., доц.; М.В. Бархударян, к.т.н., с.н.с.; М.П. Савченко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В процесі фільтрації стохастичних процесів статистичні характеристики сигналів і перешкод точно не відомі. Тому важливим етапом розробки приймальних пристроїв, які структурно входять до складу вимірювальних засобів комплексу контролю траєкторії польоту космічних апаратів, є дослідження чутливості алгоритмів обробки прийнятих сигналів до відхилень параметрів корисного сигналу від розрахункових.

Для досягнення найкращих характеристик комплексу в умовах складної моделі руху об'єкту вимагається, щоб параметри вимірювальних каналів змінювалися відповідно до сигнально-помехової і динамічної обстановки. Одним з найбільш перспективних методів в цьому плані слід рахувати використання адаптивних алгоритмів розширеного фільтра Кальмана.

У роботі пропонується дискретно-безперервний варіант побудови розширеного фільтра Кальмана, в якому показана можливість отримання апостеріорної оцінки відхилень параметрів згладжуючих ланцюгів від розрахункових значень сигналу, що приймається. Проведений аналіз впливу часу інтеграції згладжуючих ланцюгів на дисперсії помилок виміру дальності і радіальної швидкості з урахуванням невизначеності частотно-тимчасових зрушень у вимірювальних каналах радіотехнічної системи з широкосмуговим шумоподобним сигналом. На відміну від відомих алгоритмів авторами запропоновано розширити вектор стану вектором невідомих параметрів, що змінюються. Розглянуті запропоновані алгоритми оцінки вектора стану об'єкту з урахуванням зміни параметрів динамічної і сигнально-помехової обстановки.

На основі моделі адаптивного розширеного фільтра Кальмана отримані алгоритми і схеми, що реалізують отримання апостеріорних оцінок невідомого параметра. З урахуванням отриманих результатів для пристрою обробки з квадратурними каналами для стандартних умов розрахована залежність відносної погрішності оцінки смуги пропускання каналу від кількості ітерацій при різних стосунках сигнал/шум на виході квадратурних каналів і усереднюванні по 10 реалізаціям. Погрішність оцінок швидко

зменшується, причому для досягнення точності, не гірше 10%, необхідно при типових стосунках сигнал/шум від 15 до 25 ітерацій.

Доведено теоретично і обґрунтовано шляхом експериментальних досліджень з використанням математичної моделі, що алгоритм адаптивного розширеного фільтру Кальмана є ефективним при оцінці параметрів згладжуючих ланцюгів для адаптації до змінюваних параметрів обстановки.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ТА ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ХАРАКТЕРИСТИК ПВОК**

*Б.О. Чумак, к.т.н., доц.; О.І. Ведмідь, к.т.н., доц.; К.К. Кулагін, к.т.н.; с.н.с.  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Проблеми, пов'язані з перспективами розвитку полігонного випробувального комплексу (ПВК) України, передбачають розвиток прискореними темпами його інфраструктури, і в першу чергу, полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК). В зв'язку з цим актуальним є завдання розробки обґрунтованих пропозицій щодо складу та взаємодії його технічних засобів.

Авторами показано, що в реальних умовах експерименту вибір необхідних засобів починається з визначення відповідності характеристик засобів умовам проведення експерименту. І лише після цього проводиться оцінка відповідності між вибраним складом засобів, утворюючих певний варіант ПВОК, і вимогами, що пред'являються. При зміні умов експерименту і вимог до його результатів повинен гнучко змінюватися і набір засобів, тобто повинен бути створений інший варіант ПВОК. Тому будь-який набір засобів може бути формально визначений як ПВОК тільки тоді, коли вказано, яким умовам експерименту він задовольняє, і які вихідні параметри може забезпечити. У цьому зв'язку проведено обґрунтування загальних (ЗТВ) та тактико-технічних (ТТВ) вимог до основних характеристик ПВОК, у тому числі вимоги до мобільного ПВОК, а саме: 1) умов використання (наявність яких-небудь обмежень за часом доби, року, погодним умовам тощо); 2) забезпечуваної вимірюваннями зони простору; 3) пропускнуєї спроможності (кількості об'єктів, яка повинна бути одночасно забезпечена вимірюваннями); 4) точності вимірювань; 5) надійності отримання вимірювальної інформації; 6) оперативності збору та обробки вимірювальної інформації тощо.

Було запропоновано, що для вирішення всього переліку завдань, у тому числі перспективних, необхідно передбачити, щоб ПВОК був по можливості набором уніфікованих модулів, що мають єдині конструктивні підходи і інформаційні-комунікаційні принципи та дозволяють збирати комплекс для вирішення конкретного функціонального завдання. При цьому повний склад вимірювальних засобів, які необхідні для забезпечення випробувань конкретного зразка озброєння та військової техніки, має визначатися в кожному випадку окремо за результатами аналізу вимог до складу

вимірювальної інформації, що висуваються під час проведення випробувань, а також надійності, точності та оперативності її отримання.

### **ІНТЕГРАЦІЯ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ З СПЕЦІАЛЬНИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ВІРАЖ-ПЛАНШЕТ-ЗРВ**

*В.В. Джус, к.т.н.; М.П. Батурицький, к.т.н., с.н.с.; О.О. Зверев, к.т.н., доц.  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Спеціальне програмне забезпечення (СПЗ) ВІРАЖ-ПЛАНШЕТ-ЗРВ призначено для відображення повітряної обстановки та проведення тактичних розрахунків у районі застосування ЗРК зенітних ракетних військ. Це програмне забезпечення активно застосовується у підрозділах ЗРВ при виконанні завдань у зоні проведення антитерористичної операції.

СПЗ ВІРАЖ-ПЛАНШЕТ-ЗРВ отримує поточну інформацію від зовнішніх навігаційних засобів, проводить її облік та візуалізацію. Зокрема відображається поточне положення засобу ЗРК, фіксується маршрут його пересування, визначаються загальні характеристики пройденого маршруту.

На даний час підрозділи ЗРВ активно комплектуються навігаційними засобами СН-3210 та СН-3003М виробництва ДП Орizon-Навігація (м.Сміла). Ці навігаційні засоби допускають інтеграцію до СПЗ ВІРАЖ-ПЛАНШЕТ-ЗРВ.

На даний час проведено стиковку цього СПЗ та штатних навігаційних засобів. Показано що забезпечення стійкої роботи СПЗ ВІРАЖ-ПЛАНШЕТ-ЗРВ в умовах реального часу пов'язано з його інтеграцією з навігаційними засобами СН-3210 та СН-3003М.

### **МОДЕЛЬ РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРУ НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ ПРИ ВЕДЕННІ РОБОТИ ПО ГРУПОВІЙ ЦІЛІ**

*В.В. Джус, к.т.н.; О.С. Беляев; В.М. Романюк  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Вдосконалення практичних навичок курсантами старших курсів факультету ЗРВ доцільно проводити з застосуванням програмної імітаційної моделі робочих місць операторів радіолокаційних засобів наведення зенітного ракетного комплексу середньої дальності, яка розроблялась протягом останніх років у ХНУПС.

У доповіді пропонується алгоритм функціонування робочого місця оператора наведення ЗРК середньої дальності при веденні роботи по групі цілей. Алгоритм забезпечує візуалізацію дій оператору при роботі по груповій цілі. Алгоритм передбачає підключення зовнішніх засоби імітації роботи

штурвалів робочого місця оператора наведення, які підключаються до сучасних ПЕОМ.

Реалізація програмної моделі у навчальному процесі факультету ЗРВ забезпечить підвищення рівня практичної підготовки курсантів при проведенні практичних занять, тренажів, практик з бойового застосування озброєння ЗРВ.

### **ЗАСТОСУВАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОРІЕНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*В.В. Джус, к.т.н.; С.В. Моргун; В.В. Подлісецький; А.Ю. Берко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Застосування штатних супутникової навігаційних засобів дозволяє істотно підвищити точність орієнтування та знизити час його проведення. Впровадження альтернативних способів проведення орієнтування набуває актуальності в умовах проведення антитерористичної операції (АТО).

Застосування супутникових навігаційних засобів СН-3003М дозволяє визначати дирекційні кути будівельних висей елементів ЗРК шляхом рішення геодезичних задач, проведення астрономічного орієнтування за результатами спостереження світила (Сонце, Місяць, Полярна зірка), визначення поточного шляхового куту.

Розроблено алгоритм застосування штатних супутникової навігаційних засобів СН-3003М при проведенні орієнтування елементів ЗРК середньої дальності у різних умовах.

Результати дослідження доцільно застосувати при корегуванні керівництв з ведення робіт на елементах ЗРК середньої дальності при їх розгортанні на нових позиціях.

### **ІМІТАТОР ЗАСОБІВ ЦІЛЕВКАЗУВАННЯ ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*В.В. Джус, к.т.н.; О.А. Резніченко; П.В. Отроценко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Штатна комплектація ЗРК середньої дальності не дозволяють у повному обсязі відпрацювати дії операторів в умовах централізовано управління. Зокрема обмежена можливість формування даних цілевказування по групах цілей у складних умовах задовою обстановки зони проведення антитерористичної операції (АТО).

При проведенні тренувань пропонується застосовувати імітатор засобів цілевказування на базі сучасного мікроконтролеру. Такий імітатор забезпечує видачу інформації щодо даних цілевказування визначеної щільності з врахуванням досвіду АТО та прийом інформації про стан та режими роботи засобів ЗРК.

Для побудови імітатору засобів цілевказування обрано базовий мікроконтролер, розроблена його схема та алгоритм функціонування. Приведені практичні рекомендації, щодо застосування такого імітатору засобів цілевказування ЗРК середньої дальності.

Впровадження імітатору засобів цілевказування дозволить істотно підвищити рівень підготовки обслуги ЗРК середньої дальності при врахуванні досвіду АТО.

## **МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕХНІЧНИХ РИЗИКІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*М.В. Зірка*

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки  
Збройних Сил України*

Постійне підвищення рівня вимог до зразків військової авіаційної техніки (АТ) значно ускладнює перспективний літальний апарат, як об'єкт проєктування. Таке положення, призводить до необхідності застосування інструментів мінімізації ризиків при реалізації проєктів з розробки та створення АТ.

Далі у доповіді пропонується розглянути деякі елементи системи підтримки прийняття рішень (СППР) при створенні військової АТ побудованої на основі нечіткої логіки. Для практичної реалізації такої системи застосовуються сучасні програмні продукти (ПП) (ERP системи, такі як SAP, J.D. Edwards, Vaan та ін.).

Для реалізації роботи відповідного ПП у якості вихідних даних сформовано набір індикаторів (показників). Отримані індикатори відповідно до функції належності сформовані у групи, їм присвоєні вагові ознаки, для визначення локальних критеріїв з оцінки ризиків на усіх стадіях розробки.

Далі здійснюється реалізація методики на основі математичної обробки значень показників з використанням перспективних інтелектуальних інформаційних технологій на базі теорії нечітких множин що дозволяє отримувати значення прогнозованих процесів в умовах невизначеності для оцінки ризиків та формування управлінських рішень.

Проблемні питання, щодо обґрунтування раціонального набору даних показників, як основи подальшого математичного моделювання для оцінки ризику вирішується залученням групи експертів, що мають досвід науково-технічного супроводження реалізації відповідних проєктів.

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕНИТНОЙ РАКЕТЫ**

*А.М. Суббота, к.т.н. проф.; Н.В. Ворошилова*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

В настоящее время в Украине актуальной является проблема защиты воздушного пространства, для чего используют зенитные ракетные комплексы (ЗРК), в состав которых входят зенитные управляемые ракеты (ЗУР),



реализующие различные принципы управления. Одно из наиболее актуальных решений при проектировании ЗРК – разработка ЗУР с системами самонаведения. Система наведения ЗУР на цель является замкнутой системой автоматического управления, которая решает задачи определения траектории центра масс ракеты и ее стабилизации на данной траектории. Структуры и параметры элементов обычных контуров управления, реализующих известные законы управления (П, ПД, ПИД), в изменяющихся условиях наведения ракеты на цель, не всегда могут обеспечивать требуемые показатели качества, например, точность, время переходного процесса и т.д.

Таким образом, целью данной работы является исследование возможности повышения показателей качества функционирования автопилотов ЗУР путем использования новых принципов коррекции. Предложен метод коррекции путем выработки разностного сигнала между кориолисовыми ускорениями и выходным сигналом акселерометра. Кроме того, для дальнейшего повышения показателей качества наведения ракеты исследована возможность использования регулятора с нечеткой логикой. В работе предложена функциональная схема и схема моделирования автопилота в среде Matlab/Simulink с учетом данной системы коррекции, а также схема автопилота с использованием нечеткого регулятора.

## **ПІДСИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПРИДАТНИХ БОЙОВИХ МАШИН ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ВОГНЕВОГО ЗАВДАННЯ**

*В.М. Корольов, д.т.н. проф.; С.М. Богуцький, к.т.н., с.н.с.  
Я.Г. Заєць*

*Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

Одним з найбільш відповідальних завдань, що вирішуються командиром тактичної ланки при управлінні вогневими засобами є цілерозподіл. При його проведенні важливе значення має кожна бойова машина підрозділу, адже частина бойових машин може перебувати в зоні «затіннення», по відношенню до цілі. В залежності від обстановки на полі бою і наявної поточної кількості цілей, це може призвести, з однієї сторони, до дефіциту відповідних вогневих одиниць для їх ураження, з іншої – до збільшення навантаження на командира підрозділу.

Тому відпрацювання варіантів ураження цілей доцільно передавати підсистемі АСУ тактичної ланки, яка б допомагала командиру підрозділу визначати найбільш придатні засоби для вирішення вогневого завдання.

Запропонований варіант такої підсистеми дозволить: зменшити витрати часу та підвищити оперативність прийняття рішення командиром на розподіл вогневих засобів по цілях, зменшити час на пошук машин, придатних для цілевказування із зони «затіннення» та збільшити їх загальний перелік.

Створення системи, яка забезпечувала б автоматизоване здійснення цілерозподілу в рамках АСУ тактичної ланки, є актуальним напрямом підвищення оперативності виконання вогневих завдань підрозділами Сухопутних військ.

**АНАЛІЗ ПІДГОТОВКИ ВИПУСКНИКІВ ФАКУЛЬТЕТУ ЗРВ. ВИМОГИ ДО  
ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЗРВ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ. ШЛЯХИ  
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЇ  
ВИПУСКНИКІВ ФАКУЛЬТЕТУ ЗРВ**

*Д.В. Карпенко<sup>1</sup>; Ю.В. Данілін<sup>1</sup>; К.В. Закутін<sup>2</sup>; А.С. Дудуш<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід проведення антитерористичної операції та бойової підготовки зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил висуває більш чіткі вимоги до випускників факультету ЗРВ Харківського національного університету Повітряних Сил та потребує конкретизованого набуття бойових функцій.

Основними передумовами, що визначають потребу в удосконаленні системи підготовки фахівців для ЗРВ Повітряних Сил ЗС України, є:

нові вимоги суспільства та держави в галузі освіти;

нові відомчі керівні документи, що містять оновлені вимоги до посадових обов'язків;

вимоги керівного складу ЗС України та замовників на підготовку фахівців;

рішення колегій, науково-практичних конференцій та ін.;

аналіз локальних війн та конфліктів, досвід застосування військ в АТО;

підсумки атестації випускників факультету ЗРВ;

відгуки на випускників факультету ЗРВ.

Тому актуальними є питання удосконалення підготовки фахівців для військових частин і підрозділів ЗРВ з урахуванням викликів сьогодення, визначення шляхів удосконалення організації та проведення атестації випускників факультету ЗРВ.