

# ІНФОРМАЦІЯ

Тези доповідей до п'ятнадцятої міжнародної наукової конференції  
Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба,  
“НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ – ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ”,  
10–11 квітня 2019 року

## КОНЦЕПЦІЯ МУЛЬТИСЕТЕВОЇ АРХИТЕКТУРИ ТРАНСПОРТНИХ ПЛАТФОРМ

*В.І. Слюсар, д. т. н., проф.*

*Центральний науково-дослідницький інститут озброєння і військової техніки Збройних Сил України*

Стандарт НАТО на загальну архітектуру транспортних засобів NGVA (STANAG 4754) передбачає мережний принцип управління системами ЗРК-платформи з використанням шлюзів передачі даних і команд управління. Однак, розширення номенклатури бортових систем і їх функцій призводить до необхідності трансформації NGVA в мережну середовище.

Основна ідея пропонованої концепції - застосування на борту транспортної платформи (шасі) системи мереж з різною швидкістю передачі даних. Така мережна архітектура повинна представляти собою сукупність мереж реального часу з пропусковою здатністю до 40 – 100 Гбіт/с, а також більш повільних мереж, підключених до основної мережі, функціонуючої зі швидкістю до 1 Гбіт/с (стандартна швидкість передачі відеоданих на борту машини). Основна мережа повинна виконувати функції мережного менеджменту.

Вказані мережі реального часу з затримкою в наносекунди потребують, наприклад, для реалізації бортової системи пожегоступіння, модульної архітектури активної системи бронезахисту і інтегрованої з нею активної захисту від подрыва мін. При цьому необхідний пошук компромісу між кількістю адресатів в окремій мережі (сенсори, виконавчі модулі, блоки управління) і її швидкістю з однієї сторони, а також кількістю бортових мереж – з другої.

В ідеалі можна було б обійтись однією високоскоростною мережею, наприклад, зі швидкістю трафіку 100 Гбіт/с і смарт-шлюзами для функціонально-сигнальної адаптації потоків даних. Однак мережна концепція на даному етапі є менш дорогим технічним рішенням.

## ФЕДЕРАТИВНА МЕРЕЖА МІСІЙ КАК СПОСОБ ДОСЯГНЕННЯ ТАКТИЧЕСЬКОЇ ВЗАМОСОВМІСНОСТІ

*В.І. Слюсар, д. т. н., проф.*

*Центральний науково-дослідницький інститут озброєння і військової техніки Збройних Сил України*

Реалізація в НАТО концепції Federated Mission Networking (FMN) обумовлена вимогами формування єдиного інформаційного простору. Текуча версія FMN забезпечує взаємодійність на оперативному рівні при обміні інформацією і розведувальними даними в час спільних операцій НАТО. На даний момент к проекту FMN приєдналися 35 держав з числа членів НАТО і країн-партнерів. Далі розвиток FMN передбачає міграцію на тактичний рівень з використанням існуючих в цій сфері мереж і стандартів, в тому числі, інтерфейсу ASCA, який вже впроваджено в АСУ артилерії.

Окрім використання FMN для цілеуказання артилерійським засобам вивчається можливість взаємодійності FMN зі стандартом передачі даних на рівні солдата STANAG 4677.

Таким чином, піднята автором на багатьох засіданнях експертних груп НАТО проблема взаємодійності протоколів ASCA і STANAG 4677 може бути вирішена через взаємодійність цих інтерфейсів з FMN. При цьому FMN слід розглядати як своєрідний смарт-шлюз між двома несумісними сьогодні тактичними комунікаційними інтерфейсами. Аналогічний підхід необхідно розповсюдити і на рівні ПВО сухопутних військ (GBAD), інтегрувавши FMN з протоколами Link-11, Link-16, JREAP-C і др. Це може стати більш реалістичною задачею, ніж спроба безпосередньо состыковать столь різні тактичні протоколи.

## СИНТЕЗ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ КАЗУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО, ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН ТА КОНФЛІКТІВ

*Б.Б. Головка, к.т.н., доц.; В.С. Данилюк, В.А. Любишко; Д.О. Коврижних*

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

Досвід антитерористичної операції (АТО) показує необхідність застосування зброї, що має розширені бойові можливості. Такими зразками озброєння є керувані авіаційні засоби ураження (КАЗУ), які здатні уражати різноманітні цілі з високою ефективністю при мінімальних витратах. Однак, існуючий стан парку КАЗУ, потребує оновлення перспективними КАЗУ з високими показниками бойового потенціалу, що обумовлюються тактико-технічними характеристиками ракети. КАЗУ являють собою складні об'єкти, ефективність бойового застосування яких залежить від багатьох характеристик, а саме: аеродинамічних, геометричних, масових та енергобалістичних. Ключовими характеристиками є енергобалістичні характеристики (ЕБХ), що забезпечують високі швидкісні та маневрові властивості КАЗУ і визначаються на етапі проектування. З метою зменшення витрати часу, сил і засобів на дослідження властивостей КАЗУ на етапі проектування пропонується використання програмного забезпечення, що дозволить швидко і якісно розрахувати ЕБХ КАЗУ. В основу розробленої методики покладено синтез алгоритмів визначення ЕБХ КАЗУ, що реалізована у вигляді програмного продукту. Відповідна методика дозволить проводити розрахунки для вирішення задач бойового застосування КАЗУ в діапазоні дальностей, що задана розробником КАЗУ. Запропонована методика була використана

для вирішення типового завдання щодо визначення оптимальної пари ЕБХ керованих авіаційних ракет (КАР) "повітря-повітря" для типових умов бойового застосування. В результаті отримано оптимальні пари значення ЕБХ КАЗУ, що забезпечать успішне виконання бойових завдань для різних умов бойового застосування. Впровадження відповідної синтезованої методики щодо визначення оптимальних значень ЕБХ, може бути використано:

- для проведення досліджень з оцінки бойових можливостей КАР класу "повітря-повітря" в широкому діапазоні умов бойового застосування;
- для визначення ЕБХ зразків КАР, які проектуються чи модернізуються;
- для проведення наукових досліджень за тематикою КАЗУ.

Використання розробленої методики сприятиме високому рівню ефективності бойового застосування авіаційного озброєння та забезпечить оновлення парку високоточними зразками КАЗУ.

## **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНУВАННЯ ВИНИЩУВАЧА БПЛА ДЛЯ ЗАХИСТУ ЛОКАЛЬНО ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ**

*Є.В. Спіркін; О.П. Терещенко*

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

Актуальність вирішення наукової задачі синтезу аеродинамічного компонування винищувача малорозмірних безпілотних літальних апаратів цілком обґрунтована зокрема в ході проведення ООС (АТО). За результатами аналізу застосування БПЛА який свідчить про посилення ролі безпілотної авіації в світі та особливості умов їх застосування викладена методика проведення експериментальних досліджень компонувань літальних апаратів в аеродинамічних трубах. Розроблена методика визначення аеродинамічних характеристик компонувань, що містить комплексне використання експериментальних методів та числових методів – методу збурених потенціалів.

Встановлені залежності аеродинамічних характеристик компонування крила малого подовження з повітряними гвинтами протилежного обертання від геометричних та кінематичних параметрів компонування. Аналіз встановлених залежностей дозволяє зробити висновок про кількісно добре співпадіння відомих та отриманих експериментальних даних, що свідчить про працездатність розробленої методики для визначення аеродинамічних характеристик повітряних гвинтів.

Характерною рисою компонування крила малого подовження з повітряними гвинтами є відсутність елементів, на які не впливають гвинти. Ця особливість істотно ускладнює проведення та автоматизацію експерименту в аеродинамічній трубі; неможливість знехтувати наявністю впливу тілесних елементів компонування на лопаті повітряних гвинтів; складність безпосереднього виміру тяги та крутного моменту повітряних гвинтів.

Такий підхід дозволить поєднати високу достовірність експериментальних даних при дослідженні фізичної сутності явищ, високу точність визначення аеродинамічних сил при побудові положення вихрової пелени від повітряних гвинтів.

Встановлені залежності є основою для розробки рекомендацій з вибору раціональних геометричних параметрів аеродинамічного компонування крила малого подовження з повітряними гвинтами протилежного обертання.

## **БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ВИБІР РОЗВІДУВАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Є.Ю. Іленко<sup>1</sup>, к.т.н. доц.; Л.А. Олексієва<sup>1</sup>, к.т.н. доц.; П.М. Стещенко<sup>2</sup>, к.т.н.*

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

*<sup>2</sup>Державний науково-дослідний інститут авіації*

Проведені дослідження виявили об'єктивне протиріччя між потребою органів військового управління в обґрунтованні рішень щодо вибору раціональних зразків безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) з числа альтернативних при їх закупівлі та можливостями існуючого науково-методичного апарату ефективно вирішувати цю задачу.

Розроблення методики вибору раціонального варіанту розвідувального БпАК, як елемента системи підтримки прийняття рішення, є актуальним на етапах планування дослідницької математичної моделі бойового застосування БпАК.

Критеріями вибору раціонального варіанту БпАК обрано:

- ймовірність виконання бойового завдання розвідувальним БпАК, як показник ефективності його бойового застосування;
- питому вартість утримання БпАК упродовж призначеного строку служби, як показник витрат фінансових ресурсів, пов'язаних з придбанням та експлуатацією БпАК;
- реалізованість закупівельного проекту, як показник успішності закупівлі БпАК в умовах впливу можливих ризиків.

Математичне моделювання є найбільш прийнятним з точки зору раціонального співвідношення між достовірністю оцінок та трудовитратами, але потребує розроблення дослідницької математичної моделі бойового застосування БпАК.

При визначенні трьох вищевказаних критеріїв постає задача вибору раціонального зразка певної призначеності. Її розв'язання можливе при використанні методів багатокритеріальної оптимізації. Проблема полягає у виборі кращого (раціонального, компромісного) варіанту з паретооптимальної області.

Як базовий для знаходження раціонального (компромісного) варіанту рішення обрано метод мінімуму відстані до точки "ідеалу" у нормованому критеріальному просторі. Запропоновано удосконалення методу "ідеальної" точки в частині визначення як "ідеального" такого умовно оптимального зразка БпАК, що володіє кращими характеристиками (технічними, вартісними тощо) з числа існуючих зразків.

Апробація розробленої методики при виборі кращого зразка розвідувального БпАК відбувалась при порівнянні трьох альтернативних зразків.

Метод ідеальної точки дозволяє здійснити порівняння паретооптимальних варіантів і визначити раціональний за умовою мінімуму відстані до точки "ідеалу" у нормованому критеріальному полі.

## МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНОЇ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ВТОМЛЕНОЇ ПОШКОДЖУВАНOSTI КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

С.А. Плешкунов; Р.М. Джус, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Згідно структурно-енергетичної теорії міцності, пошкоджуваність матеріалів має дві складові: спочатку властиву  $u$  і ту, яка накопичується з часом  $u^*$ . Основною проблемою теорій руйнування, які оперують подібними параметрами пошкоджуваності, є те, що вони за своєю природою є такими, що "неспостерігаються".

Для експериментальної перевірки і обґрунтування даних критеріїв необхідно, щоб параметр  $u$  мав фізичний зміст конкретної властивості матеріалу і його можна було б об'єктивно виміряти в процесі його пошкоджуваності. Для вирішення цієї задачі розроблено методику оцінки показників втомлювальної міцності матеріалів з використанням методу акустичної емісії. Методика реалізується на машині тертя 2070 СМТ-1 при випробуваннях за схемою "диск-диск" при коченні з 20% проковзуванням. Проведено порівняльні випробування зразків зі сталі 20ХЗМВФ.

Для порівняння контактуючі поверхні зразків були зміцнені: цементацією за традиційною технологією та азотуванням за технологією АТ "ФЕД" "AVINIT". На початковому етапі випробувань трибосистема піддавалася імпульсному навантаженню до верхньої межі несучої здатності матеріалів, яка обумовлюється задироздатністю. Отримані результати свідчать про багаторазову перевагу азотування перед цементацією (більш ніж в 10 разів). Отримані результати підтверджено комплексними металофізичними дослідженнями.

## АЛГОРИТМ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ ПАРАМЕТРІВ ФЕНЕСТРОНА

А.А. Євпак; А.В. Петренко; В.А. Таврін, к.т.н., доц.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

В даний час вертольотобудівними фірмами країн Європи, США і Росії побудована вже досить велика кількість одновинтових вертольотів, які використовують фенестрон в якості альтернативи звичайному рульовому гвинту.

При проектуванні фенестрона вирішується багато завдань, і в першу чергу перед розробниками постає проблема визначення раціонального аеродинамічного компонування системи "гвинт в кільці" і вибору її проектних параметрів. Однак досить часто вибір параметрів фенестрона проводиться на основі вирішення окремих завдань. При цьому, в більшій мірі приділяється увага дослідженню аеродинамічних характеристик і вирішенню завдань, пов'язаних з керованістю і стійкістю вертольота з даним рульовим пристроєм.

У той же час, параметри фенестрона і кіля істотною мірою впливають на всі характеристики вертольота, включаючи і показники ефективності його застосування при виконанні вертольотом різних видів завдань.

Тому розробка алгоритму розрахунку, а також вироблення рекомендацій щодо вибору раціональних проектних параметрів фенестрона є актуальною.

У доповіді подано результати розробки алгоритму, який дозволяє вирішити поставлену задачу з розрахунку і вибору раціональних проектних параметрів фенестрона.

В подальшому розроблений алгоритм буде використаний для вибору параметрів фенестрона проектного вертольота.

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МАНЕВРЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНИЩУВАЧІВ РІЗНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ СХЕМ З УРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕНЬ, ОБУМОВЛЕНИХ МІЦНІСТЮ КРИЛА ТА БАЛАНСУВАННЯМ

В.А. Бердочник, к.т.н., доц.; Д.В. Бердочник

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Як відомо, максимальне експлуатаційне перевантаження маневрених літаків, що побудовані за класичною аеродинамічною схемою обмежується не тільки у залежності від злітної маси літака, але й з причини досягнення максимального значення піднімальної сили на крило при зростанні числа  $M$  польоту та збільшенні витрат на балансування. Крім того на можливість забезпечення польоту з великими значеннями нормального перевантаження накладаються обмеження, пов'язані з виходом стабілізатора на максимальний кут установки.

Для літаків, побудованих за аеродинамічною схемою "качка" або триплан обмеження максимального нормального перевантаження обумовлюються лише можливістю забезпечення поздовжнього балансування, що розширює діапазон швидкостей та висот виконання даних маневрів.

У доповіді наводяться результати порівняльного аналізу діапазону швидкостей та висот виконання польоту з максимальним експлуатаційним перевантаженням для винищувачів різних аеродинамічних схем.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ПОТОКУ НАВКОЛО КРИЛ БПЛА ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ СПІРОІДНИХ КІНЦЕВИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

П.А. Глуценко; С.О. Шевченко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Визначення структури течії навколо та на поверхні досліджуваного об'єкту шляхом візуалізації є однією із задач експериментальної аеродинаміки. Візуалізація потоку в аеродинамічній трубі дає змогу більш глибоко зрозуміти фізичну суть об'єкту досліджень.

В аеродинамічній трубі Т-1 ХНУПС під час експериментальних досліджень впливу встановлення кінцевих аеродинамічних поверхонь на крило було проведено візуалізацію потоку на верхній поверхні крила та в сліді за крилом методом шовковинок. Встановлено, що встановлення спіроїдних кінцевих аеродинамічних поверхонь усуває кінцевий вихор з поверхні крила на кутах атаки, при яких не відбувається зрив потоку з поверхні крила.

Усунення кінцевого вихору обумовлює перерозподіл нормальної сили на поверхні крила та пояснює зміну індуктивного опору крила при встановленні кінцевих поверхонь. Особливо суттєвим є приріст нормальної сили в кінцевих перерізах крила. Також відбуваються зміни в структурі потоку на поверхні крила при встановленні кінцевих аеродинамічних поверхонь на зривних режимах. Концентровані вихори, що сходять з верхньої поверхні крила, займають більшу площу на крилі з кінцевими аеродинамічними поверхнями, ніж на крилі без кінцевих поверхонь, що необхідно враховувати у разі моделювання зривних течій на крилі з спіроїдними кінцевими аеродинамічними поверхнями.

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА АН-26 В ЗОНІ ООС У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ НЕШТАТНОЇ СИТУАЦІЇ В РОБОТІ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ**

*В.Ю. Воловач; А. М. Кулага, к.т.н., доц.; С.А. Плешкунов*

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

Військово-транспортний літак (ВТЛ) Ан-26 широко використовується для виконання різноманітних завдань в зоні ООС. Виконання завдання залежить від справності роботи систем літака. Одним із недоліків паливної системи літака є її робота при знеструмленні насосів паливних баків, зокрема насосів м'яких паливних баків (перша черга випрацювання палива), що встановлені в центроплані крила, з яких паливо самопливом не виробляється. А це складає майже 46% від загальної кількості експлуатаційної заправки літака.

Паливна система літака обладнана системою нейтрального газу (СНГ), яка до недавніх пір не була задіяна, а її обладнання взагалі було відсутнє на літаку. Під час проведення модернізації парку ВТЛ, яка зараз відбувається, система нейтрального газу була відновлена у повному обсязі. Технічні параметри складових системи дозволяють, за умови внесення незначних конструктивних доробок, використати можливості СНГ в якості джерела тиску для випрацювання палива з паливних баків першої черги у разі виникнення нештатної ситуації (знеструмлення насосів).

### **АЛГОРИТМИ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ РІВНЯНЬ РУХУ ЛЕТАЛЬНОГО АПАРАТУ**

*С. Єрмоєнко, к.т.н.*

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

Вивід системи диференціальних рівнянь руху літака розглядається в курсі аеродинаміки. Системи складається з п'яти рівнянь, які включають в себе вісім невідомих функцій: швидкість літака, кутом між вектором швидкості літака і горизонтальною площиною, кутом крену, кутом повороту траєкторії у горизонтальній площині, висотою, горизонтальним шляхом, перевантаженням у напрямку руху літака і по нормалі до траєкторії цього руху. Програма керування цієї системи повинна складатися з трьох рівнянь, які пов'язують між собою деякі з восьми змінних. Розв'язавши цю систему можна знайти, як при цьому будуть змінюватися перевантаження, кут крену, висоту, горизонтальний шлях.

Диференціальні рівняння у більшості випадків розв'язуються наближено, Тому серед наближених методів широке застосування отримали чисельні методи, простішим з яких є метод Ейлера.

У доповіді розглядається задача вертикальних маневрів літака із заданими початковими умовами і програмою керування, яка задається графічно на підставі досвіду льотчика для кожного конкретного маневру.

### **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЕПІЛАМУВАННЯ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*В.В. Парфіло; А.С. Воловодюк*

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

Аналіз статистичних даних по відпрацюванню ресурсних показників повітряних суден в державі та за кордоном свідчить про те що близько 80 % повітряних суден, які вичерпали свій призначений ресурс перебувають в задовільному технічному стані та здатні до їх подальшої експлуатації.

У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження нових технологій, які дозволяють відновлювати експлуатаційні показники конструкційних матеріалів силових елементів, що дає можливість подальшої експлуатації повітряних суден.

Метою досліджень є розробка технології епіламування силових елементів під час переведення на експлуатацію за технічним станом зразків авіаційної техніки для забезпечення заданих рівнів ефективності їх використання за призначенням.

Результати досліджень показали можливість суттєвого підвищення утомної міцності поверхневого шару за рахунок його переведення в активований стан. З закону збереження енергії випливає, що після активації швидкість процесу пасивації (зменшення вільної енергії) різко зростає. На відміну від традиційних технологій збільшення утомної міцності досягається за рахунок утворення міцних зв'язків між атомами епілама та атомами металу.

### **СПРЯЖЕННЯ ПЕОМ З КПС С-300 (КОНТЕЙНЕР Ф-9) ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ БОЙОВОГО РОЗРАХУНКУ В РЕЖИМІ "ТРЕНАЖ"**

*С.К. Леуцук; В.В. Лищенко*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

На теперішній час дуже гостро існує проблема по забезпеченню тренувань бойових обслуг командних пунктів системи С-300 (контейнер Ф-9) з використанням штатної тренажно-імітаційної апаратури. Штатна тренажна імітаційна апаратура передбачає введення інформації для імітації повітряного удару за допомогою стрічкових телеграфних апаратів (СТА), які в свою чергу відпрацювали встановлений ресурс та потребують постійного ремонту. Носіями інформації є стрічки, які з часом втратили свої властивості. Введення інформації для створення імітованого повітряного удару з використанням СТА займає великий проміжок часу.

Для спрощення та удосконалення введення інформації запропоновано рішення автоматизації процесу з використанням ПЕОМ. Задача була вирішена двома напрямками. Перший напрямок – розроблений та створений радіоелектронний

пристрій (контролер) на основі однокристального мікропроцесора, який сполучив через шину USB інтерфейс ПЕОМ з інтерфейсом ЦВК (струмова петля), через яку підключається штатний СТА. Здійснено програмування контролера для узгодження протоколів передачі інформації і інтерфейсів. Перевагами цього напрямку є висока швидкість введення інформації для створення імітованих повітряних ударів, підтвердження правильності введеної інформації, зберігання та використання в повторному тренуванні. Другий напрямок – створена комп'ютерна програма для операційної системи Windows, яка дозволяє створювати, редагувати, видалити і видавати на робочі місця контейнера Ф-9 імітовані повітряні удари відповідної категорії складності.

Експлуатація пристрою сполучення (контролера) і ПЕОМ зарекомендували себе, як надійна та проста у використанні тренажно-імітаційна апаратура для підготовки бойових обслуг КПС С-300. Простота виготовлення та невисока вартість радіоелектронного пристрою сполучення дає змогу широкого використання на існуючих зразках військової техніки зенітних ракетних військ.

## ДАНИ ПРО ВИТРАТУ ПАЛИВА НА РІЗНІ ЛІТАКИ

*Р.І. Рубльов; Н.М. Отрешко; С.А. Плешкунов*

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

Постійно, в різний час, оцінюється ефективність споживання палива авіакомпаніями та різними літаками по перевезенню вантажів і пасажирів. З року в рік спостерігається тенденція до збільшення обсягів перевезень пасажирів і відповідно до цього збільшення споживання палива.

Метою роботи є оцінка паливної ефективності існуючих пасажирських літаків.

Одним з критеріїв роботи пасажирських літаків є показник ефективності пального, який є співвідношенням загальної кількості палива, витраченого на рейс пасажирів на цей маршрут, який виражається в (гр./пас.·км):

$$k_1 = \frac{B_T}{n_{\text{пас}} V},$$

де  $B_T$  – годинна витрата палива, г/час;  $n_{\text{пас}}$  – кількість пасажирів, пасс.;  $V$  – крейсерська швидкість, км/год.

За допомогою даного показника можна комплексно оцінити пасажирський літак будь-якого класу, з різними типами двигунів і будь-якої кількістю пасажирів на борту. По суті, він відображають досконалість літака, його двигун і всі системи. Аналіз паливної ефективності пасажирських літаків проводився за період 1958 – 2020і роки. Ефективність використання палива неухильно знижується протягом останніх 60 років, і тенденція все ще зменшується. На сьогоднішній час питома витрата палива зменшилася на майже 80%.

Найбільші успіхи у вдосконаленні паливної ефективності були досягнуті до 1980-х років. Протягом перших 30 років критерій поліпшився на 60-70%. За останні 10 років було зменшено тільки на 1-2%.

## ВЛАСТИВОСТІ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ: ВИМОГИ ДО БЕЗВІДМОВНОСТІ ТА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

*С.В. Поліщук, к.військ.н.; П.А. Дранник, к.військ.н., с.н.с.*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

Сучасний досвід локальних війн і конфліктів свідчить про те, що зразки озброєння та військової техніки для забезпечення їхньої живучості повинні мати високу мобільність. Така властивість дозволить проводити швидке висування їх на бойові позиції та своєчасний відхід для виводу з під удару у відповідь. Зазначене стосується зенітних ракетних комплексів, які складають основу вогневої сили в системі протиповітряної оборони.

Розробка нових і модернізація існуючих зенітних ракетних комплексів пов'язані з необхідністю обґрунтування вимог до їх засобів рухомості, які наряду з системами згорання та розгортання призначені для забезпечення мобільності зенітних ракетних комплексів. Питання обґрунтування вимог до надійності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів, яким мають відповідати конструктивні і технологічні рішення, що закладені конструктором самохідних шасі, потребує більш детального вивчення.

Враховуючи вищезазначене, авторами розглянутий підхід щодо комплексного обґрунтування вимог до надійності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів, який надає можливість врахувати їх ієрархічну структуру та вплив надійності засобів рухомості зенітного ракетного комплексу на його ефективність.

Розглянуті загальні положення щодо обґрунтування вимог до безвідмовності та ремонтпридатності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів, які враховують вплив їх ієрархічно-розгалуженої структури, величин показників безвідмовності та ремонтпридатності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів на їхню ефективність у реальних умовах. Для оцінювання ефективності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів розглядається відношення характеристики вихідного ефекту з урахуванням показників безвідмовності та ремонтпридатності засобів рухомості до її величини у випадку, коли засоби рухомості не відмовляють.

Як результат, авторами визначені напрямки обґрунтування вимог до складових надійності засобів рухомості зенітних ракетних комплексів.

## ОЦІНЮВАННЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПОЛКУ "БУК-М1" ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОЛКУ В ХОДІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

*В.М. Станенко; А.С. Косовський*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

В ході ведення бойових дій зрп "БУК-М1" в операції оперативного угруповання військ (сил) (ОУВ(с)) його втрати можуть зрости до рівня, при якому можливість відбиття удару повітряного противника виключається. Аналіз останніх досліджень та публікацій з цього напрямку показує, що основну увагу приділено розгляданню питання забезпечення живу-

часті військових частин ЗРВ, при цьому питанню відновлення ОВТ уваги приділяється недостатньо. Таким чином не виконувалася вимога до живучості зрп "БУК-М1", як до властивості щодо швидкого відновлювання своєї боєздатності, що підкреслює наявність невирішеного актуального завдання в практиці військ.

В доповіді проаналізовано характер дій противника в оборонній операції ОУВ(с) та зроблено висновок про кількісні показники втрат ОВТ зрп "БУК-М1" як від авіаційних так і від наземних засобів ураження.

Також в доповіді проаналізовано результати оцінювання спроможностей ремонтно-відновлювальних органів зрп "БУК-М1" щодо відновлення працездатності ОВТ зрп "БУК-М1" в ході ведення бойових дій та зроблені висновки щодо їх відповідності потрібному значенню в умовах оборонної операції.

### **МОЖЛИВІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ МАСШТАБУ ТА ІМОВІРНОГО ХАРАКТЕРУ ДІЙ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА У ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИНАХ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК НА ЕТАПІ ПЛАНУВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*В.С. Мельниченко, к.військ.н., доц.*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

Існуючі на сьогоднішній день методики оцінювання можливого масштабу та імовірного характеру дій повітряного противника не в повній мірі відповідають вимогам сьогодення: деякі з них були розроблені ще в минулому столітті і не враховують зміни в поглядах на застосування засобів повітряного нападу (ЗПН), в тактиці їх застосування, появу нових видів ЗПН та нових способів і тактичних прийомів їх застосування. Деякі методики адаптовані для оперативного і оперативно-стратегічного рівня, інші найбільш ефективно можуть застосовуватися під час прикриття важливих державних об'єктів і не враховують особливості зенітного ракетного прикриття угруповань військ.

Пропонується викладення основних положень методики прогнозування дій засобів повітряного нападу противника як сукупності конкретних кроків, дій, процедур, які необхідно виконати, щоб оцінити можливий масштаб та визначити імовірний характер дій повітряного противника у межах відповідальності військової частини ЗРВ на етапі планування бойових дій.

На підставі аналізу вимог основних керівних документів, досвіду роботи органів управління військових частин ЗРВ в ході проведення КШН, тренувань та в реальній обстановці, визначений перелік даних про повітряного противника, який необхідно отримати в результаті його оцінювання для формування варіантів способу ведення бойових дій та вироблення замислу бойових дій. Сформована конкретна послідовність дій посадових осіб під час оцінювання повітряного противника в військових частинах ЗРВ для отримання цих даних.

На період відсутності в кожній військовій частині ЗРВ відповідних імітаційних моделей, комплексної системи оперативно-тактичних розрахунків і моделювання та відповідного програмного забезпечення, методика дозволяє значно підвищити оперативність оцінювання повітряного противника, ступень обґрунтованості, точність і детальність проведення оперативно-тактичних розрахунків щодо прогнозування дій ЗПН противника з урахуванням обмеженого ліміту часу на етапі планування бойових дій в реальній обстановці, а також в ході проведення КШН, тактичних навчань та тренувань. Крім того, методика передбачає формування наглядної схеми можливих варіантів дій повітряного противника, що дозволить більш ефективно вибрати варіанти способу ведення бойових дій та виробити замисел бойових дій військової частини ЗРВ.

### **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗЕНІТНОЇ РАКЕТНОЇ БРИГАДИ С-300П В ОБОРОННІЙ ОПЕРАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ)**

*Р.В. Навітанюк*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

В ході ведення бойових дій зрбр С-300П в операції оперативного угруповання військ (сил) (ОУВ(с)) її втрати можуть зрости до рівня, при якому можливість відбиття удару повітряного противника виключається. Так, досвід локальних війн та бойового застосування ЗРВ в антитерористичній операції на сході України свідчить, що найбільших втрат озброєння та військової техніки (ОВТ) зрбр С-300П зазнає під час відбиття ударів повітряного противника. При цьому, важливим є готовність зрбр С-300П до відбиття наступних ударів повітряного противника. Тому підвищується роль відновлення озброєння та військової техніки зенітної ракетної бригади С-300П в ОУВ(с).

Для забезпечення ефективного відновлення ОВТ необхідно провести аналіз причин, які допомагають або мішають проведенню відновлення ОВТ.

З цією метою в доповіді проаналізовані зовнішні та внутрішні фактори що впливають на ефективність відновлення ОВТ зрбр С-300П в ході оборонної операції та зроблено наступні висновки: усі фактори здатні суттєво вплинути на відновлення пошкоджених та виведених з ладу зразків озброєння; необхідно постійно здійснювати їх аналіз для зменшення негативного впливу цих факторів на відновлення озброєння та військової техніки зенітної ракетної бригади С-300П під час виконання завдань у оборонній операції оперативного угруповання військ (сил), враховуючи швидкоплинні обставини, які виникають під час бойових дій; необхідно постійно вживати заходи спрямовані на підвищення боєздатності зразків зенітного ракетного озброєння

### **ЩОДО АНАЛІЗУ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ**

*С.П. Мальярчук; С.О. Клімов*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського*

Тенденція розвитку засобів збройної боротьби, досвід останніх локальних війн і конфліктів показує, що авіація фактично здатна самостійно досягати оперативно-стратегічної мети бойових дій. Для ефективної протидії засобам повітряного нападу (ЗПН) противника, необхідно створити систему зенітного ракетного прикриття (ЗРПр) військ та об'єктів,

яка буде відповідати умовам сьогодення. Однією зі складових системи ЗРП є система управління, в склад якої входить підсистема управління вогнем зенітних ракетних підрозділів.

Управління вогнем є найважливішою складовою управління під час ведення бойових дій і полягає в усвідомленні завдання, оцінюванні обстановки по елементам, прийнятті рішення на відбиття удару повітряного противника, постановці завдань на знищення повітряних цілей, контролі виконання поставлених завдань та узагальненні результатів ведення протиповітряного бою.

Процес управління вогнем протікає в умовах властивих високодинамічним, напруженим і обмеженим за часом процесам в реальному масштабі часу з мінімальним часом запізнювання інформації. Час управління суттєво обмежений, що пов'язано з характером дій повітряного противника і умовами реалізації максимальних вогневих можливостей.

До процесу управління вогнем висуваються такі специфічні вимоги, як ефективність та стійкість. З метою створення системи управління вогнем необхідно проаналізувати основні фактори, що впливають на її ефективність функціонування. Врахування даних факторів під час проведення дослідження дозволить обґрунтувати рекомендації, практична реалізація яких забезпечить підвищення ефективності управління вогнем.

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ОБґРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ, ВИДУ ЦІЛЕРОЗПОДІЛУ ТА СПОСОБУ ПОСТАНОВКИ ВОГНЕВИХ ЗАВДАНЬ**

*В.Г. Паталаха, к.військ.н.; М.А. Левченко, к.військ.н., доц.*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняховського*

Управління вогнем зенітних ракетних підрозділів здійснюється в умовах виключної швидкоплинності протиповітряного бою (ППБ), отримання інформації про повітряного противника, стану та діях своїх підрозділів в реальному масштабі часу.

Повітряний противник буде намагатися діяти раптово, створювати перешкоди засобам його виявлення, маневром та відлікаючими діями заплутати обстановку, подавити систему ППО. Все це і при наявності АСУ висуває високі вимоги до професійних якостей командира та навченості бойового розрахунку КП. Вміння командира, знаходячись на КП і спостерігаючи на засобах відображення обстановки інформацію про противника, просторово бачити повітряну обстановку, передбачувати можливі її зміни, приймати раціональні рішення в умовах надзвичайно обмеженого часу, інколи при недостатності інформації – один з найважливіших факторів, що впливає на ефективність управління вогнем при веденні ППБ.

Враховуючи вищезазначене, авторами запропонований алгоритм обґрунтування раціонального способу управління вогнем, виду цілерозподілу та способу постановки вогневих завдань. Вхідними даними в алгоритм є результати оцінювання обстановки, вихідними – рекомендації для подальшого прийняття рішень на відбиття удару повітряного противника та ведення вогню.

Таким чином, врахування рекомендацій, які отримані за допомогою застосування запропонованого алгоритму нададуть можливість командирі приймати раціональні рішення в умовах надзвичайно обмеженого часу у відповідності з поставленими завданнями в конкретних умовах обстановки і, як наслідок підвищити ефективність управління вогнем.

## **ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИСТРОЇВ НАДВИСОКОЇ ЧАСТОТИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИFUЗИЙНИХ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ЇЇ ВІДМОВ**

*В.І. Мірненко, д.т.н., проф.; П.М. Яблонський, к.т.н., доц.; С.В. Кімік*

*Національний університет оборони України ім. І. Черняховського*

Ефективність системи експлуатації пристроїв надвисокої частоти зенітного ракетного озброєння може бути визначена при наявності математичної моделі її функціонування. Побудова математичної моделі передбачає врахування як планових технічних обслуговувань, так і проведення ремонтів пристроїв надвисокої частоти.

Функціонування реальної системи експлуатації пристроїв надвисокої частоти зенітного ракетного озброєння означає зміну станів системи. Тобто зміна станів системи відбувається з певними ймовірностями переходів, а час перебування у станах є випадковим.

За модель відмов обрано дифузійно-нестрононний розподіл, який вважається найбільш сучасним з відомих законів. Такий розподіл належить до двохпараметричних і є найбільш адекватним до реального процесу експлуатації пристроїв надвисокої частоти зенітного ракетного озброєння.

Встановлена аналітична залежність коефіцієнту технічного використання пристроїв надвисокої частоти зенітного ракетного озброєння від періодичності проведення технічних обслуговувань, параметрів масштабу і форми дифузійно-нестрононного розподілу, тривалості повного відновлення пристроїв надвисокої частоти зенітного ракетного озброєння.

## **МОДЕЛІ ТРАЄКТОРІЙ ПОЛЬОТУ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ**

*А.М. Чубаров*

*Державне підприємство "Конструкторське бюро "Південне" ім. М.К. Янгеля*

Для вирішення задач оптимізації проектних параметрів зенітних керованих ракет (ЗКР) одним із найважливіших питань є вибір оптимальної (найкращої з точки зору обраного критерію оптимальності) траєкторії польоту в розрахункову точку зустрічі з ціллю (РТЗЦ). При цьому вибір оптимальної траєкторії польоту також часто розглядається як окрема задача. Суто балістичні траєкторії не є оптимальними для польоту в атмосфері, так як під час польоту по таким траєкторіям збільшується довжина шляху, а, відповідно, час польоту і пов'язані з ним втрати. Спрямлення траєкторії призводить до великих втрат через аеродинамічний опір.

Під моделлю траєкторії у роботі маються на увазі вирази, що задають залежності висоти польоту і кута нахилу траєкторії в залежності від дальності і стартової системи координат –  $H(L)$  і  $\theta(L)$  відповідно. Їх значення використовуються в якості програмних під час моделювання польоту ЗКР.

Представлені у доповіді моделі траєкторій польоту розроблені автором на основі аналізу типових траєкторій польоту ЗКР. Траєкторії польоту, що задаються представленими моделями, завжди проходять через початок координат і через РТЗЦ.

Придатність розроблених моделей траєкторій польоту для проведення розрахунків підтверджується їх здатністю апроксимувати заздалегідь розраховані траєкторії польоту ЗКР, а також порівнянням результатів оптимізації траєкторій, проведеної із застосуванням кожної із моделей. Всі представлені моделі траєкторій показують добру відповідність фізиці польоту ЗКР.

Представлені у роботі моделі рекомендуються для застосування при вирішенні задач оптимізації проектних параметрів і траєкторій польоту ЗКР, а також тактичних і оперативного-тактичних ракет. Крім того, їх можна використовувати в системах керування даних класів ракет для швидкого формування польотного завдання.

Моделі траєкторій польоту представлені у готовому для застосування у розрахункових задачах вигляді і не потребують доопрацювання під конкретну задачу.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГКОГО ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА АН-26 У ЗОНІ ПРОВЕДЕННЯ АТО ТА ООС**

*В.О. Христов, О.В. Чумаченко, І.О. Греков*

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

Військово-транспортна авіація – одна з найважливіших складових сучасних Збройних Сил України, на яку покладається широкий спектр задач по транспортуванню повітряного десанту, перевезенню озброєння, матеріальних засобів, палива та інших вантажів повітряним простором. Велика роль на літаки, які входять до складу ВТА, покладається як під час проведення навчань, так і при виконанні бойових завдань у зоні проведення Операцій Об'єднаних Сил.

Для забезпечення виконання поставлених завдань на високому рівні необхідне використання сучасної техніки. На жаль у сучасних умовах розробка та випуск нових повітряних суден в нашій країні ускладнено, тому все більш актуальним стає модернізація існуючих типів військово-транспортних літаків, які довели свою ефективність на протязі багатьох років використання. Прикладом такого оновлення може стати заміна застарілих двигунів АІ-24ВТ на більш потужні і енергоефективні ТВ3-117 ВМА-СБМ1 та підвищення живучості літака Ан-26 за рахунок встановлення додаткових засобів захисту.

Підвищення ефективності шляхом ремоторизації Ан-26: особливості та обґрунтування.

Прийнято вважати, що в країнах, які є визнаними світовими лідерами у питаннях введення у стрій нового озброєння, подібна практика не використовується. Це твердження не відповідає дійсності. Прикладом цьому можна назвати використання у США літака С-130. Перший політ повітряного судна відбувся 23 серпня 1954 року. В той час технічні можливості літака повністю відповідали вимогам військово-транспортної авіації, але з роками виникла потреба у поліпшенні технічних характеристик повітряного судна. Для цього розробники провели поглиблену модернізацію шляхом заміни силової установки та обладнання сучасними електронними аналогами. Завдяки цьому модель С-130 і сьогодні залишається актуальною.

Схожим шляхом можна піти і при вирішенні проблем, що стосуються покращення технічних характеристик вітчизняного літака Ан-26, обладнаного двигунами АІ-24ВТ. Альтернативою застарілим силовим установкам можуть стати двигуни ТВ3-117 ВМА-СБМ1, виробництвом яких займається підприємство «Мотор Січ». Розрахунки доводять, що така модернізація допоможе суттєво знизити витрати палива і при цьому зберегти високі технічні показники літака.