

## СЕКЦІЯ 5

### КОМПЛЕКСИ І СИСТЕМИ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА АВІАЦІЙНЕ ОЗБРОЄННЯ

Керівники секції: полковник А.В. Половіков;  
к.т.н. доц. полковник О.С. Лиходєєв  
Секретар секції: майор А.О. Красноруцький

#### МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

*А.В. Половіков<sup>1</sup>; О.С. Лиходєєв<sup>2</sup>, к.т.н., доц.; О.Б. Фараон<sup>2</sup>*

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

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

У доповіді розглядається мобільний комплекс оперативного контролю "Беркут". Дослідження роботи комплексу показує, що основні його функції дозволяють проводити знімання (перезапис) польотної інформації з бортових пристроїв реєстрації типу "Тестер-УЗ" серії 2, 3, Л, оперативний контроль (експрес аналіз) і повний комплексний аналіз інформації з метою: контролю виходу параметрів польоту за льотно-експлуатаційні обмеження; контролю технічного стану силової установки, систем і бортового обладнання ПС; контролю справності і оцінки технічного стану комплексу "Тестер-УЗ"; градування датчиків ПС.

Програмний засіб є універсальною програмою широкого використання, та відповідає потребам інженерів в повному обсязі. В ході дослідження комплексу визначено, що програмне забезпечення дозволяє здійснювати відповідний контроль польоту повітряного судна, вести дослідження відповідно до керівних документів та здійснювати відповідний аналіз етапів польоту.

Тому у теперішній час дослідження та застосування сучасних засобів оперативного контролю підвищить безпеку польотів за рахунок попередження вильотів літаків з несправностями, скоротить час до повторних вильотів на бойове застосування. Тому дослідження можливостей мобільного комплексу оперативного контролю "Беркут" при відновленні авіаційної техніки є актуальною роботою на теперішній час.

## **ПОГЛЯДИ НА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БОРТОВИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ НА ДОВГОСТРОВОВИЙ ПЕРІОД**

*С.В. Кушнір*

*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Проведено аналіз сучасного стану бортових систем навігації повітряних суден (ПС) державної авіації (ДА) та проблемних питань, які необхідно вирішити для забезпечення високої точності, надійності та безпеки навігації а також ефективності бойового (спеціального) застосування.

Визначені перспективи розвитку бортових систем навігації ПС ДА на довгостроковий період:

- оснащення сучасними навігаційними комплексами та засобами супутникової навігації;
- забезпечення автоматизація режимів пілотування, навігації; та цільового використання;
- впровадження сучасних засобів запобігання виникнення аварійних ситуацій;
- підвищення автономності та завадозахищеності систем навігації.

Розглянуте питання оснащення бортовими системами навігації ПС ДА, що відповідають стандартам ІКАО та є споживачами наземних засобів радіонавігаційного забезпечення аеродромів, (азимутальних VOR, дальномірних DME/N радіомаяків та системи посадки ILS), які розгортаються відповідно до зазначеного стандарту.

Оснащення системи пунктів управління уніфікованими багатофункціональними комплексами автоматизації та створення єдиного простору обміну даними потребує відповідного обладнання бортових систем, що повинно забезпечити мережецентричний доступ до джерел інформації, автоматизації режимів пілотування, навігації; та цільового використання ПС ДА.

## **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У БРИГАДІ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ**

*В.М. Мічковський*

*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Управління роботою інженерно-авіаційною службою (ІАС) має за мету досягнення високої ефективності роботи інженерно-технічного складу під час виконання завдань інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій авіаційних частин, з'єднань та об'єднань. Воно передбачає постійне керівництво організованою та цілеспрямованою діяльністю особового складу під час експлуатації, застосування та ремонту повітряних суден, тобто при вирішенні всіх питань, які складають інженерно-авіаційне забезпечення.

Пропонується варіант удосконалення системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням (ІАЗ), яка створена забезпечити такі умови: оперативне і безперервне керування діями підлеглих, обґрунтування планованих заходів з ІАЗ, вилучення рутинної роботи з боку посадових осіб система управління ІАЗ, сприяння підвищенню рівня творчості в їх діяльності. Це викликає необхідність оснащення системи управління ІАЗ відповідними засобами зв'язку, автоматизованими системами управління. Місце роботи певної посадової особи, яке обладнано (оснащено) такими засобами, має назву автоматизоване робоче місце (АРМ). Очевидно, що на будь-якому пункті управління ІАЗ подібне місце повинно створюватися перш за все для заступника командира військової частини з ІАС – начальника ІАС. З метою обміну інформацією зі старшим начальником, відповідне автоматизоване робоче місце повинно мати двохсторонній зв'язок (дротовий, радіозв'язок) з достатньо високою захищеністю від завад та несанкціонованого доступу до інформації. З урахуванням особливостей вибраного (призначеного) каналу зв'язку (особливо дротового), АРМ різних рівнів (ланок) підпорядкованості з'єднуються між собою за допомогою пристроїв узгодження (адаптерів), які узгоджують параметри пристроїв АРМ з відповідними параметрами каналу (лінії) зв'язку.

Проведені дослідження показують, що запропонований варіант системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням сприяє підвищенню оперативності та якості процесу вироблення замислу, скороченню часу на планування заходів з ІАЗ при середньому рівні підготовки посадової особи в 2-2,5 рази в порівнянні з нормативним часом її роботи.

## **ОБґРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ Авіаційних ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ ШТУРМОВОЇ Авіації В АТО (2014-2015 РІК)**

*Р.В. Лещенко*

*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Запропоновано рекомендації щодо підвищення ефективності застосування авіаційних засобів ураження підрозділами штурмової авіації за досвідом антитерористичній операції 2014-2015 років.

З метою надання пропозицій щодо удосконалення тактико-технічних характеристик корегованих авіаційних бомб розроблена модель оптимізації за домінуючим критерієм, у якості якого обрано критерій ефективності бойового застосування авіаційних бомб та обґрунтована методика визначення ефективності застосування авіаційних засобів ураження підрозділами штурмової авіації, в якій утворена ієрархічна (багаторівнева) система критеріїв і показників, де (показники) нижчих рівнів формуються виходячи з критеріїв вищих рівнів і є, по відношенню до них, частковими критеріями ефективності.

Аналізується сучасний стан і перспектива створення високоточних авіаційних засобів ураження вітчизняного виробництва. Відпрацьовано рекомендації щодо підвищення ефективності застосування авіаційних засобів ураження підрозділами штурмової авіації.

У два етапи досліджено ефективність використання авіаційних бомб, а саме: порівняння ймовірності влучення в приведену зону ураження розрахункової елементарної цілі керованої авіаційної бомби та бомби, що вільно падає такого ж калібру; порівняння витрат боеприпасів різних типів (некеровані авіаційні бомби, керовані авіаційні бомби, коректовані авіаційні бомби, керовані авіаційні ракети повітря-поверхня), необхідних для ураження типових цілей з заданою гарантованою ймовірністю, що дозволить визначити місце керованих авіаційних бомб в системі авіаційних засобів ураження літаків штурмової авіації.

Подальші дослідження можуть бути направлені на пошук альтернативних варіантів ТТХ КАБ або досягненням заданого рівня для значень показників ефективності та витрат, або знаходженням екстремальних значень цих показників, або встановленням того факту, що бажаний рівень цих показників у рамках розглянутих альтернатив недосяжний.

### **МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ**

*А.М. Шатров<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; І.В. Павловський<sup>2</sup>; М.О. Шишанов<sup>3</sup>, д.т.н. проф.*

*<sup>1</sup>Державний науково-дослідний інститут авіації*

*<sup>2</sup>Міністерство оборони України*

*<sup>3</sup>Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України*

Проведення досліджень щодо визначення можливості продовження строків служби засобам ураження (ЗУ) пов'язано із задачею науково-обґрунтованого прогнозування їх технічного стану (надійності) на заданий термін. У цьому аспекті, під технічним станом ЗУ мають на увазі сукупність їх властивостей, які зазнають змін у процесі експлуатації і характеризують технічний стан ЗУ, і повинні контролюватися у процесі експлуатації.

Оцінка технічного стану парку керованих ЗУ одного типу може бути виконана за результатами однієї перевірки на відповідній контрольно-перевірочній апаратурі (КПА), а прогнозування – за результатами хоча б трьох перевірок, проведених з інтервалом декілька років. При цьому для прогнозування зазвичай застосовуються відомі статистичні методи, придатні для роботи з короткими часовими рядами, що містять пропущені значення та не вимагають переведу градацій у фізичні величини.

Отже, для забезпечення робіт з оцінки і прогнозування технічного стану ЗУ на заданий термін необхідно спочатку сформувати необхідну інформаційну базу даних (ІБД), а потім застосовувати відповідні методи статистичного аналізу. У зв'язку з цим, процедура формування ІБД щодо конкретних типів ЗУ передбачає збирання та обробку різноманітної інформації.

Основним джерелом параметричної інформації про стан керованих ЗУ є результати контролю на відповідній КПА, яка дозволяє контролювати параметри, що визначають їх технічний стан. При цьому кількість контрольованих параметрів залежить від типу керованого ЗУ і може досягати 240.

У доповіді зазначено, що важливою складовою ІБД щодо керованих ЗУ є зниження її розмірності статистичними методами, яке пропонується здійснювати у два етапи.

На першому етапі проводиться схемотехнічний аналіз керованого ЗУ як об'єкту контролю, в результаті якого "відсіваються" параметри, які практично не впливають на безпеку експлуатації та ефективність бойового застосування, а їх відхилення від номінального значення є незначним протягом всього терміну експлуатації.

На другому етапі запропоновано виконати статистичний аналіз параметрів, головною метою якого є відбір найбільш інформативних, тому враховуючи, що більшість статистичних процедур можна застосовувати лише для нормального закону розподілу, передбачається доцільним провести перевірку відібраних параметрів на нормальність.

### **ОБґРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНО- АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БРИГАДИ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ**

*В.В. Шинкевич*

*Повітряне Командування "Південь"*

Для кількісного аналізу та оцінки ефективності складної організаційно-технологічної системи інженерно-авіаційного забезпечення (ІАЗ), обираються або розробляються показники, що визначають ступінь та повноту виконання кожного із завдань, які складають зміст інженерно-авіаційного забезпечення. На теперішній час нормативними документами, що регламентують організацію інженерно-авіаційного забезпечення ПС ЗС України, передбачено використання єдиної системи основних показників. В цій системі окремі показники, а також групи показників, розроблені з урахуванням переліку завдань, які складають зміст інженерно-авіаційного забезпечення. Існуюча система показників складена таким чином, що окремі показники, по-перше, мають різноманітну вагомість, а по-друге, мають різну розмірність. Актуальною залишається наукова задача щодо створення комплексного показника оцінки ефективності ІАЗ, за допомогою якого можливо оцінити результати роботи інженерно-авіаційної служби (ІАС) частин, що озброєні різною АТ, аналізувати помилки і недоліки.

Пропонується методика визначення раціонального методу оцінки ефективності ІАС та основних показників, за якими обраний метод буде найбільш точно обчислювати діяльність ІАС. Комплексний показник доцільно розглядати як суму всіх показників. Але для цього необхідно всі показники привести до єдиної розмірності або зробити комплексними. Останні показники можливо досягти при застосуванні відношення досягнутих результатів до визначених керівними документами. Крім цього деякі показники безумовно мають більшу вагомість ніж інші, тому необхідно застосовувати коефіцієнти вагомості показників, для визначення яких слід використати методи експертних оцінок.

Отже всі значення показників пропонується привести у відносних одиницях. Це дозволяє по найбільшому значенню легко визначити ІАС якої частини успішніше впоралося з виконанням бойового завдання. Крім того, аналіз отриманих даних дозволяє визначити слабкі місця та призначити заходи щодо поліпшення роботи ІАС частин.

## **ВИДІЛЕННЯ СИГНАЛУ НА ФОНІ ШУМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ**

*О.М. Барсуков, к.т.н.; В.В. Кав'юк; В.В. Потапенко; О.О. Донник  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В умовах застосування активних завад комплексами радіоелектронної боротьби (РЕБ), в першу чергу, суттєво зменшується якість обробки сигналів при використанні бортового радіоелектронного обладнання. Очевидно це впливає на безпеку польотів при забезпеченні радіозв'язком екіпажів повітряних суден з наземними пунктами управління, а також при прослуховуванні навігаційних і спеціального призначення сигналів. Відомо, що підвищення протидії засобам (системам) РЕБ є складний комплекс наукових задач, до яких належить один із актуальних – завадозахищеність. Завадозахищеність радіоелектронного обладнання визначається її скритністю і завадостійкістю.

На даний час існує достатня кількість публікацій, в яких пропонуються методи для вирішення подібних задач, найбільш поширені – це фільтрація на основі алгоритмів Фур'є або Вейвлет перетворення та їх модифікації. Ці алгоритми досить ефективні з точки зору виділення шуму, не вимагають його апріорної інформації, яка часто відсутня на практиці. Однак, недоліками вище вказаних методів є визначення критеріїв розрахунку порога між сигналом і шумом при обробці (виділенні) сигналу, тобто можливість повної втрати корисного сигналу при високому або малому рівні шуму. Крім цього, припущення про розподіл шуму не виконується для коефіцієнтів вейвлет-розкладання шуму і сигналу, не завжди адекватно задачам фільтрації нестационарних сигналів, в тому числі і мовних сигналів. В такому випадку пропонується використання алгоритму на основі методу сингулярного спектрального аналізу (CCA) (Singular Spectrum Analysis (SSA)).

Отримані результати свідчать, з практичного боку, що розуміння інформації пілотом можливо при відношенні сигнал/шуму (СКВ) не менш 0,5, що відповідає коефіцієнту кореляції між первинним та після виділення сигналів не менш 0,82, відповідно.

## **USING DT-STATISTIC FOR SIGNAL DEFINITION THRESHOLD OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY BETWEEN MOBILE COMMUNICATION AND AVIONICS EQUIPMENTS**

*A. Barsukov, Ph.D.  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The rapid development of radio means significantly increase the number of their subscribers on the territory of Ukraine can lead to unintended impact on the work of aviation electronic equipment, which is in the Armed Forces of Ukraine, especially

in the area of military operations.

An algorithm is proposed that allows determining the threshold of electromagnetic compatibility between avionics and mobile communications. The report considers a method based on Dt-statistics. Nonparametric method allows to establish a threshold of electromagnetic compatibility of radio equipment without a priori knowledge of the probability distribution of the signal. This method is based on the use of Dt-statistics, which based on the "Correlation integral" and can take into account its structure.

The analysis of the graphs obtained as a result of mathematical modeling of the proposed method is given. It is established that the application of this method makes it possible to determine the electromagnetic compatibility threshold against noise background at a signal-to-noise ratio 1.

Thus the use of the method will ensure electromagnetic compatibility in the special conditions АТО.

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІОНАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*Ю.В. Севостьянов, к.т.н.; С.І. Овчаренко; В.М. Пташник  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В авіаційних частинах, при проведенні ремонтних і регламентних робіт, на радіотехнічних системах ближньої навігації (БРСБН) застосовують штатні пристрої типу ПКСО-69, ПСО4-315И.

Відповідні пристрої мають ряд недоліків, які полягають у наступному:

- перевірка роботи блоків БРСБН пристроями типу ПКСО-69, ПСО4-315И здійснюється тільки у ручному режимі роботи;
- на органах керування пристроїв типу ПКСО-69, ПСО4-315И існує велика дискретність між контрольними значеннями азимутів та дальностей;
- мала кількість контрольних значень радіонавігаційних параметрів;
- відсутність перевірки роботи блоків БРСБН в автоматичному режимі роботи;
- для здійснення перевірки БРСБН в автоматичному режимі роботи, літальний апарат повинен знаходитись у повітрі і коригувати БРСБН радіонавігаційними сигналами від наземних радіомаяків.

Для усунення даних недоліків запропоновано розробити пристрій, який буде складатися з персональної обчислювальної машини типу NOTEBOOK з відповідним програмним забезпеченням, контролера ARDUINO, який програмується, радіомодуля з антеною.

## **РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ ВИМОГ ДО ПЕРСПЕКТИВНОЇ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ КЛАСУ "ПОВІТРЯ-ПОВЕРХНЯ"**

*А.Г. Дмитрієв, к.т.н., с.н.с.; В.І. Масыгін, к.т.н., с.н.с.; А.С. Хижняк  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Тенденція використання засобів ведення збройної боротьби в даний час, за оцінками іноземних військових фахівців, пов'язана зі значним підвищенням ролі авіаційної керованої зброї класу "повітря-поверхня". Застосування авіаційних керованих ракет класу "повітря-поверхня" у військових конфліктах показує свою пріоритетність, що обумовлюється високою точністю наведення їх на ціль.

Подальший розвиток авіаційної керованої зброї класу "повітря-поверхня" в провідних країнах світу направлено на підвищення їх уніфікації, модернізацію бойових частин ракет, поліпшення керованості, збільшення дальності дії, швидкості польоту і, відповідно, точності їх застосування.

На сьогодні у Харківському національному університеті Повітряних Сил ім. І. Кожедуба проводяться дослідження в рамках науково-дослідної роботи щодо обґрунтування та розробки проекту оперативно-тактичних вимог до перспективної тактичної авіаційної керованої ракети класу "повітря-поверхня".

В результаті проведення досліджень планується сформулювати раціональний тактико-техніко-економічний обрис перспективної авіаційної керованої ракети класу "повітря-поверхня" для авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ТУРБІН У АВАРІЙНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛІТАКІВ**

*Р.В. Василенко; В.М. Мац; В.В. Сосімович; Т.В. Паращенко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз складу систем електропостачання повітряних суден військового призначення показує, що у якості аварійних джерел живлення, в основному, застосовуються акумуляторні батареї (АКБ). Головна перевага АКБ полягає у тому, що при роботі протягом декількох хвилин вони володіють найкращими ваговими характеристиками (залежність ваги джерела від тривалості його роботи). Основним недоліком АКБ є малий час роботи у аварійному режимі. Цього часу може не вистачити для успішного завершення польоту.

Застосування повітряної турбіни у системі електропостачання повітряного судна, сумісно з АКБ, підвищує безпеку польотів повітряного судна. На озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України перебуває літак, оснащений повітряною турбіною. Це літак L-39 "Альбатрос", у систему електропостачання якого входить повітряна турбіна В-910 з аварійним електрогенератором LUN-2117 потужністю 3 кВт.

Широке застосування повітряної турбіни отримали у зарубіжній авіації, як військовій, так і у цивільній. Ця система отримала назву RAT (ram air turbine). Ця турбіна використовується тільки для забезпечення аварійного електроживлення, але також для забезпечення тиску у гідравлічній системі



повітряного судна. На літаку Airbus A-320 встановлена система RAT з електрогенератором потужністю 55 кВА.

Таким чином, розробку та застосування повітряних турбін можна вважати перспективним напрямом розвитку системи електропостачання повітряних суден військового призначення. Їх використання повинно сприяти підвищенню безпеки польотів та збереженню військової авіаційної техніки.

## **ЕЛЕКТРОПРИВІД ДЛЯ ПЕРЕСУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ПО АЕРОДРОМУ**

*Р.В. Василенко; В.М. Мац; Ю.І. Тригуб; Т.В. Паращенко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На сучасних літальних апаратах мається велика кількість різноманітних виконуючих механізмів та агрегатів. У якості джерел механічної енергії застосовуються гідравлічні, пневматичні та електричні приводи. Найбільш універсальним з них вважається електричний привід завдяки високій надійності, простоті у експлуатації та можливості автоматизації.

Широке застосування електроприводу на літальних апаратах обумовлено його перевагами перед іншими видами приводу. Такими перевагами є:

- відсутність складних вузлів та деталей для передачі руху від привідного пристрою (електродвигун) до виконуючого пристрою;
- можливість легкого здійснення централізованого та дистанційного керування;
- легкість автоматизації керування;
- підвищена живучість та надійність, простота експлуатації.

У теперішній час на літальному апараті використовуються гідравлічні, пневматичні, електричні та інші системи. Але ведеться активна робота над створенням повністю електричного літального апарату, в якому не буде гідравлічних та пневматичних систем. Під "повністю електричним літаком" розуміють літак з єдиною централізованою системою електропостачання, що забезпечує усі енергетичні потреби літака. Це означає, що можливо спростити наземне технічне обслуговування літального апарату, скоротити кількість необхідних засобів наземного обслуговування (ЗНО) та задіяного особового складу.

Для ще більшого підвищення автономності наземного обслуговування літального апарату необхідно забезпечити незалежність пересування літального апарату по аеродрому від наявності та справності ЗНО. Це дозволить уникнути необхідності використання тягачів і, саме цим, ще більше скоротити необхідні ЗНО.

Отримавши можливість автономного переміщення по аеродрому, літальні апарати зможуть вирулювати на злітно-посадкову смугу, не запускаючи основні двигуни, тим самим, скоротити витрату палива на землі.

Сучасні літальні апарати оснащуються допоміжними силовими установками (ДСУ). Генератори ДСУ володіють достатньою потужністю для електроживлення основних систем літального апарату. Для забезпечення автономності пересування літального апарату по аеродрому можливо

використовувати електроприводи які отримують живлення від генераторів ДСУ та вбудовані у колеса.

## **АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПІЛОТАЖНО-НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*М.Ф. Слюсарев; Р.Ф. Слюсарев; Є.В. Прудніков  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У доповіді аналізуються структури пілотажно-навігаційних систем безпілотних літальних апаратів. Зокрема розглядаються технології виготовлення чутливих елементів навігаційних систем, зокрема, гіроскопів та акселерометрів, розглядається впровадження сучасних технологій виготовлення чутливих елементів гіроскопів інерціальних навігаційних систем з метою підвищення точності їх роботи та ефективність бойового застосування ЛА, вимоги до сучасних технологій виготовлення чутливих елементів гіроскопів, що адаптовані до умов роботи у безплатформених інерціальних системах.

Для досягнення цієї мети шляхом порівняльного аналізу будови та умов роботи чутливих елементів сучасних гіроскопів були проаналізовані фізичні принципи будови сучасних гіроскопів, вимог до їх працездатності, особливостей конструкції з огляду можливості застосування їх у безплатформених інерціальних системах.

## **АНАЛІЗ СВІЛОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКА МІГ-29 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВІДНОВЛЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ В ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД**

*М.М. Петренко; Д.Г. Васильков; Л.В. Рекунчак; Д.О. Шемчук  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Сучасне світлотехнічне обладнання літальних апаратів представляє собою сукупність освітлювальних і світлосигнальних засобів. Особливості експлуатації незважаючи на те, що світлотехнічне обладнання не складно по влаштуванню і принципу дії, воно вимагає суворого дотримання всіх правил експлуатації, так як від його справності безпосередньо залежить безпека польотів.

Світлотехнічне обладнання створює необхідні умови роботи екіпажу в польоті в темний час доби, чим забезпечує необхідну безпеку на всіх етапах польоту, полегшує управління літаком (вертольотом) в бойовому порядку і керівництво польотами, забезпечує їх безпечне рух в зоні аеродрому і по аеродрому в будь-яких метеоумовах, вночі і вдень і в складній орнітологічній обстановки.

Досвід експлуатації показує, що використання світлотехнічного обладнання а саме зовнішнього світлотехнічного обладнання в умовах проведення бойових вильотів з оперативних аеродромів, коли в умовах проведення маскувальних заходів, злітно-посадкова полоса не забезпечена підсвіткою, є дуже важливим елементом в забезпеченні безпеки польотів та збереженні життя льотних екіпажів.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОСТАНЦІЇ Р-828 В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ АТО**

*Т.С. Яремчук; В.В. Гром'як; С.В. Прищепя  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Авіація Збройних Сил України є одним із основних носіїв бойового потенціалу війська, особливо в зоні АТО. У перспективі авіація найбільш мобільна, науково-технологічна містким видом Збройних Сил України. Тому питання її комплексного розвитку, оснащення та забезпечення відносяться до пріоритетних для Збройних Сил України

Таким чином, в результаті дослідження конструкції, експлуатації радіостанції Р-828 в умовах АТО було виявлено, що збройне протистояння у повітрі в останніх локальних збройних конфліктах має стійку тенденцію до протидії між РЕБ та бортовими засобами захисту літальних апаратів. Це спонукає до пошуку і реалізації нових технічних рішень щодо удосконалення та модернізації літальних апаратів, а саме радіозв'язкового обладнання. Можливі два основних підходи до побудови сучасних бортових радіостанцій захисту ЛА, в особливості їх складової частини: перший - з використанням скритності; другий - за рахунок завадостійкості, в основу якого покладено застосування хаотичної несучої.

В даній роботі проведено обґрунтування необхідності пропозиції підвищення скритності та визначені його концептуальні основи побудови. Разом з цим, запропоновано варіант структурної схеми BDS-приймача на основі BDS-статистики, що базується на статистичних властивостях кореляційної розмірності, дає можливість захистити радіостанції від потужних завад від станцій РЕБ.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИЛАДУ СО-69 ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*О.О. Олексін; В.В. Шульга; І.В. Кірієнко; А.В. Коротчук  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На даний час, успіх ведення бойових дій на пряму залежить від технічного оснащення підрозділів які приймають участь у збройному протистоянні. Це обумовлено розвитком науки, а саме відкриттям нових фізичних явищ, розвитком технологій машинобудування, появою цифрових обчислювальних машин великих потужностей.

В сучасних війнах, які характеризуються великою рухливістю військ, миттєвістю бойових дій, швидкоплинністю зміни обстановки в зоні бойових дій особливо на тактичному рівні, при наявних рівних умовах, результат операції буде визначатись не стільки співвідношенням традиційних показників сил і засобів угруповання військ, що протидіють один іншому (кількості оперативних і тактичних бойових груп, якістю їх озброєння і техніки, можливостями поповнення матеріально-технічними ресурсами), а перевагою в

функціонуванні систем управління, розвідки, радіоелектронної боротьби, а також можливостями комплексного синхронізованого в часі застосування усіх вогневих засобів у всій зоні конфлікту на всю глибину оперативної побудови військ противника.

Від оперативності та достовірності розпізнавання виявлених повітряних суден залежить правильність прийнятих рішень на застосування засобів протиповітряної оборони, забезпечення безпеки польотів авіації, ефективність виконання завдань з охорони Державного кордону України та припинення терористичних актів у повітряному просторі.

В даний час в Повітряних Силах і цивільній авіації широке застосування отримали радіотехнічні системи вторинної радіолокації (СВРЛ), які використовуються в апаратурі визначення державної приналежності літальних апаратів і апаратурі управління повітряним рухом.

За допомогою СВРЛ апаратури управління повітряним рухом (УПР) здійснюється привід літаків в район аеродрому посадки, управління рухом літаків в районі аеродрому, захід на посадку та забезпечення самої посадки. Невід'ємною частиною СВРЛ апаратури УПР є літакові відповідачі.

Літаковий відповідач (СО-69) встановлюється на літальному апараті (ЛА), що використовуються в повітряних силах (ПС). Він прийшов на зміну застарілого літакового відповідача дальності (СОД-57). СО-69 дозволяє виконувати польоти не тільки в межах території, оснащеної вітчизняної диспетчерської і посадкової апаратурою, але і в межах районів, оснащених системами, які відповідають стандартам сигналів міжнародної організації система єдиних радіо параметрів( ICAO). Для цього в його склад включено додаткове устаткування.

Сучасні літакові відповідачі дозволяють забезпечити автоматичну видачу інформації про бортовий номер, висоту польоту, залишок палива, шляховий кут, шляхову швидкість, а також (на вимогу диспетчера УПР) видачу сигналу розпізнавання літака; по команді пілота, передачу сигналу "АВАРІЯ", "ЗАХОПЛЕННЯ ЛІТАКА"; автоматичну передачу сигналу "ШАСІ ВИПУЩЕНО", та інші команди, що і буде предметом подальших досліджень.

## **ВАРІАНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАПОМЯТОВУЮЧОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО РАДІОКОМПАСУ НА ОСНОВІ ПЛІС**

*А.Е. Бекіров, к.т.н.; Д.Г. Базанов; О.Г. Тарадович; К.В. Денісевич  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Технічна експлуатація авіаційної техніки в умовах ведення бойових дій характеризується зменшенням термінів для виконання видів підготовок та зміни радіо даних радіоелектронного обладнання, в тому числі автоматичного радіокомпасу.

З аналізу технічної та льотної експлуатації повітряних суден у тому числі в умовах бойових дій що під час інтенсивних навчальних та бойових вильотів можна зробити висновок, що значно зростає навантаження на технічній склад під час обслуговування автоматичного радіокомпасу. Не дивлячись на те, що

процес перебудовування автоматичного радіокомпасу не є трудомістким, але все ж таки мають місце випадки помилок інженерного складу.

Враховуючи необхідність своєчасного та якісного обслуговування автоматичного радіокомпасу в умовах інтенсивного застосування, запропоновано напрямок модернізації, який полягає у використанні програмованої логічної інтегральної схеми у якості запам'ятовуючого простору сумісно з штатним блоком попередньої настройки частот приводних радіостанцій. Були виконані розрахунки кількості інформації, яка необхідна для представлення усіх аеродромів України, у тому числі цивільного призначення, у двійковому вигляді. Виконано розрахунки кількості операцій для перетворення частоти привідної радіостанції з двійкового вигляду у сигнали, необхідні для роботи автоматичного радіокомпасу. На основі проведених розрахунків сформульовані вимоги щодо характеристик ПЛІС для запам'ятовування та перетворення інформації про частоти радіостанцій у цифровому вигляді.

Проведено аналіз характеристик найбільш відомих та практично використовуваних ПЛІС. Для реалізації модернізації автоматичного радіокомпасу доцільно використовувати ПЛІС сімейства Altera Cyclone 2, які відповідають основним вимогам щодо цифрового запам'ятовуючого пристрою автоматичного радіокомпасу.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАХИСНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ЛЬОТЧИКА**

*М.А. Кіріяков; С.О. Майборода; С.О. Дядюк*

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

Захисне спорядження льотчиків являє собою вид авіаційного обладнання, призначений для захисту членів льотних екіпажів від несприятливих факторів польоту і їхнього порятунку в аварійній обстановці.

Забезпечення льотного складу необхідними предметами захисного спорядження, облік залишків строків служби, ростовок та розмірів захисного спорядження кожного льотчика, прання і військовий ремонт тканинних оболонки та деталей захисних костюмів здійснюються речовою службою авіаційної частини. Роботи з підготовки захисного спорядження до польотів покладаються на спеціалістів групи підготовки та регламенту висотного обладнання і спорядження. Допуск ЗСЛ до польоту за його станом покладається на начальника групи підготовки та регламенту висотного обладнання і спорядження. Передпольотна перевірка працездатності радіоагартур предметів захисного спорядження проводиться льотним складом самостійно.

Бойовий досвід застосування авіації ПС ЗС України свідчить, що на оперативних аеродромах роботи з підготовки захисного спорядження до польотів проводились також з залученням льотного складу, що потребує додаткового тренування льотного складу з питань технології підготовки захисного спорядження до польотів.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ РАДІОСТАНЦІЇ Р-800Л2**

*В.О. Мозилей; О.О. Донник; В.В. Малишкін*

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

Успішність ведення бойових дій винищувальною авіацією Повітряних Сил Збройних Сил України напряму залежить від оперативного та якісного забезпечення зв'язку льотного екіпажу. Серед бортових засобів зв'язку винищувальних літаків важливе місце займають радіостанції УКХ діапазону, які використовуються для забезпечення радіозв'язоком екіпажу як з командними пунктами, так і з літаками.

Аналіз технічної та льотної експлуатації літаків Су-27, у тому числі в умовах бойових дій, показав що під час інтенсивних навчальних та бойових вильотів зростає навантаження на технічній склад під час радіостанції Р-800Л2. Не дивлячись на те, що процес перебудовування радіостанції Р-800Л2 не є трудомістким, але все ж таки мають місце випадки помилок інженерного складу.

Враховуючи необхідність своєчасного та якісного обслуговування радіостанції Р-800Л2 було встановлено, що на нинішньому етапі відновлення та розвитку авіації дуже гостро постає питання заміни або модернізацію бортових засобів радіозв'язку ЛА які вже морально застаріли і не відповідають сучасним умовам ведення бойових дій.

В роботі були досліджені вимоги до конструкції та експлуатації радіостанції УКХ діапазону Р-800Л2 літака Су-27, а саме її приймальний тракт АП МХ (ДМХ) блоку 2-4 (2-4А). Внаслідок цього було отримано, що удосконалення приймача блоку ПНЧ можливо шляхом заміни операційної мікросхеми 153УД2 на сучасну LM101А та що в приймачі застосування операційних мікросхем потребує заміни застарілих радіоелементів на сучасний аналог.

Виявлені недоліки та вище вказані напрямки їх розв'язання дозволять прискорити процес відновлення бойового потенціалу ЛА, та вжити відповідні дії до комплексу заходів спрямованих на прискорення процесу відродження та модернізації авіації ЗСУ, також рішення цього питання полягає в застосування радіостанцій іноземного виробництва.

## **ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ АУДІО ФОРМАТІВ ДЛЯ ЛІТАКОВИХ МОВНИХ ІНФОРМАТОРІВ**

*А.Е. Бекіров, к.т.н.; М.І. Фуфаєв; В.В. Сімохін; Е.М. Попова*

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

Аналіз сучасних бойових конфліктів із застосуванням авіаційного компоненту показує, що ефективність ведення бойових дій напряму залежить від бойових спроможностей літаків. Велике значення мають складові літальних апаратів які узгодженно працюють відповідно до їх завдання. Під час виконання бойового завдання важливу роль для безпеки польтів відіграють пристрої мовного оповіщення.

Мовний інформатор уявляє собою аналоговий пристрій, де носієм інформації є магнітна стрічка. Такий аналоговий носій дуже вразливий до подразників, впливів та інших факторів. Під час ініціювання запису на магнітній стрічці на фоні інформації відтворюються шуми, які викликані довгостроковою експлуатацією магнітної стрічки. Згодом якість такого матеріалу погіршується. Разом з ним погіршується і якість самого запису. Значить заміна такого аналогового носія інформації доцільна та необхідна.

На теперішній час існують безліч цифрових аудіо форматів, які забезпечують відмінну якість запису та створенні для цифрових систем відтворення інформації. На сьогодні найбільш поширеними на практиці є формати відтворення аудіо MP3 та WAV. Формат MP3 має переваги у порівнянні з форматом WAV, які виражені в таких властивостях як: високий рівень стиснення даних, висока якість відтворення аудіофайлів, відсіювання непотрібної інформації під час кодування з втратами та під час відтворення файлу. Тому пропонується напрямок модернізації інформатора на основі використання відтворювача цифрового формату MP3.

## **МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ НА ОСНОВІ МАСКУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

*А.Е. Бекіров, к.т.н.; К.В. Бєлий; О.І. Танасійчук; В.Ю. Чепіль  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На сьогоднішній день актуальним напрямком теорії обробки цифрових зображень є процес автоматичного розпізнавання та виділення об'єктів. Машинне розпізнавання засновано на використанні алгоритмів, які дозволяють визначити області зі значними перепадами значень яскравості елементів компонент цифрового зображення. Такі області відповідають контурам об'єктів. Пропонується напрямок удосконалення існуючих систем управління озброєння на основі алгоритмів машинного розпізнавання для визначення координат повітряних цілей за умов візуальної видимості, що відповідає умові ближнього маневреного бою.

На літаках винищувачах у складі системи управління озброєнням функціонують оптико-локаційні станції, які використовуються для виявлення повітряних цілей, визначення їх координат та супроводження. Визначено, що критичними тактико-технічними характеристиками при функціонуванні таких систем є час необхідний прицільній системі для виконання повного циклу огляду простору. Також велике значення для захоплення переваги у ближньому маневреному бою мають розміри сектору огляду простору.

Враховуючи, що ближній бій, як правило відбувається на відстанях візуальної видимості, запропоновано сумісно з оптико-механічним скануванням в оптичному діапазоні використовувати методи машинного розпізнавання та виявлення об'єктів на основі маскування цифрових зображень. Для цього проведено аналіз методів виділення контурів, які частіше всього використовуються на практиці, а саме градієнтні методи на основі операторів Собеля, Прюїтта, Робертса та методу Канні. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що за допомогою розглянутих

методів машинного розпізнавання можливо вирішення задачі розпізнавання окремих та групових цілей на однорідному фоні.

Розроблено метод для визначення координат цілі який включає наступні етапи: правило визначення центральної точки цілі, яка відповідає центру ваги, алгоритм визначення азимуту та кута. На основі розробленого методу спроектовано систему визначення координат цілі, яку пропонується використовувати сумісно з штатним бортовим обладнанням.

Подальшим напрямком удосконалення системи керування озброєнням є застосування обладнання, яке працює в інфрачервоному діапазоні для виявлення цілей на фоні неоднорідних поверхонь, а також у нічний час.

### **ПІДХІД ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ДОСТАВКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ З БОРТУ ПЕРСПЕКТИВНОГО БПЛА ДО НАЗЕМНОГО ЦЕНТРУ**

*А.Е. Бекіров, к.т.н.; М.В. Загірська; М.Г. Кравцов; І.Ю. Журавльов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Застосування БПЛА при веденні видової повітряної розвідки повинно відповідати жорстким вимогам щодо оперативності доведення розвідувальної інформації та якості аерофотознімку.

З одного боку існує необхідність підвищення оперативності донесення інформації до користувача для своєчасного прийняття рішень. Проте, на канали передачі даних накладаються певні обмеження, що в свою чергу не дозволяє розширювати їх пропускну здатність. Тому підвищити оперативність доставки зображення по визначеному каналу передачі даних стає можливим при зменшенні його розміру. З іншого боку, зменшення якості розвідувального зображення, в свою чергу, може вплинути на адекватність прийняття рішення.

Для вирішення даної проблеми пропонується застосування стеганографічного вбудовування даних в семантично ненасичені області зображення. В цьому випадку, області, які відповідають незначним змінам значень елементів просторового представлення аерофотознімку будуть використовуватися у якості стеганографічного контейнеру. В якості вбудованої інформації необхідно використовувати ті частини зображення, зменшення якості яких є критичним (семантично насичені області).

Класичним прикладом стеганографічного методу є заміна найменш значимого біту. Наведений спосіб ґрунтується на тому, що молодші розряди графічних форматів мають шумову природу і їх заміна фактично не позначиться на якості переданого зображення. В цьому випадку кількість вбудованих біт залежить від насиченості зображень.

При використанні даного методу одночасно збільшується оперативність доставки аерофотознімку з борту БПЛА до наземного користувача із одночасним забезпеченням необхідної якості зображення.

Якщо виникає необхідність додаткового збільшення конфіденційності інформації, яка має бути передана (дані телеметрії, координати, маркери та ін.), представлений метод може бути використаний для підвищення захищеності даних. Такий варіант передбачає, що у якості вбудованих елементів виступає корисна інформація. І в цьому випадку, при



несанкціонованому доступі, у противника не буде інформації про закритий стеганографічний канал передачі даних, а наявність прихованої інформації візуально виявити буде фактично неможливо.

### **СИСТЕМА СИГНАЛІЗАЦІЇ ВИСОТИ ЕШЕЛОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА З СУБОПТИМАЛЬНОЮ ФІЛЬТРАЦІЄЮ ПАРАМЕТРІВ**

*В.В. Бесага; О.О. Гашицька; О.О. Новиков; А.І. Шкробот  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На основі аналізу системи сигналізації висоти ешелонування з субоптимальною фільтрацією параметрів зроблено висновок про необхідність подальшого удосконалення ССВЕ у напрямку переходу на цифрову базу з оптимальною обробкою інформації методами фільтрації. Фільтр має обробляти як позиційний сигнал відхилення від заданої висоти польоту, так і його похідну – вертикальну швидкість.

За структурною схемою алгоритму фільтрації сигналу відхилення від заданої висоти складемо Simulink-модель функціонування системи сигналізації висоти ешелонування. Для зручності досліджень впливу коефіцієнтів фільтра на якість дотримання висоти ешелону модель містить два ідентичні канали, які надають можливість одночасного спостереження вихідних сигналів ССВЕ при різних значеннях коефіцієнтів.

Подальший розвиток досліджень у напрямку оптимізації фільтра та підвищення якості роботи системи в цілому вбачається в автоматизації підбору характеристикних коефіцієнтів.

### **АНАЛІЗ БОЙОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ БОРТОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЛІТАКА СУ-25 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*Б.М. Коляк; М.О. Харитонюк; К.М. Овчаренко; Д.І. Левченко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

При виконанні бойового завдання авіаційна техніка може мати бойові пошкодження від безпосереднього впливу засобів ураження. Бойове пошкодження – пошкодження корпусу літака, літака, його бойових і технічних засобів від впливу зброї противника. Ліквідація бойового пошкодження виробляється в процесі боротьби за живучість літального апарату і його технічних засобів. Можливі вторинні ушкодження – ушкодження від уламків конструктивних елементів, що зруйнувалися в результаті впливу засобів ураження, перерозподілу навантажень між силовими вузлами, заклинювання рухомих з'єднань, роботи агрегатів без рідин і газів, замикання в бортовій електросистемі.

Найбільш поширеними є різні механічні, кліматичні, температурні, хімічні та інші впливи на обладнання, які спостерігаються при звичайній експлуатації літальних апаратів або пошкодженні його снарядами, кулями, ракетами, ударною хвилею в бойових умовах.

В цілому дія вражаючих факторів може проявлятися у вигляді: відмов обладнання; пошкоджень і руйнувань обладнання від дії куль, осколків, ударної хвилі; зміни фізичних властивостей матеріалу деталей і елементів від різних кліматичних впливів і температурного імпульсу, супроводжуючого вибух засоби ураження; часткового або повного порушення функціональних зв'язків і режимів роботи обладнання від різних зовнішніх і внутрішніх впливів.

Бойові пошкодження електричної мережі літака можуть привести до відмови в роботі споживачів і навіть виходу з ладу деяких агрегатів електроустаткування.

Ушкодження екранування електричної мережі приводить до виникнення перешкод у роботі радіоустаткування й радіотехнічних засобів.

Бойові ушкодження мережі можуть служити причиною коротких замикань, а в деяких випадках можуть служити причиною виникнення пожежі на літаку.

Безвідмовна робота всієї системи електроустаткування літака значною мірою залежить від якості застосовуваних проводів, електричних роз'ємів, наконечників, деталей закладень й якісного виконання монтажних-складальних робіт при виготовленні електричних джгутів.

Досвід АТО показує, що 60-70% бойових пошкоджень АО отримує незначні, слабкі, середні або ураження літака від кулеметів або зенітно-ракетного комплексу та іншої зброї. Це означає, що 60-70% бойових пошкоджень АО можливо і доцільно усувати засобами і силами військового ремонту.

### **АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКА Су-24М З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*Є.А. Бондарчук; М.В. Снігурський; П.В. Журко; А.І. Велентеско  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз останніх воєнних конфліктів (АТО) і локальних війн підтверджують те, що успіх ведення бойових дій визначаються активним застосуванням бомбардувальної авіації. Для роботи усіх систем та бортового обладнання, необхідно забезпечити вчасне та якісне обслуговування авіаційного обладнання.

Тому на особовий склад інженерно-авіаційної служби частини покладається дуже важливе завдання з якісного та вчасного обслуговування авіаційного обладнання. Саме від обслуговування АО літака залежить успіх виконання бойового завдання. Системи електропостачання повинні працювати постійно та безвідмовно для бездоганної роботи всіх систем літака. Кисневе обладнання повинне надійно забезпечувати льотний склад потрібною кількістю кисню. Бортові системи реєстрації польотних даних повинні працювати безвідмовно, для того щоб технічний склад зміг виявити та усунути всі несправності, які виникли під час польоту.

Для успішного застосування літака Су-24М під час виконання бойового завдання, з урахуванням досвіду АТО, особливе значення має своєчасне та якісне технічне обслуговування авіаційного обладнання літака.

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ДОПЛЕРІВСЬКОГО ВИМІРЮВАЧА ШВИДКОСТІ ТА КУТА ЗНОСУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*Є.В. Сероклин; І.С. Губич; А.М. Махлай*

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

За останні роки досягнуто багатьох зрушень у справі розвитку Повітряних Сил Збройних Сил України, які відбуваються в єдиному процесі реформування всього сектору безпеки країни, з чітким визначенням завдань, стратегічних цілей та конкретних шляхів їх досягнення, а також адекватним ресурсним забезпеченням.

Ці зміни мають єдину мету – сформувати сучасні Повітряні Сили, які відповідатиме необхідним європейським стандартам – за рівнем бойової підготовки, ефективності, оснащеності і захищеності.

Здатність авіації у вирішенні поставлених задач багато в чому визначаються точністю і надійністю рішення задач навігації, рівнем розвитку навігаційних засобів, зокрема ДВШЗ. ДВШЗ дає можливість виконувати польоти ЛА, а також управляти повітряним рухом. Даний вимірювач володіє вельми малими погрішностями вимірювання навігаційних параметрів і великою дальністю дії, дозволяє вирішувати різноманітні і складні навігаційні задачі. Сучасні ДВШЗ забезпечують визначення координат рухомих об'єктів, під якими розуміються повітряні і космічні ЛА, морські судна.

В даний час ДВШЗ, встановлені на ЛА, придбали нову якість у зв'язку з широким використанням БЦОМ, об'єднуючих навігаційні вимірювачі в єдині комплексні навігаційні системи.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМАНДНОЇ РАДІОЛІНІЇ УПРАВЛІННЯ Е502-20**

*С.М. Каратєєв; І.В. Мельниченко; О.Ю. Мурашковський; О.С. Кравченко*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В наш час Повітряні Сили ЗС України оснащені новітніми типами літальних апаратів. Їх льотно-тактичні показники, надають можливість здійснювати польоти в різних умовах бойового застосування і вирішувати найскладніші задачі. З високою ефективністю відіграють важливу роль авіаційні радіонавігаційні пристрої, радіолокаційні пристрої та пристрої радіозв'язку і системи, а отже і ступінь їх досконалості та рівень майстерності особового складу, при їх бойовому застосуванні і технічній експлуатації. Устаткування, встановлене на ЛА, набуває нової якості у зв'язку з широким використанням бортових обчислювальних машин.

Основними вимогами, що пред'являються до бойових дій авіації в сучасних умовах, особливо в зоні АТО є раптовість, ефективність і своєчасність. Все це викликає необхідність точного виконання польотів ЛА по заданому маршруту у всьому діапазоні висот з виходом до цілі в заданий час прийому правильних команд наведення на борг літака-винищувача, координатної підтримки, тактичної обстановки і взаємодії, які передаються з пунктів наведення.

В результаті дослідження було розглянуто роботу та конструкцію командної радіолінії управління (КРУ) літака-винищувача МіГ-29 Е502-20. КРУ найбільш широко застосовуються для дальнього наведення винищувачів, ракет класу "ПП", ракет "ППов" з комбінованими системами управління і дистанційно пілотованих ЛА (ДПЛА), а також для управління літаками-мішенями і аеростатами. При дальньому наведенні винищувача на ціль, необхідно мати інформацію про повітряного ворога (ціль), готовність і місце розташування винищувача противника. Ця інформація зосереджується на пункті управління, який може знаходитися на літаку повітряного дозору, або на землі.

Аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності переконливо свідчить, що ефективність застосування авіації, насамперед, визначається спроможністю виявлення літаків противника на великих дальностях, наведення на них свої літаків під таким ракурсом, при якому важко виявити атакуючий літак, і знищувати цілі. Для цього ми можемо використати сучасне наземне обладнання комплекс засобів автоматизації "Ореанда-Авіа" та бортове оновлене обладнання літака МіГ-29 Е502-20.

Враховуючи використання літальних апаратів ПС ЗСУ в зоні АТО, ми можемо впевнено сказати що застосування оновленої КРУ у взаємодії з КЗА "Ореанда-Авіа" дозволить збільшити ефективність застосування літальних апаратів, збільшити швидкість передачі даних між літаком та наземним пунктом управління та дасть інформацію про місцезнаходження літальних апаратів противника у реальному часі, для панування в повітрі.

Таким чином, розроблення теоретичних і практичних рекомендацій, щодо можливих варіантів удосконалення систем РЕО літаків ПС ЗС України, які впливають на своєчасне та безпечне виконання завдань, за рахунок застосування сучасних технічних(технологічних) рішень є актуальним науково-технічним завданням.

## **МЕТОД УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ БОРТОВИХ АВІАЦІЙНИХ РАДІОСТАНЦІЙ**

*А.О. Красноруцький, к.т.н.; Н.О. Хмарук; В.О. Рубанов; К.В. Луцан  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Етап на якому активно застосувалась авіація Повітряних Сил Збройних Сил України в антитерористичній операції висвітлює основні проблеми пов'язані з використанням бортових засобів радіозв'язку, особливості конструктивних недоліків побудови та обмеженість функціональних спроможностей всебічного забезпечення радіозв'язку. В сучасних умовах ведення бойових дій велика увага та роль відводиться підготовчим етапам контр-наступальних та спеціальних операцій з безпосереднім застосуванням авіації. Одними з головних складових яких є проведення заходів радіоелектронної боротьби (РЕБ), яка включає в себе виконання радіоелектронної розвідки (РЕЗ) та радіоелектронного подавлення (РЕП).

Своєчасність, швидкість, достовірність інформації та її захищеність набувають важливого значення у сучасних умовах ведення гібридної війни. Однак на озброєнні авіації ЗС України знаходяться в основному радіостанції

аналогового зв'язку, які вже давно застаріли і за своїми функціональними спроможностями, не відповідають сучасним умовам ведення бойових дій.

В результаті проведеного аналізу для підвищення заводо захищеності в існуючих штатних радіостанціях запропоновано використовувати метод псевдовипадкової перестройки робочої частоти, оскільки він є простим та ефективним у реалізації.

Впровадження даного методу дозволить:

- забезпечити зв'язок при роботі в ВЧ радіоканалі з великим рівнем радіозавад;
- створить умови для надійної і безпомилкової передачі мовних повідомлень за короткий період часу.

### **ВАРІАНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАШОЛОМНОЇ СИСТЕМИ ЦІЛЕВКАЗАННЯ ЛІТАКА МіГ-29**

*А.Е. Бекіров, к.т.н.; С.М. Мукусій; П.К. Дімітров; Р.А. Безклеийний  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Проведений аналіз сучасного стану та перспектив розвитку нашоломних систем цілевказання та індикації показав що на літаку МіГ-29 використовується система, що забезпечує відображення інформації тільки в процесі наведення озброєння літака на ціль. При цьому можливості НСЦ щодо виводу інформації інших етапах бойового застосування МіГ-29 відсутні, що суперечить вимогам до сучасних НСЦ.

Було проведено аналіз сучасних зразки НСЦ розробки британських компаній Vision Systems International і Helmet Integrated Systems Limited. Для таких НСЦ тактична інформація надається у вигляді запланованих проєкцій з використанням інтуїтивного сприйняття символів і кольорів. Символи є спрощеним зображень об'єктів, які вони представляють. Повний символ означає об'єкт інформацію про який поставляється з бортових датчиків, символ половинної висоти – об'єкт, який відомий із зовнішніх джерел. Для визначення цілей беруть участь різні кольори: призначити противника використовується червоний, свого-синій, нейтральних-фіолетовий і невизначених поставок жовтого. Власний літак позначається символом в білому кольорі. Символи розміщуються на тлі фізичної карти району, також мають можливість показувати будь-яку інформацію, потрібну для пілота і збільшення його побажання.

На основі аналізу сучасних зразків були систематизовані напрямки модернізації НСЦ літака МіГ-29, серед найважливіших є:

- збільшення об'єму інформації, що відображається нашоломною системою на різних етапах польоту та застосування літального апарату і його озброєння за рахунок встановлення джерела зображень з розширеними можливостями;
- використання в якості джерела зображень рідкокристалічного проєктора зі світлодіодним джерелом випромінювання, що дозволить суттєво зменшити масу шлему та підвищить безпеку пілота.

Замість звичайного дисплея на приладовій панелі синтезоване комп'ютером зображення буде подаватися прямо на візирі пілота, надаючи також підказки, що необхідні для польоту, навігації та ведення бою. Шолом повинен забезпечувати автоматичне перемикання між відео режимами.

## **СТВОРЕННЯ ЗАХИЩЕНОГО КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ БОРТОВИХ РАДІОСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ВОКОДЕРІВ**

*А.О. Андрющенко; А.В. Володін; В.С. Єрмаков*

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

Забезпечення захищеності обміну повідомленнями між екіпажами літальних апаратів, а також між екіпажем та наземними пунктом управління є актуальною задачею. В першу чергу це пов'язано з тим, що такі мовні повідомлення мають критичне значення. Розкриття навіть частини такої інформації в певних умовах може призвести до значних матеріальних та людських втрат.

Складність забезпечення захищеності аналогових бортових радіостанцій пов'язана з тим, що сучасні стійкі криптографічні алгоритми працюють з цифровими даними. Тому для реалізації криптографічного перетворення або скремблювання мовних повідомлень необхідно забезпечення аналогово-цифрового та цифро аналогового перетворення. Це пов'язано з конструктивною зміною аналогових радіостанцій.

Альтернативних напрямком забезпечення захищеності мовних повідомлень є використання вокодерів. Для таких пристроїв вхідним та вихідним сигналом є аналогове мовне повідомлення. Процес перетворення мовного повідомлення уявляє собою представлення сигналу в цифровій формі з подальшим криптографічним перетворенням або перемішуванням складових. На останньому етапі перетворене повідомлення представляється у аналоговому вигляді і передається на вхід бортової радіостанції.

Проведено аналіз існуючих методів забезпечення захищеності повідомлень на основі скремблювання частотних складових, які отримані на основі дискретного перетворення Хартли. На відміну від перетворення Фур'є, такий підхід забезпечує швидкодію та зменшення кількості операцій на перетворення.

На основі проведеного аналізу запропоновано напрямком реалізації скремблювання частотних складових на основі псевдовипадкового перемішування. Формування псевдовипадкової послідовності реалізується з врахуванням ключової інформації, яка уявляє собою початкові данні послідовності.

## **АНАЛІЗ БОЙОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ АМП ЛІТАКА СУ-25 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*М.В. Якимчук; І.О. Третьяк*

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

В процесі експлуатації і при веденні бойових дій на авіаційне обладнання (АО) впливають різноманітні фактори, що призводять до пошкодження (відмови) систем, блоків, незнімних пристроїв і елементів устаткування.

Найбільш поширеними є різні механічні, кліматичні, температурні, хімічні та інші вплив на обладнання, які спостерігаються при звичайній експлуатації

літального апарату (ЛА) або пошкодження його снарядами, кулями, ракетами, ударною хвилею в бойових умовах.

Авіаційна техніка (АТ) пошкоджується не тільки від безпосереднього впливу засобів ураження. Можливі вторинні ушкодження – ушкодження від уламків конструктивних елементів, що зруйнувалися в результаті впливу засобів ураження, перерозподілу навантажень між силовими вузлами, заклинювання рухомих з'єднань, роботи агрегатів без рідин і газів, замикання в бортовій електросистемі і т.д.

В цілому дія вражаючих факторів може проявлятися у вигляді: відмов обладнання; пошкоджень і руйнувань обладнання від дії куль, осколків, ударної хвилі; зміни фізичних властивостей матеріалу деталей і елементів від різних кліматичних впливів і температурного імпульсу, супроводжуючого вибух засобів ураження; часткового або повного порушення функціональних зв'язків і режимів роботи обладнання від різних зовнішніх і внутрішніх впливів.

Одним з найважливіших елементів системи живлення аерометричних приладів на літаку є приймач повітряних тисків. На літаку СУ-25 основний приймач повітряних тисків ППТ-18, а резервним приймачем є приймач ППТ-7. Досвід антитерористичної операції показує, що при веденні бойових дій польоти ЛА виконуються на гранично малих висотах, для забезпечення скритності пересування та виключення можливості знищення засобами ППО. Як відомо на малих висотах щільність комах та мушок значно велика (значно більша ніж на великих висотах) та є дуже велика вірогідність закупорення отвору приймача ППТ комахами і подальшого їх запікання в отворі. Перевірка систем на точність та герметичність показань системи живлення аерометричних приладів це досить трудомісткий процес який повинен виконуватися декількома фахівцями обслуговування з АО. Якщо буде така закупорка приймача ППТ в польоті то такий випадок негативно позначиться на показаннях аерометричних приладів .

Аерометричні прилади (АМП) і системи приймачів повітряних тисків (ППТ) є складовою частиною приладного обладнання усіх без винятків літаків та вертольотів, які знаходяться на озброєнні Повітряних Сил України. Точність аерометричних вимірювальних параметрів безпосередньо впливає на льотні характеристики літального апарату, тобто вони відносяться до характеристик, що визначають безпеку польоту.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕННОСТІ АВІАЦІЙНИХ УКХ РАДІОСТАНЦІЙ В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ АТО**

*Ю.Е. Навольський; Р.С. Маховик; В.О. Попик  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На сучасному етапі розвитку авіаційних технологій та в умовах проведення АТО виникла необхідність у створенні нових систем передачі інформації, що володіють високою завадостійкістю та мають більшу інформаційну ємність і забезпечують високу скритність. Відомо, що це може бути досягнуто при використанні широкосмугових систем зв'язку.

В останні п'ятнадцять років широкого розвитку набули широкосмугові системи зв'язку. Дані системи побудовані на основі принципу синхронізації генераторів динамічного хаосу. Динамічним хаосом називають складні періодичні коливання, породжувані нелінійними системами. Дані коливання мають властивості, що притаманні звичайним випадковим процесам, таким як суцільний спектр потужності, експоненційно кореляційну функцію, передбачуваність на великих інтервалах часу. Але в той же час, зовнішній вид цих коливань повністю визначається параметрами динамічної системи, її початковими умовами. Спочатку такі коливання були отримані як рішення динамічних систем, що описують системи, далекі від радіотехнічних систем, наприклад у системі Лоренца, що має динаміку атмосферних явищ або в системі Реслера, що має динаміку хімічних реакцій. Ці коливання, на відміну від випадкових процесів, мають такі динамічні властивості, як висока чутливість до початкових умов і експоненційну розбіжність близьких фазових траєкторій.

Використання динамічного хаосу в системах передачі інформації перспективне за наступними принципами: по-перше такі коливання можна отримувати за допомогою досить простих динамічних схем, таких як генератор Піковського-Рабиновича або генератор Чуа. По-друге для систем зв'язку можна створювати велике число різних закритих каналів зв'язку, що сприяє збільшенню скритності системи. Третя перевага, полягає в різноманітності методів введення повідомлення в хаотичний сигнал. Також варто віднести до переваг можливості самосинхронізації приймача й передавача та потенційно більшу інформаційну ємність хаотичних систем зв'язку. Саме ці переваги є причиною використання систем зв'язку на основі динамічного хаосу замість традиційних систем з регулярними носіями інформації.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛІТАКА МИГ-29 В ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД**

*В.Ю. Литвинюк; О.Л. Мельничук*

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

Об'єктом дослідження є технічне обслуговування системи електропостачання літака МИГ-29.

Серед причин, які ускладнювали виконання завдань авіацією при проведенні АТО відмічається моральне та фізичне старіння елементів авіаційної техніки, вичерпання встановлених строків служби.

Метою роботи є сформулювати шляхи вдосконалення процесів технічної експлуатації системи електропостачання літака МИГ-29.

Один із радикальних шляхів підвищення надійності, розширення функціональних можливостей є поліпшення загальних характеристик електричних машин – відмова від використання щітчастих електричних контактів та перехід до безконтактних електричних машин.



Результатом роботи є отримання досвіду, щодо обслуговування системи електропостачання та відновлення АТ в особливий період і покращення експлуатації на оперативних аеродромах, які можуть бути використані при підготовці відповідних розпоряджень та указівок Головного інженера авіації Повітряних Сил, для покращення якості виконання робіт з технічного обслуговування системи електропостачання.

### **ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНОГО РАДІОКОМПАСА АРК-15М ТА ВАРІАНТИ УДОСКОНАЛЕННЯ**

*К.І. Хорошилова; С.В. Алексєєнко; Д.С. Приходько*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід проведення антитерористичної операції у східних регіонах України показує, що при застосуванні сучасних радіоелектронної боротьби використання автоматичного радіокомпаса (АРК-15М) набуває важливого значення. При дослідженні роботи АРК-15М в умовах дії на нього динамічної та флуктаційної похибок розглянута залежність якості роботи АРК від коефіцієнту передачі вузько смугового підсилювача, що є вхідним каскадом керуючого пристрою. Під якістю роботи АРК розуміється залежність швидкості відпрацювання показчика АРК від величини коефіцієнта передачі низькочастотного вузько смугового підсилювача. При проведенні досліді ми змінювали коефіцієнту передачі на наступні значення: 0.5, 1, 2, 5 та отримали залежності швидкості відпрацювання стрілки від зазначених коефіцієнтів.

З досвіду АТО та з аналізу результатів дослідження можна зробити висновок що найкращий коефіцієнт передачі вузько смугового підсилювача є 2 при інших коефіцієнтах які будуть менше 2 такі як 1, 0.5, час відпрацювання стрілки буде зростати. Коефіцієнти які перевищують 2 до зменшення часу відпрацювання не призводять, але виникає від'ємна флуктуація помилки. Наявність від'ємного значення помилки відхилення стрілки є наслідком більшого коефіцієнта зворотного зв'язку.

### **НАПРЯМОК УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РАДІОКОМПАСУ АРК-15М ЛІТАКА СУ-24М (МР) ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУРСОВОГО КУТА РАДІОСТАНЦІЇ**

*С.М. Каратєєв; А.В. Маленчук; В.А. Данільченко; В.Ю. Черкасов*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

З досвіду застосування бомбардувальної та розвідувальної авіації в зоні АТО було визначено, що використання радіотехнічної системи ближньої навігації небажано, оскільки вона демаскує повітряне судно. Замість РСБН спочатку використовували навігаційну систему GPS, але в подальшому її використанні з'явилися завади, тому екіпаж ПС використовував автоматичний радіокомпас АРК-15М.

Актуальність даної доповіді полягає в необхідності проведення аналізу побудови автоматичного радіокомпасу АРК-15М, та визначення напрямків

його удосконалення для зменшення дії похибок на визначення курсового кута радіостанції (ККР).

Одним з напрямків удосконалення автоматичного радіокомпасу АРК-15М з урахуванням досвіду АТО, який дасть можливість зменшити похибки виміру курсового кута радіостанції, замінивши існуючу схему автоматичного радіокомпасу з внутрішньою амплітудною модуляцією (АМ) на розімкнену схему з використанням сучасної елементної бази. АРК, які побудовані за розімкненою схемою визначення ККР, не мають механічних рухомих деталей і вільні від цього недоліку.

Основним принципом роботи АРК такої схеми, є формування низькочастотного інформаційного сигналу, фазовий зсув якого щодо опорного сигналу пропорційний ККР.

### **ЗАХИСТ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВІД АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД**

*Є.О. Гузій; О.М. Ветров; С.Ю. Афонін; М.Ю. Петрухов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В сучасних умовах ведення бойових дій застосовуються приймачі з лінійно-логарифмічною АХ, у яких логарифмічна залежність вихідної напруги від вхідної створюється тільки з перевищенням вхідною напругою деякого порогового рівня. При цьому важливою характеристикою є захист від активних перешкод. Тому застосовується швидкодіюче автоматичне регулювання підсилювання (ШАРП). Схема ШАРП дозволяє зберегти незмінним коефіцієнт підсилення для короточасних корисних сигналів і значно зменшити підсилення тривалих перешкод великої амплітуди.

Для підвищення перешкодостійкості РНС застосовується селекція за параметрами. Для придушення вузько смугових перешкод використовуються перебудовані в смузі пропускання приймача РНС режекторні фільтри. Якщо крім рівності амплітуд для напружень в основному і додаткових каналах автокомпенсатору забезпечити і рівність фаз, то перешкоду можна компенсувати не тільки після детектора, а й на високий або проміжній частоті.

При оцінці впливу активних перешкод на вирішення екіпажем ПС навігаційних завдань необхідно визначити імовірнісні характеристики рівнів перешкод відносно корисного сигналу для передбачуваного району використання радіонавігаційної системи. Ймовірність вирішення навігаційних завдань визначаються тактико-технічними даними РНС з урахуванням застосування технічних засобів захисту від перешкод. При оцінці навігаційної ефективності РНС слід враховувати і перешкодозахищеність РНС, яка залежить від скритності її застосування. Скритність застосування РНС залежить від способу отримання навігаційної інформації.

## **АНАЛІЗ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РАДІОКОМПАСА АРК-15М ЛІТАКА СУ-24М З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО**

*С.В. Наумович; Д.С. Нестеров; М.В. Коса; Б.В. Гуменчук  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У теперішній час, коли наша країна знаходиться в умовах протидії(АТО), головне питання постає у підвищенні рівня боєготовності та злагодженості підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України. Безумовно дуже важливим фактором є модернізація військової техніки.

Тому стає актуальним розробка нових методів, щодо можливості за невеликі кошти модернізувати РЕО для їх більшої спроможності, відносно виконання покладених завдань. В результаті дослідження було розглянуто роботу та конструкцію автоматичного радіокомпаса АРК-15М на літаку СУ-24М і встановлено, що технічний ресурс даного виробу вичерпаний, необхідно частіше та ретельніше перевіряти його працездатність.

Для цього потрібний сучасний вбудований контроль, який дозволить швидко оцінити працездатність пристрою. Тому пропонується розробити систему вбудованого контролю АРК-15М на сучасній програмній апаратній платформі Arduino. Для впровадження даного вбудованого контролю потрібний сучасний запрограмований мікроконтролер Arduino. Він буде імітувати сигнал точно на частоті настройки АРК. Це – програмно-керована інтегральна мікросхема, що застосовується для побудови контролерів. Мікроконтролер, окрім ядра, має оперативні та постійні запам'ятовувальні пристрої, таймери, лічильники, канали введення та виведення інформації, інші пристрої. Це самостійна комп'ютерна система, що вміщує процесор, допоміжні схеми та пристрої введення-виведення даних, які розміщені у спільному корпусі.

Таким чином, розроблення теоретичних та практичних рекомендацій, щодо можливих варіантів удосконалення систем РЕО літаків ПС ЗС України, які впливають на своєчасне та безпечне виконання завдань, за рахунок застосування сучасних технічних (технологічних) рішень є актуальним науково-технічним завданням.

## **ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФАЗОВАНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК ТА ВИКОРИСТАННЯ ПСЕВДОВИПАДКОВОЇ ЗМІННОЇ НЕСУЧОЇ ЧАСТОТИ**

*М.М. Дігтярь; С.О. Матяшовський; І.В. Вербицький; Д.О. Трофимов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Виходячи з досвіду АТО РЛПК-29 винишувача МіГ-29 за своїми функціональними завданнями не призначений для роботи по наземних цілях, а також повітряних цілей радіальна швидкість яких менше 200 км/год при атаці в передню півсферу. Погано виявляються повітряні цілі даним РЛПК, ефективна поверхня відбиття яких менше  $3\text{м}^2$ . Потужність передавача при заданій чутливості приймача та діаграмі спрямованості антени РЛПК-29 не

забезпечувала задовільну дальність виявлення повітряних цілей (БПЛА) також, при якій було б задовільне виконання завдання по знищенню даних повітряних цілей.

Для забезпечення вимог які були сформульовані на сьогоднішній день існую декілька напрямків удосконалення:

- бортові РЛС використовують технологію фазованих антенних решіток;
- бортові РЛС для підвищення завадозахищеності і стійкості радіолокатора до активних завад використовують псевдовипадкові зміни несучої частоти.

Сучасні бортові РЛС використовують технологію фазованих антенних решіток. Такі фазовані антенні решітки дозволяють сформувати декілька вузьких променів діаграми спрямованості, що забезпечує більш точне виявлення координат цілі. Такий підхід забезпечує виявлення цілей з низькою електромагнітною площею розсіювання. Перевагою використання фазованих антенних решіток є низька енергоспоживаємість, компактні розміри при відсутності необхідності в електромеханічному зміщенні антени.

Для підвищення завадозахищеності і стійкості радіолокатора до активних завад сучасні бортові РЛС.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖОЦЕНТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПО ДАНИМ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АНТИТЕРОРИСТИЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ**

*Б.М. Іващук, к.т.н., доц.; І.М. Зелінський; О.О. Борщевський  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У доповіді приведено аналіз застосування засобів ураження по даним повітряної розвідки (ПР) за допомогою використання мережоцентричної моделі.

Для успішного досягнення намічених цілей підрозділам та частинам ЗСУ, під час проведення антитерористичної операції (АТО) необхідна інформація про противника. Завдання по добування розвідувальної інформації виконує ПР. Якість інформації про об'єкти ворога залежить від обладнання спостереження, що встановлено на пілотованих та безпілотних літальних апаратах (БПЛА).

За допомогою заміни аналогового розвідувального обладнання на цифрове дозволить зменшити час за рахунок відсутності довготривалого процесу хіміко-фотографічної обробки. Також перехід на цифрові системи надасть можливість застосовувати нові моделі ведення ПР такі як мережоцентрична модель виконання завдань.

Використання мережоцентричної моделі у військовому сенсі — це застосування військ та зброї. Застосування цієї концепції у ході ведення АТО значною мірою впливає на оперативність прийняття рішення. Концепція передбачає перетворення переваг окремих інфокомунікаційних технологій в конкурентну перевагу за рахунок об'єднання в стійку мережу інформаційно досить добре забезпечених та географічно розосереджених сил.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МНОГОЗАХОДНЯ СПІРАЛЬНІ АНТЕН В АВІАЦІЙНІЙ ТЕХНІЦІ**

*В.І. Бледнов, к.т.н., доц.; М.М. Дігтярь; С.В. Наумович  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В даний час широке застосування знаходять багатозахідні спіральні антени. Це обумовлено можливістю доволі простим процесом їх поляризаційними характеристиками і забезпечити широкий діапазон. Простим прикладом може служити конічна спіральна антена з двома входами. При збудженні такої антени з першого входу з боку вершини (режим зворотнього випромінювання) випромінюватиметься поле кругової поляризації одного напрямку обертання, а при порушенні з боку підстави, тобто з другого входу (режим прямого випромінювання) – поле кругової поляризації в оберненому напрямку обертання.

При порушенні з двох входів буде формуватися поле лінійної поляризації. Особливий інтерес представляють плоскі багатозахідні спеціальні антени, які можуть розміщуватися врівень з обшивкою літального апарату. Поворот будь-яких спіралей навколо осі симетрії на певний кут рівносильний здвигу фаз поля випромінювання на такий кут.

Така властивість дозволяє здійснити дискретне фазування за рахунок застосування перемикачів діодів шляхом комутації різних входів. Основними вимогами до таких діодів є мінімальний опір при прямому змищенні і максимально можливий опір при зворотному змищенні.

В антенних решітках при дискретному фазуванні можна забезпечити сканування діаграмою спрямованістю, забезпечити багатопроменевий режим, змінювати поляризаційні характеристики при передачі і прийми. Крім того, при певному поєднанні симетрично розташованих спіральних елементів є можливість перевипромінювати поле ортогональної поляризації в напрямленні працює радіолокаційної станції, тобто формувати крос-поляризаційні перешкоди.

В роботі приводяться приклади конструктивних рішень та рекомендації щодо застосування багатозахідних спіральних антен в авіаційній техніці.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БУКСИРУЄМИХ ПАСТОК В БОРТОВОМИХ КОМПЛЕКСАХ ОБОРОНИ**

*С.М. Каратєєв; М.М. Колосов; І.С. Сузіма  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Успішність ведення бойових дій бомбардувальною авіацією Повітряних Сил Збройних Сил України напряму залежить від її можливості протидіяти засобам протиповітряної оборони (ППО) противника: сучасним радіолокаційним станціям (РЛС) когерентного типу повітряного, морського та наземного базування, ракетами класу "повітря-повітря", "поверхня-повітря" з радіолокаційними (РГС) та тепловими (ТГС) головками самонаведення. Виявлення засобів ППО противника складають основу інформаційного забезпечення бортового комплексу оборони (БКО) повітряного судна.

Враховуючи факти поширеного застосування противником ракет класу "поверхня-повітря", "повітря-повітря", з РГС когерентного типу, розробники БКО велику увагу приділяють їх ефективності таким засобам нападу. БКО в інформаційному обміні взаємодіє з бортовими засобами озброєння та радіоелектронної боротьби (РЕБ), які формують активні радіозавади. Але дія активних радіозавад дуже мало впливають на виконання своїх поставлених задач РЛС когерентного типу та ракетами з РГС противника.

Тому, дія активних радіозавад, які формують постановники РЕБ, буде помітно знижена, так як в даних РЛС і РГС дані завади з високою вірогідністю виділяються від корисних сигналів в кореляційному приймачі в результаті фазової селекції, при кореляційно-фільтровій обробці вхідних коливань.

Таким чином в результаті дослідження бортового комплексу оборони (БКО) було встановлено, що застосування активної буксируємої пастки з антенною решіткою перевідбивачем Ван-Атта надасть літаку більшу захисну спроможність від ураження засобами ППО противника при виконанні бойових завдань зоні АТО

### **АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ СТОРОННІХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА РОБОТУ РАДІОСТАНЦІЇ Р-863**

*А.О. Красноруцький, к.т.н.; С.М. Залога; І.В. Зубов; К.С. Штанько  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Перспективним напрямком модернізації радіостанції Р-863 відносно зменшення впливу сторонніх радіотехнічних засобів є використання додаткових методів кодування інформації.

При використанні завадостійких кодів надмірність пов'язана з ускладненням структури кодованих повідомлень, яке в кінцевому рахунку еквівалентно розширенню спектра сигналу або збільшенню часу передачі повідомлення.

При використанні складних сигналів, призначених для прийому "в цілому", база збільшується також за рахунок розширення спектра. Крім того, підвищення перешкодозахищеності завжди пов'язане з деяким ускладненням систем передачі інформації, тобто збільшенням апаратурною надмірності.

Використання інформаційної та апаратурною надмірності шляхом застосування кодів, що виявляють і виправляють помилки, а також при використанні прийому "в цілому" сигналів з великою базою – не єдиний і, можливо, не найкращий спосіб забезпечення завадостійкості.

Справа в тому, що названі методи завадозахищеності системи передачі інформації виявляються не гнучкими. Вони проектується для фіксованих, заздалегідь визначених умов роботи (швидше за все, найважчих, найгірших).

Але на практиці, обстановка перешкоди в середовищі, де працюють системи, може змінюватися. Відповідно можуть змінюватися і вимоги до перешкод: при меншій інтенсивності перешкод можна обійтися меншою надмірністю і забезпечити більш високу швидкість передачі інформації. Але для такої адаптації швидкості передачі інформації до постійно змінюваних умов перешкод необхідно мати зворотний канал передачі даних від приймача до передавача. Системи, що використовують такий канал, називаються

системами передачі інформації зі зворотним зв'язком. Зазвичай використовуються три основних способи здійснення зворотного зв'язку з переданої інформації.

Одним із способів підвищення ефективності передачі інформації за допомогою модульованих сигналів через канал з сильними лінійними спотвореннями (завмираннями) є розширення спектра, що приводить до збільшення бази сигналу.

В існуючих на сьогоднішній день системах для цієї мети використовуються три методи:

- псевдовипадкова перебудова робочої частоти (ППРЧ). Суть методу полягає в періодичному стрибкоподібному зміні несучої частоти за певним алгоритмом, відомому приймача і передавача. Перевага методу – простота реалізації, недолік - затримка в потоці даних при кожному стрибку.

- розширення спектра методом прямої послідовності (ПРС). Метод по ефективності перевершує ППРЧ, але складніше в реалізації. Суть методу полягає в підвищенні тактової частоти модуляції, при цьому кожному символу переданого повідомлення ставиться у відповідність деяка досить довга псевдовипадкова послідовність (ПСП).

- розширення спектра методом лінійної частотної модуляції (ЛЧМ). Суть методу полягає в перебудові несучої частоти за лінійним законом. Метод використовується в радіолокації і в деяких радіомодемів.

Проаналізувавши ці методи можна зробити певні висновки, що при передачі кодового цифрового сигналу можливість його перехоплення не зменшується. Для того, щоб сигнал, який передається, можна було передати без впливу на нього зовнішніх завад, потрібно збільшити спектр сигналу.

Напрямок модернізації в плані реалізації процедури розширення спектра корисного сигналу з збереженням номінальних значень потужності, при проведенні аналізу виявився неефективним, так як розширення спектру призводить до зменшення потужності, що в свою чергу спричиняє зменшення дальності радіозв'язку та зниження завадостійкості каналу зв'язку. Найбільш краший прийомопередавач є прийомопередавач в якому 40 % від потужності, так якщо необхідно задіяти прийомопередавач з потужністю 100Вт, то постає необхідність подати енергію на його вхід в 3-ри рази більше. Напрямки розв'язання цієї проблеми виявилися безперспективними, так як збільшення потужності радіостанції призведе в свою чергу до збільшення її собівартості, зменшення величини вибіркості яке призведе до втрати сигналу, та створить певні складнощі в плані питання реалізації збільшених масо-габаритних конструктивних характеристик прийомопередавача, що в принципово суперечить тенденціям розвитку авіаційних бортових засобів радіозв'язку, та створить певні труднощі при розміщенні радіостанцій на борту ЛА. Саме ці недоліки виявлені в процесі аналізу даного напрямку модернізації бортової радіозв'язкової апаратури унеможливило даний напрямок реалізації цього підходу.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ ПОДАВЛЕННЯ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*С.І. Смик<sup>1</sup>, к.т.н.; І.О. Кашаєв<sup>1</sup>, к.т.н. доц.; Є.І. Кашаєв<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Харківський національний педагогічний університет ім. Г. Сковороди*

Як показує аналіз, основними рисами трансформації змісту збройної боротьби в повітряному просторі у XXI ст. є вдосконалення навігаційних систем (НС), авіаційних керованих засобів ураження бойових авіаційних комплексів, літальних апаратів (ЛА) за рахунок використання ефективних методів наведення, впровадження бортових інтелектуальних систем управління польотом і озброєнням, комплексування навігаційних систем.

Перспективним підходом, пов'язаним з вирішенням завдання вдосконалення НС, є використання додаткової навігаційної інформації ЛА, яка одержувана від кореляційно-екстремальних НС (КЕНС) на основі вимірювання параметрів різних геофізичних навігаційних полів.

Визначені шляхи підвищення ефективності навігації та наведення ЛА, що полягають у комплексному застосуванні систем навігації на базі інерціальної НС та КЕНС із застосуванням геофізичних полів Землі, які дозволяють з заданим рівнем точності в умовах відсутності або подавлення супутникових навігаційних сигналів здійснювати визначення місцезнаходження та наведення літальних апаратів ЗС України. Розглянутий темничний обрис комплексної системи навігації ЛА із застосуванням навігаційних систем по геофізичних полях.

## **ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОСТАНЦІ Р-862 В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ АТО**

*С.В. Наумович; М.С. Велекоцький; А.С. Нечитайло; Б.Б. Александров  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба*

Досвід проведення антитерористичної операції на сході України показує, що при сучасних засобах ведення бойових дій завадозахищеність радіостанції набуває суттєвого значення. Сучасні засоби РЕБ противника володіють повним спектром завад для порушення нормальних режимів роботи бортової радіостанції. Відсутність радіозв'язку з літальним апаратом ставить під сумнів виконання бойового завдання екіпажем, при цьому може привести до небажаних ситуацій та надзвичайних подій.

В результаті проведеного аналізу ми вирішили застосувати прямохаотичну систему зв'язку в якій джерело хаосу генерує хаотичні коливання безпосередньо в заданій смузі радіо або НВЧ діапазону; вводить інформаційний сигнал в хаотичний, який здійснюється шляхом формування відповідного потоку хаотичних радіоімпульсів; відновлення інформації з НВЧ сигналу здійснюється без проміжного перетворення частоти. Завадозахищеність зв'язку підвищується при використанні мінімально необхідній потужності передавача і направлених антен, при скороченні часу



передачі і підвищені інтервалів часу між сеансами зв'язку, при виконанні певних заходів по радіомаскуванню і дотриманні правил радіообміну, при застосуванні спеціальної апаратури і документів зв'язку.

Одним з напрямків вирішення проблеми завадозахищеності та завадостійкості бортових систем зв'язку, що до впливу РЕБ є впровадження апаратури кодування (шифрування) радіозв'язку (по прикладу апаратури кодування Т-820 яка реалізована на літаку СУ-27).

## **АВТОМАТИЗОВАНА КОРЕКЦІЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ЗА ІНФОРМАЦІЮ ПРО РЕЛЬЄФ МІСЦЕВОСТІ**

*С.Ю. Маренич, к.т.н., доц.; М.М. Петренко*

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

На основі оглядово-порівнюючого методу навігації розроблено багато різноманітних способів визначення координат польоту. Одним з способів, який знайшов застосування в системах керування крилатих ракет, є використання систем, будова яких основана на теорії кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕНС) по рельєфу місцевості.

На пілотованих літальних апаратах такі системи не знайшли свого застосування з огляду на ряд наступних причин.

Недостатня надійність визначення координат за допомогою автоматичних КЕНС пов'язана з необхідністю виходу до району корекції з задалегідь визначеною точністю, яка залежить від профілю рельєфу та точністю його виміру на борту.

Також на надійність визначення координат за допомогою КЕНС значно впливають як постійні похибки, так і випадкові "викиди" вимірювачів висоти польоту типу втрати сигналу, вихід за діапазон вимірювання та інші.

Бажання підвищити надійність алгоритмічного забезпечення призводить до його ускладнення. До того ж, урахувати всі можливі ситуації помилкових вимірювань не завжди вдається.

Вказані причини актуальні для пілотованих літальних апаратів військового призначення.

Для усунення впливу цих та інших причин пропонується в якості кореляційного елемента використовувати оператора, який шляхом порівняння задалегідь заданого та фактичного профілю місцевості, що визначений за допомогою радіовисотоміру чи іншими пристроями, визначити як похибки координат літального апарату, так і похибки виміру шляхової швидкості. При цьому оператор спроможній визначати похибки координат і швидкості при наявності широкого спектру непередбачених перешкод та оцінювати їх вірогідність.

Використання в якості вимірювача висоти лазерного висотоміру дозволяє здійснювати корекцію координат без електромагнітного випромінювання радіодіапазону, що значно підвищує скритність польоту від засобів РЕБ та є актуальним в умовах проведення АТО.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ БРИГАДИ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ**

*М.М. Стороженко*

*Управління регулювання діяльності державної авіації України*

Проаналізовано нові протиріччя у сфері управління військами під час проведення АТО: розрив між надзвичайно підвищеними бойовими можливостями військ і засобами та способами управління ними; збільшення обсягу і деталізації даних у ході бойових дій, при цьому брак інформації згубний, як і її надлишок; необхідність глибокого обґрунтування рішень в умовах гострого дефіциту часу. Аналіз причин помилкових рішень фахівців інженерно-авіаційної служби ІАС, у тому числі, при організації експлуатації і ремонту АТ свідчить, що до 70% помилкових рішень є наслідком відсутності необхідної інформації про стан об'єкту управління і методик вироблення кількісно обґрунтованих рішень.

Запропоновано та розроблено варіант структури автоматизованої системи управління АСУ ІАС бригади тактичної авіації брТА. Визначено місце АСУ ІАС брТА в ієрархічній системі управління інженерно-авіаційного забезпечення ІАЗ та ступінь її інтеграції в АСУ вищого рівня, завдання, що вона має забезпечувати, структуру автоматизованого робочого місця АРМ, зміст інформаційної та алгоритмічної підтримки.

Дослідження варіанту запропонованої структури АСУ ІАС брТА свідчить про можливість автоматизації вирішення широкого спектру задач щодо інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій. Що в свою чергу приведе до підвищення ефективності ІАЗ бойових дій і, як наслідок, ефективності застосування авіації ПС.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ШТАТНОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ**

*Т.А. Стороженко*

*Управління регулювання діяльності державної авіації України*

Запропоновано варіант удосконалення організаційно-штатної структури (ОШС) Управління регулювання діяльності державної авіації України (УРДДАУ) для покращення виконання функцій уповноваженого структурного підрозділу Міністерства оборони з питань регулювання діяльності державної авіації України.

Розроблена ОШС структурного підрозділу на основі досвіду національних органів військової авіації передових країн світу (national Military Airworthiness Authority – NMAA), стандартів та рекомендованої практики ІКАО, застосовуючи законодавство Європейського Союзу, має сприяти розвитку можливостей державної авіації України із гармонізації нормативно-правової бази, військових авіаційних вимог з європейськими правилами в галузі

державної авіації. Аналізуються ОШС NMAA та їх переваги щодо існуючої ОШС УРДДАУ.

Досліджено, що удосконалення ОШС УРДДАУ сприятиме впровадженню та реалізації вимог авіаційних правил з питань, льотної експлуатації та аеронавігації, забезпечення та підтримання льотної придатності державних повітряних суден та дозволить підвищити рівень безпеки польотів існуючого парку авіаційної техніки державної авіації України, а також забезпечить готовність до партнерських програм з державами-членами Європейського Союзу (для прикладу з питань переозброєння). Подальші дослідження можуть бути направлені на оцінку ефективності запропонованої ОШС в залежності від покладених на УРДДАУ завдань.

### **КОММУТАТОР БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА КАК ЗВЕНО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЗАПУСКА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ВЕРТОЛЕТА**

*А.И. Денисов, д.т.н. проф.; А.Л. Бурсала, к.т.н., с.н.с.; Е.А. Бурсала  
Государственный научно-испытательный центр ВС Украины*

Коммутатор бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ) представляет собой трехфазный мостовой автономный инвертор напряжения, система управления которого реализует широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) по синусоидальному закону. В системе запуска газотурбинного двигателя (ГТД) вертолета коммутатор выполняет энергетическую (преобразование электромагнитной энергии) и информационную (управление процессом запуска) функции. Для коммутатора как информационного звена системы характерна дискретная нелинейность и влияние пульсаций модулирующего напряжения – в аналоговой системе управления. Традиционно коммутатор представляют непрерывным безынерционным звеном с постоянным коэффициентом усиления, отражающим зависимость действующего значения основной гармоники выходного напряжения от модулирующего напряжения. Так как эта зависимость не линейна, то анализ системы запуска и синтез её регулятора возможен при условии бесконечно малых возмущающих воздействий, то есть "в малом", без учета дискретности и нелинейности.

В отличие от традиционного подхода, для получения передаточной функции коммутатора предлагается использовать полную систему дискретных ортогональных функций Уолша. С учетом матрицы Уолша, содержащей 16 функций, выполнен анализ спектра выходного напряжения коммутатора для возможных состояний управляющей координаты. Результаты представлены в виде матрицы возможных состояний, строки которой отражают зависимости амплитуд функций Уолша от глубины синусоидальной ШИМ. Во всем диапазоне регулирования, как показал анализ спектра, амплитуда функции  $\text{Sal}1, \bar{t}$  изменяется по линейному закону с постоянным коэффициентом усиления, равным 0,51. На концах диапазона регулирования присутствует нелинейность типа "насыщение". Функции  $\text{Sal}3, \bar{t}$ ;  $\text{Sal}5, \bar{t}$ ;  $\text{Sal}7, \bar{t}$  в процессе ШИМ сохраняют постоянные амплитуды, а остальные функции в спектре

отсутствуют. Матрица возможных состояний коммутатора с синусоидальной ШИМ вырождается в строку, отражающую линейную зависимость амплитуд функции  $S_{a1}$ ,  $\xi$  в широком диапазоне регулирования. Вследствие этого передаточная функция коммутатора с синусоидальной ШИМ является преобразованной по Лапласу функцией  $S_{a1}$ ,  $\xi$  с постоянным коэффициентом усиления, равным 0,51. Влияние пульсаций модулирующего напряжения можно учесть через фактор пульсаций, методика расчета которого известна. Полученная передаточная функция отражает основные особенности коммутатора как динамического звена системы регулирования "в большом", что позволяет более точно, чем существующим методом, выполнить анализ системы запуска ГТД и синтез её регулятора.

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

*М.В. Зірка*

*Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України*

Підвищення рівня вимог до сучасних зразків військової авіаційної техніки (АТ) та ускладнення самого зразка, призводить до підвищення ризиків при реалізації таких проєктів.

При цьому, для управління ризиками при виконанні проєктів використовується системи підтримки прийняття рішень (СППР). СППР знайшли своє практичне застосування у ряді сучасних програмних продуктах ПП.

Для розробки відповідного ПП визначається набір показників, які характеризують проєкт з точки зору його виконання.

При цьому, відповідно до розробленого алгоритму на початковому етапі визначаються індикатори, що застосовуються у якості локальних показників, наприклад якість виконання проєкту, час виконання проєкту, вартість робіт по виконанню проєкту тощо. За вагою індикаторів та функцією належності будується їх ієрархічна послідовність. Подальша оцінка показників за локальними критеріями та їх подальша згортка дозволяє здійснити загальну оцінку ризику як глобального індикатора за глобальним критерієм: "Мінімальний ризик"; "Помірний ризик"; "Значний ризик"; "Високий ризик"; "Екстремальний ризик".

### **НОРМАТИВНА БАЗА ВИПРОБУВАНЬ АВІАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*С.В. Рудніченко; О.Є.Кузмич*

*Державний науково-випробувальний центр ЗС України*

Наявні керівні документи, що регламентують прийняття новітніх зразків техніки на озброєння Повітряних Сил України та Державної авіації у цілому, базуються на вимогах ГОСТу радянських часів та не відповідають сучасності. Методики оцінювання та програми випробувань авіаційних тренажерів

військового призначення складаються у відповідності до вимог "Руководства по испытаниям авиационной техники (РИАТ)" 1981 року.

В застарілому, але діючому РІАТ, не відображені сучасні методи оцінок та еталони, метрологічні засоби і засоби реєстрації отриманої інформації. Вимоги, що пред'являються в даному керівництві, не враховують сучасні можливості приладів-імітаторів обладнання кабіни літака та програмно-апаратних засобів, які імітують роботу штатних систем з достатнім ступінем достовірності, та і багато іншого.

## **МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗА СТАНОМ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ АВІАЦІЙНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ НА ЕТАПІ ЇХ ПРОЕКТУВАННЯ**

*Я.М. Проценко<sup>1</sup>; Т.В. Бондаренко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Військового інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка*

*<sup>2</sup>Військового інститут телекомунікацій і інформатизації*

Технічне обслуговування (ТО) складних об'єктів авіаційної радіоелектронної техніки призначене для забезпечення необхідного рівня їх безвідмовності в процесі експлуатації, його проведення завжди вимагає певних витрат, тому виникає задача мінімізації цих витрат.

Як критерій оптимізації використовується умова мінімуму питомої вартості експлуатації у т.ч. ТО і ремонту об'єкта протягом заданого терміну його експлуатації. Обмеженням в цій задачі є вимога до величини середнього напрацювання на відмову. Методика вирішення задачі, заснована на застосуванні імітаційної статистичної моделі (ICM), яка реалізована в програмі ISMPN. За допомогою ICM визначаються оцінки цільових функцій середнього напрацювання на відмову і питомої вартості експлуатації об'єкта на заданому інтервалі часу з урахуванням проведення ТО за станом. Завдання в цілому вирішується в режимі інтерактивного діалогу користувача з персональним комп'ютером. Зміст методики полягає в послідовному (покроковому) формуванні множини елементів, що обслуговуються шляхом включення в неї на кожному кроці одного елемента, взятого з базової множини всіх елементів, що потенційно обслуговуються. Ця методика призначена для застосування в процесі розробки об'єкта радіоелектронної техніки. На ранніх стадіях розробки методика дозволяє попередньо оцінити можливості підвищення рівня безвідмовності об'єкта за рахунок проведення ТО. На більш пізніх стадіях розробки попередні оцінки необхідних параметрів можна уточнити і, можливо, скоригувати конструкторські рішення.

## **МЕТОДИКИ НАДІЙНІСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСУ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТАКТИЧНОГО БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА**

*Ю.М. Пацук*

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

Надійність складних технічних систем, до яких належать компоненти бортового комплексу навігації та управління (БКНУ) тактичного безпілотного літального апарата, закладається на початкових етапах їх проектування. Заданий рівень безвідмовності БКНУ досягається за рахунок введення надлишковості, вибору надійної елементної бази та формування доцільних стратегій і режимів технічного обслуговування. При цьому в умовах жорстких обмежень на матеріальні, часові та інші види ресурсів слід послідовно розв'язати дві основні задачі надійнісного проектування: надійнісний синтез даних систем та вибір оптимального варіанта їх відмовостійких конфігурацій з мінімізацією техніко-економічних затрат.

Одним із основних недоліків відомих методик надійнісного проектування БКНУ є використання недостовірних результатів оцінювання надійності, отриманих за допомогою моделей із низьким ступенем адекватності. Також існує нагальна потреба у підвищенні рівня автоматизації при виконанні розрахункових проектних процедур.

Для вирішення даних проблем розроблено удосконалені методики надійнісного синтезу та оптимізації БКНУ, основою яких служать надійнісні моделі складових комплексу з високим ступенем адекватності з урахуванням їх складної надійнісної поведінки та багатоваріантності, а також ефективності "неідеальних" засобів контролю та перемикання. Запропоновані методики дозволяють скоротити часові затрати на ранніх етапах проектування за рахунок автоматизації обчислювальних процедур.

## **ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ВЕРТОЛЬОТУ ПРИ ЙОГО ЗІТКНЕННІ З ДРОВОМИ ПЕРЕШКОДАМИ В ПОВІТРІ**

*О.Ю. Зорохович<sup>1</sup>; О.В. Кобзар<sup>1</sup>; М.О. Кобзар<sup>2</sup>; Ю.М. Конюхов<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Науково-дослідний центр ЗС України "Державний океанаріум"*

*<sup>2</sup>Військова академія*

Не зважаючи на окремі, але малоістотні за своїм результатом, спроби щодо забезпечення безпеки польотів вертольотів на малих висотах, вертольоти ЗС України та інших відомств продовжують зазнавати катастроф в результаті їх зіткнення з дротовими перешкодами в повітрі. Підтвердженням цьому є падіння вертольотів Мі-2 неподалік м. Краматорська (26.03.2017) та Мі-8 в м. Кременчузі (25.01.2018).

В пристрій захисту, який був запатентований авторами, вперше, реалізовано досить не стандартний підхід до вирішення проблеми, а саме – розкручування основного виконавчого агрегату, яким є радіальний вентиляторний привод з співосно розміщеними дисковими сегментними пилками різного діаметра для складних проблем розрізання сталі,

здійснюється за допомогою вертикальних повітряних потоків, що утворюються несучим гвинтом вертольоту.

Даний пристрій не потребує жодних змін в проектне рішення та архітектури основного силового корпусу вертольоту, яким є фюзеляж та зовнішнього джерела електроживлення.

Таким чином, досягається ефект гарантованого розрізання дротової перешкоди в повітрі, а отже кардинально зменшується динамічний вплив на фюзеляж вертольоту та його бортові системи, а головне – є змога зберегти життя і здоров'я екіпажу.

Пристрій був захищений відповідним патентом України на винахід № 115855 від 26.12.2017.

### **ПРОБЛЕМАТИКА ПРОТИДІЇ ВПЛИВУ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД НА ПРИЙМАЧІ СИГНАЛІВ ГНСС**

*С.О. Нестеренко, к.т.н., с.н.с.; М.М. Геращенко; О.О. Ісаченко; А.В. Фомін  
Державний науково-випробувальний центр ЗС України*

Бойове застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) часто ускладнюється застосуванням з боку противника засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Методологія цих дій здебільшого зводиться до застосування "грубої сили", коли потужним електромагнітним шумом корисний сигнал від глобальної навігаційної системи супутникової навігації (ГНСС) GPS або ГЛОНАСС робиться не ефективним для бортового приймача сигналів ГНСС.

В таких умовах бортові приймачі сигналів ГНСС втрачають можливість отримувати достовірні дані про час, висоту польоту, вектор швидкості та поточні координати БПЛА.

Основним проблемним питанням здійснення польоту за визначеним маршрутом є спроможність системи автоматичного управління (САУ) БПЛА виконати поставлене завдання шляхом польоту через задані точки маршруту та повернутися до заданого району приземлення з достатньою точністю.

Бортова САУ відповідає за забезпечення необхідної стійкості та керованості БПЛА, відстежує та парює відхилення від заданого маршруту, реалізує врахування кута зносу БПЛА в залежності від вітру та інше. САУ, ядро якої представляє автопілот, використовує дані, що отримуються від безплатформеної інерціальної навігаційної системи (БІНС) (яка є сукупністю мініатюрних датчиків куткових швидкостей та прискорень, приймача повітряного тиску та барометричного висотоміру) і дані від приймачів ГНСС.

Оскільки слабкою ланкою при здійсненні навігації в умовах активних завад є бортовий приймач сигналів ГНСС, то потрібні конструктивні модифікації бортової САУ, які підвищували б точність навігації БПЛА. Це можливо досягти за рахунок використання бортової інерціальної системи керування та орієнтації (БІСКО), яка поєднує елементи БІНС та системи "машинного зору".

В доповіді розглянуто один з можливих варіантів автоматизованого управління БПЛА з використанням БІСКО в умовах застосування противником активних перешкод приймачам сигналів ГНСС.