

ЗБРОЙНІ СИЛИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ  
ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

**ДВАДЦЯТА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
КУРСАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ  
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА**

**Тези доповідей**

14 – 16 травня 2024 року

Харків  
2024

*Затверджено до друку вченою радою Харківського національного  
університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба,  
протокол від 21 травня 2024 року № 6*

XX наукова конференція курсантів та студентів Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба: тези доповідей, 14 – 16 травня 2024 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2024. – 264 с.

Наведені тези секційних доповідей за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані курсантами та студентами Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Для наукових, науково-педагогічних працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, курсантів, студентів, фахівців в галузі розвитку збройних сил, озброєння та військової техніки.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

© Харківський національний університет  
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2024

## ЗМІСТ

<b>Вступне слово Голови програмного комітету конференції начальника Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба .....</b>	<b>4</b>
<b>Організаційний комітет конференції.....</b>	<b>6</b>
<b>Секція 1. Стан та перспективи розвитку Повітряних Сил.....</b>	<b>7</b>
<b>Секція 2. Авіаційний транспорт.....</b>	<b>255</b>
<b>Секція 3. Тактика та бойове застосування підрозділів зенітних ракетних військ .....</b>	<b>109</b>
<b>Секція 4. Перспективи розвитку військової техніки електронних комунікаційних та радіотехнічних систем, комплексів засобів автоматизації Повітряних Сил .....</b>	<b>137</b>
<b>Секція 5. Удосконалення засобів, комплексів і систем радіолокації та способів їх застосування .....</b>	<b>145</b>
<b>Секція 6. Розвиток озброєння, інформаційного забезпечення та способів застосування військ протиповітряної оборони Сухопутних військ Збройних Сил України. Протиповітряна оборона військ в умовах повномасштабної агресії російської федерації .....</b>	<b>180</b>
<b>Секція 7. Метрологічне та електроенергетичне забезпечення озброєння та військової техніки з урахуванням досвіду бойових дій.....</b>	<b>193</b>
<b>Секція 8. Авіаційна техніка, технології та системи.....</b>	<b>199</b>
<b>Секція 9. Математичні методи у військово-прикладних задачах.....</b>	<b>217</b>
<b>Секція 10. Розвиток військово-прикладного спорту в Україні та в провідних країнах НАТО .....</b>	<b>230</b>
<b>Секція 11. Сучасні напрямки розвитку фізики та радіоелектроніки.....</b>	<b>232</b>
<b>Секція 12. Соціально-гуманітарні проблеми національної безпеки, реформування та розвитку Збройних Сил України .....</b>	<b>241</b>
<b>Секція 13. Соціально-гуманітарні аспекти професійної діяльності військовослужбовців Повітряних Сил Збройних Сил України .....</b>	<b>244</b>
<b>Секція 14. Підготовка, бойове застосування частин і підрозділів та перспектива розвитку сил підтримки Повітряних Сил Збройних Сил України .....</b>	<b>254</b>
<b>Секція 15. Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління .....</b>	<b>255</b>
<b>Алфавітний покажчик.....</b>	<b>256</b>

**ВСТУПНЕ СЛОВО**  
**начальника Харківського національного університету**  
**Повітряних Сил імені Івана Кожедуба**  
**на Двадцятій науковій конференції курсантів та студентів**  
**Харківського національного університету**  
**Повітряних Сил імені Івана Кожедуба**

Шановні учасники конференції!

Черговий рік народ України виборює свою незалежність, самоідентичність, цінності та саме існування української нації. Наші воїни, добровольці, волонтери та увесь український народ змогли не тільки зупинити ворожі війська, але й розгромити та з ганьбою випровадити їх з-під Києва та Херсону, Чернігова та Харкова. Славетні подвиги наших героїв продемонстрували усьому світу силу і славу українського війська та перевагу вільного демократичного народу над імперією безвольних рабів та підступних тиранів.

Ворог відчайдушно намагається зачепитися на престолах нашої Держави, демонструючи хоч якісь успіхи одурманеним народам імперії. Так само він намагається зламати волю до опору нашого народу, розгорнувши ракетно-авіаційний терор проти цивільного населення, нашої економіки, інфраструктури. І саме Повітряні Сили, наші льотчики та зенітники, оператори радіолокаційних станцій та фахівці РЕБ, зв'язківці та інженерно-технічний персонал, розвідники та офіцери бойового управління стали на заваді ворожим планам та всупереч усім об'єктивно-негативним факторам на користь ворога зуміли сформувати надійний повітряний щит над нашими містами та бойовими порядками військ.

У цей складний для країни час саме Повітряні Сили Збройних Сил України є тим нерушійним важелем та головним інструментом, котрий насамперед стримує з повітря натиск сил противника на кожній ділянці фронту. Повітряні Сили Збройних Сил України несуть повну відповідальність за безпеку нашого неба на всій території держави, захист нашої країни і її громадян від загроз з повітря.

Ефективне нарощування оборонних спроможностей Повітряних Сил Збройних Сил України неможливо без критичного та всеосяжного переосмислення наукових методів, що підтверджується складним і героїчним досвідом нашої протидії широкомасштабній військовій агресії північного сусіда. Втілення в життя нових наукових підходів, зокрема через роботу з трофейним озброєнням та участі у експертно-аналітичних групах, а також оптимізації автоматизованих систем управління авіацією та протиповітряною обороною, виявляються не просто корисними, але й вкрай необхідними. Удосконалення військових технологій та інтеграція міжнародного військового досвіду є ключовими для підвищення обороноздатності держави в сучасних умовах.

Досвід, який отримала Україна під час відбиття повномасштабної збройної агресії російської федерації переконливо свідчить, що розвиток Збройних Сил України в цілому сьогодні не можливий без проведення детальних теоретичних досліджень з питань розвитку комунікаційних спроможностей між усіма ланками управління, нарощування спроможностей сучасної авіації, функціонування системи протиповітряної та протиракетної оборони України, створення новітніх інформаційних технологій в воєнній сфері, розвитку

автоматизованих і дистанційно керованих зразків озброєння та військової техніки різного функціонального призначення та базування, дослідження проблем підготовки та проведення мобілізаційного розгортання Збройних Сил України.

З метою розвитку у курсантів та студентів наукових здібностей в університеті працює чотири конструкторських бюро та більше сорока наукових гуртків курсантів та студентів. Усі курсанти та студенти, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістр, займаються науковою роботою. Кращі з них входять до “золотого фонду” університету та є претендентами на вступ до ад’юнктури університету.

Впевнений, що завдяки нашим курсантам та студентам ми переможемо всі виклики сьогодення та трансформуємося до євроатлантичної спільноти.

Бажаю всім учасникам конференції в процесі роботи проявити свої кращі риси, отримати новий досвід та знання, розширити світогляд, сформувати для себе нові завдання, рішення яких в подальшому будуть реалізовані в Ваших наукових працях з метою сталого розвитку Збройних Сил України. Добробуту вам, злагоди та мирного неба.

Разом до перемоги!

Слава Україні та її Збройним Силам!

Начальник Харківського національного університету Повітряних Сил  
імені Івана Кожедуба

бригадний генерал



Андрій БЕРЕЖНИЙ

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

### **Голова організаційного комітету:**

начальник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба кандидат технічних наук бригадний генерал **БЕРЕЖНИЙ А.О.**

### **Співголова організаційного комітету:**

заступник начальника університету з наукової роботи Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба Заслужений діяч науки і техніки України доктор технічних наук професор полковник **ВАСЮТА К.С.**

### **Члени організаційного комітету:**

начальник наукового центру Повітряних Сил кандидат технічних наук старший науковий співробітник полковник **МІСЮРА О.М.**;

начальник льотного факультету полковник **ЩУК В.О.**;

начальник інженерно-авіаційного факультету кандидат технічних наук доцент полковник **ІВАЩУК Б.М.**;

начальник факультету зенітних ракетних військ полковник **РЕЗНІЧЕНКО О.А.**;

начальник факультету автоматизованих систем управління та наземного забезпечення польотів авіації кандидат технічних наук доцент полковник **МАКАРОВ С.А.**;

начальник факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони кандидат технічних наук доцент полковник **КОВАЛЕВСЬКИЙ С.М.**;

начальник факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ кандидат технічних наук доцент полковник **ЛЕВАГІН Г.А.**;

начальник факультету післядипломної освіти кандидат технічних наук доцент полковник **БОКЛАГ І.Ю.**;

директор інституту авіації – заступник начальника університету по роботі з студентами доктор технічних наук професор пр. ЗС України **ШЕВЯКОВ Ю.І.**;

командир 131/1 навчальної групи льотного факультету сержант **ГАВА А.В.**;

курсант 245 навчальної групи інженерно-авіаційного факультету старший солдат **СЕМЕНОВ М.С.**;

командир 331а навчальної групи факультету зенітних ракетних військ сержант **КЛАССЕН О.І.**;

командир 432 навчальної групи факультету автоматизованих систем управління та наземного забезпечення польотів авіації сержант **УРСОЛ І.О.**;

студент 541 групи факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони **ШЕЛЕСТ О.О.**;

курсант 641/3 навчальної групи факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ старший солдат **ВІВТАШ А.Р.**;

слухач 522м навчальної групи факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони лейтенант **ФАЛЕНДУШИН Б.Ю.**;

студент 431к групи факультету інформаційних та технічних систем **КАРПЕНКО М.С.**

## СЕКЦІЯ 1

### СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

Керівники секції: підполковник В'ячеслав БОЙКО  
Секретар секції: сержант Антоній ГАВА

#### ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТ ТИПУ “JDAM” У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

*М.М. Бойко*

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

Бомби типу JDAM (Joint Direct Attack Munition) виявилися важливим інструментом у війні, що відбувається на території України. Їх застосування дозволяє українським військовим точно та ефективно атакувати ворожі цілі з великої відстані. Однією з ключових переваг бомб JDAM є їх здатність до наведення точного удару на ціль без необхідності прямого контакту з нею. Це дозволяє уникнути ризику для військових, які виконують місії.

Використання бомб JDAM забезпечує військовій команді стратегічну перевагу, дозволяючи знищувати важливі воєнні об'єкти супротивника з великою точністю і ефективністю. Це може включати в себе зруйнування важливих комунікаційних вузлів, військових баз або стратегічних об'єктів, таких як важливі виробничі споруди чи склади боєприпасів.

Крім того, використання бомб JDAM може мати психологічний ефект на противника, демонструючи його безперервну здатність та визначеність у проведенні війни. Це може збільшити рівень стримування агресії з боку ворога та сприяти досягненню військових цілей.

Узагальнюючи, застосування бомб типу JDAM в українській війні демонструє їх важливість як ефективного засобу удару, що забезпечує безпеку військових та сприяє досягненню стратегічних цілей на полі бою.

#### КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Д.М. Мирошніченко*

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

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) в даний час надають різноманітні можливості для підрозділів з ведення повітряної розвідки, спостереження і рекогносцировки, тактичної авіаційної підтримки, ураження визначених об'єктів, забезпечуючи, майже в реальному масштабі часу, виконання поставлених завдань. Класифікація БпЛА за основними ознаками. Бойовий радіус. Мікро (тактичні) злітна маса < 2 кг до 5 км (зона прямої видимості) мікро Міні (тактичні поля бою) 2 кг ≤ злітна маса ≤ 15 кг більше 5 км (зона прямої видимості) міні. Малі (тактичні) злітна маса > 15 кг більше 25 км (зона прямої видимості) small. Класифікація БпЛА БпАК за призначенням як: 1) Бойові БпЛА: ситуаційної обізнаності, розвідувальні, для коригування вогню, ударні багаторазового та разового застосування, комбінованого призначення; 2) Спеціальні БпЛА – призначені для виконання спеціальних завдань як ретранслятори, засоби радіоелектронної боротьби та мішені, тощо.

Класифікація БпЛА: 1) За типом літального апарата: літаковий тип, вертолітний тип, мультироторний; 2) За місцем базування: наземне,

річкове (морське), повітряне базування. 3) за способом зльоту: по-літаковому, по-вертолітному, за допомогою засобів запуску (катапульта, пускова установка, з руки, комбінований; 4) За способом посадки: по-літаковому, по-вертолітному, за допомогою засобів посадки (парашут, гальмівний пристрій тощо); 5) За типом системи керування польотом: автономні, пілотовані, з комбінованою системою керування.

## **ТРЕНАЖЕРНА ПІДГОТОВКА – УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЗАСІБ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ**

*В.А. Момонт*

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

Розвиток і використання сучасних тренажерних технологій дозволяють підвищити готовність тих хто навчається до дій в реальних умовах бойового польоту завдяки моделюванню різних бойових завдань, суттєво забезпечити безпеку льотного навчання. Тренажери нового покоління мають значні переваги порівняно з попередніми. В ході імітації можуть бути створені реалістичні візуальні ефекти, на фоні реальних районів місцевості, відтворених на основі електронних карт.

При цьому на тренажерах віртуально моделюються умови польоту, максимально наближені до бойових, коли в борт літака або гелікоптера, попадають авіаційні засоби ураження, відмовило обладнання, не працює система управління та інше. Для цього використовують тренажерне обладнання, котре дозволяє найбільш реалістично, практично на 95%–97%, імітувати візуальну і акустичну обстановку як в кабіні літального апарату, так і поза нею, у повітряному просторі та на землі.

Тобто сучасна тренажерна підготовка в системі навчання та тренування курсантів льотчиків стала незамінним елементом у формуванні навичок потрібних у реальних бойових умовах. Сучасні тренажери є універсальним засобом всебічної підготовки льотного складу до бойового польоту.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТ SHADOW STORM**

*О.І. Немов*

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

Ракети Shadow Storm є однією з передових розвідувально-ударних систем, які можуть мати значний вплив на обороноздатність та безпеку України. Використання цієї технології може допомогти зміцнити оборонні можливості країни та забезпечити відповідний рівень захисту від потенційних загроз з боку агресивних сусідів.

Однією з основних переваг ракет Shadow Storm є їхня висока точність та швидкість ураження цілей. Це дозволяє українським військам ефективно та швидко реагувати на будь-які загрози та забезпечити захист важливих об'єктів та територій.

Крім того, використання ракет Shadow Storm може сприяти мінімізації ризику для військових та цивільного населення. Благодаря їхній високій точності, ракети дозволяють уникнути випадкових збитків серед мирного населення та мінімізувати ризик для військових під час ведення військових операцій.



Застосування передових військових технологій, таких як ракети Shadow Storm, може також позитивно вплинути на морально-психологічний клімат в українській армії. Впровадження сучасних засобів бойової техніки дозволить підняти бойовий дух військовослужбовців та підвищити їхню бойову готовність.

У цілому, використання ракет Shadow Storm в Україні може мати вирішальне значення для зміцнення обороноздатності країни та забезпечення безпеки національних інтересів у складних геополітичних умовах.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕНІТНО-РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ SAMP/T У ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТАХ**

*І.С. Підлипський*

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

Зенітно-ракетна комплексна система SAMP/T є однією з ключових складових систем сучасного повітряного оборони, розроблених у співпраці європейських виробників. Ця система є інтегрованою платформою, яка поєднує в собі різноманітні компоненти, включаючи радары, локатори, системи управління та ракети зенітної оборони.

У воєнних конфліктах ЗПК SAMP/T відіграє критичну роль у захисті від повітряних загроз. Її застосування охоплює широкий спектр сценаріїв, включаючи захист від атак на об'єкти інфраструктури, захист військових підрозділів у руху або на передовій, а також припинення або стримування повітряних наступів противника.

Система SAMP/T може бути ефективно використана для захисту стратегічно важливих об'єктів, таких як військові бази, аеропорти, порти та комунікаційні вузли. Вона також може забезпечити захист від повітряних атак для рухомих військових колон, передових операційних пунктів та інших об'єктів, що перебувають у зоні конфлікту.

Крім того, у разі повітряних атак противника, ЗПК SAMP/T може бути задіяна для нейтралізації ворожих літаків, вертольотів або ракет, які становлять загрозу для власних військ або території. Ця система також може забезпечувати захист національного повітряного простору від будь-яких агресивних дій з боку інших країн або незаконних суб'єктів.

Узагальнюючи, ЗПК SAMP/T є невід'ємним компонентом сучасних систем повітряного оборони, який забезпечує надійний захист від повітряних загроз у різних умовах конфлікту. Її висока мобільність, точність та широкі можливості роблять її важливим активом для забезпечення повітряної безпеки в воєнних умовах.

## **ІНЕРЦІЙНІ СИСТЕМИ НАВИГАЦІЇ, ЗАСТОСОВУВАННІ В СУЧАСНИХ БПЛА**

*К.А. Чернцова*

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

Безпілотні літальні апарати стали невід'ємною частиною сучасних бойових дій. Однак на сьогоднішній день більшість БПЛА не можуть самостійно виконувати всі перераховані вище операції, будучи, по суті, дистанційно керованими літальними апаратами. Застосування засобів інерційної навігації є

необхідною умовою використання БПЛА в обстановці активної радіоелектронної протидії з боку супротивника, вони дозволять безпілотникам виконувати розвідувальні та ударні місії навіть у разі повної втрати зв'язку з центром управління та відсутності сигналів від наземних та супутникових навігаційних систем. Єдиним на сьогодні надійним рішенням для збереження БПЛА в умовах протидії сучасних засобів РЕБ є встановлення на його борт безплатформної інерційної навігаційної системи (БІНС), комплексованої зі спеціальними пристроями, які розпізнають втручання в керування апаратом і переводять його повністю в автономний режим. У цьому випадку навігація здійснюється за рахунок координат, що видаються БІНС, і апарат продовжує виконувати заздалегідь запрограмоване завдання – наприклад, політ по певних точках для розвідки місцевості. До складу пристрою входять акселерометри, які відстежують прискорення та гіроскопи, що вимірюють кути повороту та нахилу. За допомогою цих даних бортовий обчислювальний комплекс відраховує маршрут від певної точки, якою може бути точна координата місця пуску або остання достовірна координата отримана супутниковою системою навігації. Необхідна точність для досить тривалого польоту має БІНС, в основі яких лежить використання лазерного або волоконно-оптичного гіроскопа.

## **НАЗЕМНІ СТАНЦІЇ УПРАВЛІННЯ FPV ДРОНАМИ**

*А.Д. Швець*

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

Ретранслятор для fpv дрона – це критично важливий інструмент для бойових операцій з використанням безпілотників камікадзе/бомберів/аеророзвідників. Наземна станція для ФПВ створює оптимальні умови для вирішення важливих бойових завдань, забезпечуючи максимальний рівень контролю роботи квадрокоптерів та безпеки пілота в умовах, коли за групами пілотування БПЛА ведеться справжнє полювання. Забезпечення найкращих умов для оператора дрона, що виконує бойове завдання, є вкрай важливим чинником, що впливає на ефективність його роботи. Оператори дронів повинні бути здатні швидко і точно приймати рішення в умовах стресу та небезпеки. Вони мають бути добре обізнані про ситуацію на полі бою, отримуючи якісне зображення без перешкод. Наземна станція для FPV ефективно розв'язує всі ці проблеми, сприяючи підвищенню ефективності роботи оператора та зниження втрат серед особового складу. Відзначимо основні переваги використання станції управління бойовими квадрокоптерами: – максимально можлива дальність польоту безпілотника; – істотно знижується ризик для пілота бути атакованим по пеленгу; – ретранслятор для ФПВ дронів камікадзе збільшує точність наведення і стабільність зображення під час стрімких атак на техніку ворога, що швидко переміщується. Це високотехнологічне обладнання дозволило операторам приймати миттєві рішення на основі об'єктивної інформації. Військові операції потребують точності, швидкості та координації дій. Наземні станції – ретранслятори для ФПВ дронів дозволяють проводити розвідку, моніторинг та наведення зброї на цілі з високою точністю, мінімізуючи ризики для власного персоналу.

## **ПРИЦІЛЮВАННЯ ПО КВМ З РАДІОЛОКАЦІЙНИМ ПРИЦІЛОМ ПО РАДІОЛОКАЦІЙНОМУ ОРІЄНТИРУ**

*А.О. Юценко*

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

Як показує практика, точність повітряного десантування сильно залежить від точності визначення прицільних параметрів, способу прицільовання та навичок екіпажу.

Аналіз обстановки в районі майданчика десантування дозволяє правильно та обрентувано обрати спосіб прицільовання від якого буде залежати точність та ефективність виконання бойового завдання. На майданчику десантування може бути відсутній характерний візуальний орієнтир на лінії заданого бойового шляху. Тим паче, якщо мова йдеться про зону бойових дій, то не завжди є можливість позначити точку прицільовання радіолокаційним маяком. Усі ці особливості призводять до неможливості прицільовання розглянутими вище способами, і єдиним актуальним автономним способом у цьому випадку буде прицільовання по карті великого масштабу з радіолокаційним прицілом по радіолокаційному орієнтиру.

Прицільовання по карті великого масштабу з радіолокаційним прицілом по радіолокаційному орієнтиру полягає в тому, що запропонований спосіб поєднує в собі поєднання двох раніше відомих способів прицільовання в один – комбінований. В роботі викладено порядок роботи штурмана при прицільованні даним способом.

Цей спосіб не залежить від пори доби та метеорологічних умов, не потребує залучення осіб комендатури десантного забезпечення для позначення точки прицільовання. В сучасних умовах ведення бойових дій, автономність надає екіпажу можливість майже приховано здійснити десантування.

У відомих класичних джерелах теорії парашутного десантування такий спосіб прицільовання ніколи не розглядався.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ПОСАДКИ ПРИ ВІДМОВІ РУЛЯ ВИСОТИ**

*Н.О. Антонюк; О.В. Фірсовський*

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

В доповіді наведені результати аналізу можливості виконання посадки з використанням тримерів руля висоти в випадках виникнення відмов системи керування по тангажу.

Однім із напружених та відповідальних етапів польоту є виконання посадки. Цей етап вимагає використання широкого діапазону можливостей керуваності літаком в повздовжньому каналі. В авіації є випадки успішної посадки літака при відмові системи керування в повздовжньому русі з застосуванням лише тримерів руля висоти.

Використання тримерів руля висоту для керування літаком в повздовжньому каналі має особливості в залежності від характеру відмови. При заклинненні руля висоти в певному положенні, керування літаком по тангажу з застосуванням тримерів має зворотну реакцію від очікуваної, при цьому тример виконує роль невеликого руля висоти та ефективність його мала. При обриві проводки керування рульом висоти, тример дозволяє керувати

кутом нахилу руля висоти, та має звичайну реакцію на відхилення. В цьому випадку керування по тангажу тримером має більшу ефективність ніж у попередньому випадку.

Необхідно відмітити, що ефективність повздовжнього керування за рахунок тримерів мала в наслідок їх невеликої площі. Тому керування по тангажу лише тримером не дозволить збалансувати літак при виникненні дестабілізуючих факторів, таких як: вертикальний порив вітру, велика бокова складова вітру. Також такий від керування має занадто малу ефективність на малих швидкостях польоту та посадка з використанням лише тримеру можлива тільки при суттєвому збільшенню швидкості.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ВИКОНАННЯ ЕНЕРГІЙНИХ РОЗВОРОТІВ НА НЕВЕЛИКИХ ШВИДКОСТЯХ**

*В.Г. Бескубський; А-М.А. Олейников*

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

В доповіді наведені результати дослідження щодо можливостей зменшення радіусу розвороту на невеликих швидкостях за рахунок зменшення тяги.

Важливу роль при веденні маневреного повітряного бою набуває можливість виконання маневрів з мінімальними радіусами розвороту. При виконанні енергійних розворотів на невеликих швидкостях неможливо виконати максимальний по тязі віраж через досягнення обмеження по допустимому нормальному перевантаженню.

Досягнення мінімального радіусу розвороту при виконанні енергійних розворотів обмежується значенням допустимого нормального перевантаження. Це обмеження приводить до неможливості подальшого виконання енергійного розвороту на режимі максимальної тяги із-за появи надлишку тяги який не можливо компенсувати, і який приведе до росту швидкості та відповідно і радіусу розвороту. Проаналізовані шляхи зменшення радіусу розвороту на невеликих швидкостях та особливості пілотування при виконанні енергійних розворотів на невеликих швидкостях з забезпеченням мінімального радіусу розвороту. Розглянуті умови збільшення пілотажних можливостей при виконанні енергійних розворотів на малих швидкостях. Для досягнення мінімального радіусу розвороту в процесі виконання енергійного розвороту при досягненні обмеження по нормальному перевантаженню пропонується зменшувати тягу двигуна. Результати математичного моделювання підтверджують запропонований метод збільшення маневрених можливостей літака під час виконання розвороту.

## **ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСКОРЕНОГО ЗЛЬОТУ ЛІТАКА Л-39**

*А.В. Гава; О.В. Родіонов*

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

Проведено імітаційне моделювання на цифровому тренажері можливостей зменшення довжини розбігу літака Л-39. Довжина розбігу перш за все залежить від швидкості відриву, величина якої визначається несучими властивостями літака. Під час зльоту та посадки несучі властивості літака підвищуються за рахунок випуску злітно-посадкової механізації крила. Випуск

механізації крила крім збільшення несучих властивостей також приводить до значного збільшення лобового опору, що негативно впливає на довжину розбігу. Для зменшення цього негативного впливу механізації крила в роботі проведено дослідження щодо впливу відтермінування випуску механізації крила на збільшення прискорення під час розбігу, що в свою чергу призведе до зменшення довжини розбігу. Досліджувались так же питання виникнення короткочасного значного приросту піднімальної сили при випуску закрилків та виникнення імпульсу позитивної вертикальної складової аеродинамічної сили, зміни аеродинамічного фокусу та центра тиску на крилі, та виникаючого при цьому незбалансованого повздовжнього моменту.

Результати імітаційного моделювання показують що відтермінування випуску закрилків у злітне положення до швидкості на 40 км/год менше швидкості відриву дозволить зменшити довжину розбігу приблизно на 25 %. При випуску закрилків на максимальний кут довжина розбігу можливо зменшити до 40 %, при цьому швидкість випуску менше на 60 км/год.

## **MODEL OF THE HELICOPTER'S ONBOARD DEFENSE SYSTEM**

*S. Kushpeta; V. Zemsky*

*Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

A study of the use of helicopters during combat operations by the Ukrainian Defense Forces revealed significant vulnerability of aircraft to both enemy air defense and friendly fire from their own troops. The components of the enemy's weapons include small arms, infrared homing missiles, and radar homing missiles. To protect against missiles with infrared homing heads, Mi-8 and Mi-24 helicopters are equipped with a combined onboard protection system developed by Adron, which includes separate devices: the Ash-01V shielding device; the KT-01AV optoelectronic suppression station; and the KUV 26-50 combined heat trap ejection device. However, the use of such devices is manual and does not depend on whether the enemy uses munitions. There is an imbalance here: on the one hand, by using the KUV 26-50, the pilot protects the helicopter, but on the other hand, firing heat traps disguises the aircraft regardless of the enemy's use of weapons. Helicopters in service with the Armed Forces of Ukraine do not have any protection against missiles with a radar homing head. Helicopters are protected during combat missions by warning the crew of a possible missile attack by enemy fighter aircraft. As a result, the helicopter crew is forced to abort the flight mission and make an emergency landing. The reasons for this are the imperfection of the helicopter's defense system and the lack of a system to warn the crew of an attack by the enemy. A model of a promising onboard helicopter defense system is presented. Such a complex should warn the crew and provide autonomous protection of the helicopter from missile, laser and radar threats.

## **ВИВІД ІЗ ЗАТЯГУВАННЯ В ПІКІРУВАННЯ ВИКОНАННЯМ НАПІВБОЧКИ**

*Р.Д. Кирилюк; Д.А. Білан*

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

В доповіді наведені результати аналізу можливості виводу із затягування в пікірування виконанням напівбочки. При виконанні напівбочки пікіруючий момент що виник в наслідок перерозподілу епюри тиску по верхній поверхні

крила та переміщення назад аеродинамічного фокусу, значно зменшаться за рахунок кінематичного зв'язку аеродинамічних кутів. При куті крену близькому до  $90^\circ$ , за рахунок зменшення кута атаки аеродинамічний фокус зміститься ближче до передньої крайки, що приведе до зникнення факторів які викликали затягування в пікірування. Після відновлення керованості в повздовжньому каналі необхідно вивести літак на позитивні кути тангажу для зменшення швидкості.

Дослідження щодо забезпечення виводу дозвучових літальних апаратів із закритичних режимів польоту в наслідок втрати керованості в повздовжньому каналі (затягування в пікірування) у випадку не навмисного виходу за обмеження максимальної швидкості не втратили своєї актуальності для навчально-тренувальних польотів особливо при відмові системи автоматичного випуску гальмівних щітків при наближенні до критичного числа Маху.

Розглянутий метод може бути ефективним для виходу з небезпечних режимів польоту пов'язаних з втратою керованості у повздовжньому каналі (затягування в пікірування) при виконанні маневрів пов'язаних з набором великих швидкостей. В подальшому плануються провести імітаційне моделювання на сертифікованому тренажері та відпрацювати проект рекомендацій льотному складу.

## **ПИТАННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МЕТЕУМОВ НА ДИНАМІКУ ПОЛЬОТУ БПЛА**

*А.О. Кликова; Б.Ю. Бідненко; М.І. Мокрицький*

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

У сучасних збройних конфліктах суттєво зросла актуальність використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), зокрема тих, що базуються на квадрокоптерній схемі, для виконання бойових завдань. Використання квадрокоптерів надає можливість зниження загрози життю для особового складу, підвищує мобільність підрозділів на полі бою, збільшує оперативність отримання та інформативність розвіданих для прийняття рішень та корегування вогню підрозділу.

Однак, не зважаючи на широкі можливості, що надають квадрокоптери, існує ряд проблем, які обмежують їхню повну ефективність в різних умовах експлуатації. Серед таких проблем можна виділити зниження польотних якостей квадрокоптера в складних метеорологічних умовах.

Дослідження метеорологічного впливу на БПЛА є вельми актуальним, оскільки вирішення їхніх аспектів сприятиме подальшому розвитку та оптимізації використання квадрокоптерів, як безпілотних літальних платформ.

Основними метеорологічними факторами, які суттєво впливають на динаміку польоту БПЛА, відносяться: швидкість, напрямок, поривістість вітру, вологість та температура повітря.

Швидкість та напрямок спричиняють появу аеродинамічних сил та моментів, що не урівноважені і вимагають додаткових зусиль для балансування у багатьох випадках.

У відповідних умовах, вологість та температура сприяють утворенню обмерзання та налипання на поверхні БПЛА, що призводить до погіршення його аеродинамічних характеристик і скорочує дальність проведення аеророзвідки.

Поривістість вітру може спричинити перехід квадрокоптера на критичні режими польоту. В доповіді наведені результати аналізу факторів впливу метеоумов на динаміку польоту БпЛА DJI Mini 2 та розроблені рекомендації щодо їх запобігання.

## **АНАЛІЗ ДІЙ ЕКІПАЖУ, ЯКІ МОЖУТЬ ПРИВЕСТИ ДО ВИХОДУ ЛІТАКІВ НА КРИТИЧНІ РЕЖИМИ ПОЛЬОТУ**

*Д.О. Михайличенко*

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

В доповіді розглядаються фактори, які призвели до катастроф літаків з втратою керування через потрапляння в складне просторове положення та з виходом на критичні режими польоту. Актуальність розглянутих питань обумовлена: безпекою пасажирів та екіпажу, економічними втратами, психологічним аспектом, технічними інноваціями та зв'язком з попередніми катастрофами.

Проведено статистичний аналіз, результати якого показують що близько 50% катастроф включали в свою послідовність неналежну реакцію екіпажу. Типовий розвиток таких катастроф включав: несприятливі метеорологічні явища (зледеніння, турбулентність, супутній слід, зсув вітру); відмови авіаційного обладнання (двигунів, систем керування, пілотажного обладнання); неналежні дії екіпажу (недотримання правил керування літаком згідно керівництва з льотної експлуатації, втрата просторової орієнтації).

Некоректні дії екіпажу були обумовлені: недосконалістю знань щодо поведінки літака та його силової установки на великих кутах атаки; помилки у визначенні просторового положення літака по приладах при великих кутах крену і тангажу; невміння розпізнати початок звалювання; некоректні дії при потрапінні в СПП, звалювання і штопор та невміння вивести літак з них.

Як наслідок дослідження, було розроблено рекомендації для уникнення факторів, що можуть призвести до катастроф, а саме: акцентування уваги на навички по виводу з СПП та звалювання і штопору з використанням авіасимуляторів та легкомоторних літаків.

## **ОСОБЛИВОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ НЕКЕРОВАНИХ РАКЕТ ТИПУ ZUNI ТА HYDRA З ВЕРТОЛЬОТІВ MI-24, MI-8**

*К.А. Коваль*

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

Прицілювання некерованими ракетами що не входять до переліку озброєння літального апарату та відповідно їх балістичні характеристики які не введені в обчислювач прицілу можливе. Шляхом вибору аналогічного засобу ураження для обчислення та введення в прицільний комплекс необхідних корекцій для точного ураження цілі. Такий процес передбачає введення відповідних поправок для окомірного коректування результатів обчислення прицільних даних.

Згідно інструкції з експлуатації вертольотів Mi-24, Mi-8 бойове застосування цих типів ракет не передбачено.

Використання некерованих авіаційних ракет (НАР) в режимі кабрирування передбачає точне витримання параметрів польоту (швидкість, висота, курс)

перед пуском, а також оптимальним темпом введення та чіткою фіксацією кута тангажу в момент пострілу.

Однак стрільба НАР з горизонтального польоту по рухомих або нерухомих цілях може призводити до накопичення помилок в прицільних системах вертольотів через різницю в тактико-технічних та балістичних характеристиках між різними типами НАР (наприклад, С-8, С-13). Це може знизити ефективність вогневого ураження наземних цілей або призвести до промаху.

Отже, для покращення ефективності вогневого ураження наземних цілей необхідно провести додаткові випробування та розрахунки для визначення необхідних корекцій до прицільних комплексів вертольотів Мі-24 та Мі-8 під час використання НАР (Zuni та Hydra).

### **ВИНИКНЕННЯ ДОДАТКОВОЇ ПІДНІМАЛЬНОЇ СИЛИ ЗА РАХУНОК КОСОЇ ОБДУВКИ ГВИНТА**

*В.С. Шкурат*

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

В польоті при роботі силової установки аеродинамічна сила та її коефіцієнти збільшуються. Це виникає внаслідок збільшення швидкості обтікання крила і дії косої обдувки гвинта. На літаку Ан-26 гвинтами обдувається приблизно 34 % площі крила. На ділянках де крило обдувається гвинтами швидкість потоку буде значно більша ніж там де його немає. Обдувка крила гвинтами дає однаковий приріст коефіцієнтів  $C_y$  та  $C_x$  на 12-20 %, при цьому аеродинамічна якість не змінюється. Чим менша швидкість польоту, тим більше відчувається ефект обдувки крила гвинтами. Через це при робочій силі установки літак може триматись в повітрі на меншій швидкості ніж з не робочими. На злоті коса обдувка додає нам майже 1000 кг. Таким чином збільшується підйомна сила крила і збільшується аеродинамічна якість літака до 5 %. При цьому це буде викликати не бажанні змінні навантаження на лопасті гвинта і створювати додатковий кабрируючий момент. Ефект косої обдувки зникає, якщо політ виконується на куті атаки рівному  $2^*$ . Практично він перестає відчуватись вже на швидкості польоту 300 км/год.

### **СПОСОБИ ПІДТРИМАННЯ НАТРЕНОВАНOSTІ ЛЬОТНОГО СКЛАДУ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ВИКОРИСТАННЯ АВІАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРІВ**

*Д.О. Шаповалов; М.Т. Гловацький*

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

В умовах сучасного світу та стрімкого розвитку технологій авіаційна індустрія постійно стикається з викликами, пов'язаними з необхідністю підтримання натренованості льотного складу тактичної авіації. Однак, в умовах обмеженого використання авіаційних тренажерів, ця задача стає ще більш складною та актуальною. Сучасні реалії змушують авіаційних фахівців шукати ефективні способи підтримання та підвищення рівня пілотажної



майстерності та тактичної підготовки, використовуючи доступні ресурси та можливості.

Необхідність проведення дослідження підтверджується жорстокими реаліями життя у період війни, реаліями коли абсолютно кожен розуміє, що 1 незбита ракета може спричинити смерті не одного десятка людей. Реаліями, в яких льотчики тренуються не під час спеціальних польотів, а в реальних бойових завданнях, коли на кожному з них лежить величезна відповідальність не тільки за своє життя і літак, а й за життя цивільних людей, які постраждають у випадку невиконання ним завдання. Очевидно, що найкращим способом підготувати висококласного льотчика – є тренувальні польоти, тобто планування тренувань на землі з подальшим моделюванням та відпрацюванням їх в небі, на бойових літаках. Але, зараз це не є можливим, тому в цій роботі розглянуті питання способів підтримання натренованості льотного складу тактичної авіації в умовах обмеженого використання авіаційних тренажерів.

В доповіді розглядаються порівняння різних варіантів підготовки льотного складу тактичної авіації в умовах обмеженого використання авіаційних тренажерів, селекції методів підготовки на землі, визначення переваг та недоліків кожного з методів та обґрунтуванні найбільш ефективного рішення.

В роботі використано метод системного аналізу, порівняння, експертного оцінювання, логіки, та методи імітаційного моделювання.

## **СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЛЬОТНИХ СПЕЦІАЛІЗАЦІЙ НА КОМПЛЕКСАХ КЛТП-23 В КЛАСІ ЛЬОТНО-ТАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ**

*Н.Д. Алексєєнко*

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

Необхідність підготовки високопрофесійних льотчиків готових до виконання складних бойових завдань, в умовах відірваності льотного факультету від основної навчальної бази та тренажерного комплексу є актуальним питанням сьогодення.

Вирішення цього питання полягає в дослідженні можливостей та розкритті потенціалу авіаційних тренажерів підготовки льотного складу, а саме комплексів КЛТП-23 класу льотно-тактичної підготовки, використання цих комплексів в освітньому процесі враховуючи сучасні наукові досягнення, виклики сучасності та міжнародні стандарти.

Клас льотно-тренажерної підготовки визначається своєрідним підходом до тренувань, який дозволяє відтворити реальні умови польотів. Він стає необхідною процедурою у підготовці пілотів, дозволяючи їм вдосконалювати свої навички та ефективно взаємодіяти з різними типами повітряних суден.

Зокрема, враховуючи сучасні реалії, коли експлуатація повітряних суден стає все більш складною та технологічною, такі тренажери надають змогу льотному складу вдосконалити вміння працювати з новітнім обладнанням та вирішувати виклики, пов'язані із сучасною авіаційною технікою. Така проблема є актуальною у зв'язку з передачею винищувачів F-16 то наявність таких класів є дуже суттєва.

Таким чином комплекси КЛПП-23 класу льотно-тактичної підготовки можуть бути використані в освітньому процесі при підготовці майбутніх льотчиків тактичної та транспортної авіації.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГІЙНИХ РОЗВОРОТІВ НА ШВИДКОСТЯХ, БЛИЗЬКИХ ДО КРИТИЧНИХ**

*В.Г. Бескубський; А-М.А. Олейников*

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

У ближньому повітряному бою одним з факторів, якій має суттєвий вплив на його результат є здатність виконання маневрів з мінімальними радіусами та/або кутівими швидкостями повороту. Оскільки на малих швидкостях є ризик вийти за обмеження літака за допустимим нормальним перевантаженням тому необхідно визначати оптимальне співвідношення між радіусом розвороту та кутівими швидкостями розвороту для забезпечення необхідних умов для прицілювання.

У виступі представлено результати проведеного дослідження щодо забезпечення оптимальних умов стрільби (кутових швидкостей розвороту), у тому числі шляхом підбору тяги.

Наведені методи зниження радіуса повороту на малих швидкостях та особливості пілотування для забезпечення мінімального радіуса повороту. Розглянуто умови для покращення пілотажних здібностей під час енергійних поворотів на малих швидкостях. Наприклад, рекомендовано знижувати тягу двигуна для досягнення мінімального радіуса повороту під час енергійного повороту, коли досягнуто обмеження за нормальним перевантаженням. Ефективність запропонованого методу для підвищення маневреності літака, як у ролі атакуючого так і ролі того, по якому здійснюється атака підтверджуються результатами математичного моделювання ближнього бою.

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМУ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ-ЛЬОТЧИКІВ**

*Д.О. Михайличенко*

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

Питання удосконалення професійної підготовки курсантів-льотчиків за будь-яких умов її реалізації, у тому числі в місцях тимчасової дислокації набуває актуальності у зв'язку із поступовим переходом авіації Повітряних Сил на західні зразки авіаційної бойової техніки. Саме використання переваг імерсивних технологій дозволяє при обмежених матеріальних ресурсах у невеликих навчальних місцях майже повністю “зануритися” в навчальний процес та забезпечити наочне та якісне вивчення конструкції, льотної експлуатації та бойового застосування літальних апаратів, у тому числі тих, які найближчим часом очікуються в Україні.

Протягом останнього року окремі зразки з використанням імерсивних технологій пройшли апробацію на льотному факультеті. Саме практичним досвідом були підтверджені переваги імерсивних засобів навчання, а саме: компактність, мобільність, відносно короткий час для розгортання у новому місці, можливість інтеграції між собою та з іншими цифровими засобами

тощо. Водночас визначені і недоліки, які знижують ефективність використання сучасних технологій. Тому пропонується обговорити шляхи зменшення недоліків та поширення (розповсюдження) обсягу засобів навчання побудованих на імерсивних технологіях в систему підготовки курсантів льотного факультету.

### **ВПРОВАДЖЕННЯ КЕРУВАННЯ РЕСУРСАМИ ЕКІПАЖУ, ЗАГРОЗАМИ ТА ПОМИЛКАМИ В СИСТЕМУ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ**

*О.В. Родюк*

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

Обговорення з курсантами-льотчиками вищих військових начальних закладів країн-партнерів засвідчило, що в їх систему підготовки вже на протязі багатьох років впроваджені принципи управління загрозами та помилками (TEM) та управління ресурсами екіпажу (CRM). Зокрема, підкреслювалося важливість зазначених методик при навчанні діям в особливих випадках у польоті. Це обумовлено тим, що в аварійній ситуації з одного боку присутній ефект несподіванки і страху а фактичний стан може дати льотному екіпажу значні фізіологічні та психологічні виклики, такі як візуальні ілюзії, просторова дезорієнтація та незвичайні сили, а з іншого боку дуже важлива та необхідна психічна стійкість, як індивідуальна так і в складі екіпажу. Тому з метою розробки стратегій для вирішення таких проблем впровадження в систему підготовки курсантів програмам TEM та CRM, це актуально та важливо.

CRM (Crew Resource Management) це, активна методика командної роботи, яка потребує систематичної практики та тренувань з питань взаємовідносин членів екіпажу в одній кабіні, включаючи лідерство та прийняття рішень. TEM (Threat and error management) надає відповідь, яким чином здійснюється управління помилками.

### **ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ-ЛЬОТЧИКІВ**

*А.В. Гава<sup>1</sup>; Р.Р. Рудь<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Галларатський авіаційно-технічний інститут*

Сучасні збройні конфлікти характеризуються активним впровадження новітніх інформаційних технологій. Тому, на сьогодні усе більше постає питання опанування цих технологій для їх використання у збройній боротьбі. При чому, слід зазначити, що саме високий рівень тактичної підготовки командної ланки забезпечує ефективність ведення бойових дій та збереження життя підлеглих. А процес набуття навичок тактичного мислення довготривалий тому має починатися ще з підготовки в університеті.

Останнім часом з'явилися домовленості з західними партнерами (курсантами та офіцерами) щодо організації та проведення тактичної підготовки курсантів льотного факультету за стандартами НАТО з використанням авіасимуляторів. Зараз обговорюються організаційні питання щодо реалізації тактичної підготовки курсантів за новим підходом.

Новий підхід до тактичної підготовки курсантів може дозволити вже на початковому етапі формування повітряного бійця закласти основи ситуаційної обізнаності, тактичного мислення та основи образу бойового застосування за новими методами та технологіями. При цьому, враховуючі перспективи переходу на західні зразки бойових авіаційних комплексів з'являється можливість віртуальних польотів (місій) з закордонними льотними школами (пілотами), що сприятиме практичному ознайомленню із закордонними підходами до тактики ведення бойових дій авіацією з курсантської пори.

## **ПИТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КЛАСУ ЛЬОТНО-ТАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ**

*М.Т. Гловацький; Д.Є. Огородников; Д.О. Михайличенко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У минулому році був створений комп'ютерний клас, який обладнаний авіасимуляторами. Організація його використання в системі підготовки курсантів може забезпечити:

- доступність для групового навчання (курсанти можуть одночасно тренуватися за єдиним сценарієм або завданням);

- мережеве інтернаціональне віртуальне співробітництво (курсанти різних вищих військових навчальних закладів можуть здійснювати тактичну підготовку за різними місіями, що може бути корисним для тренування інтернаціональної командної роботи та співробітництва та покращення мовної підготовки);

- індивідуальне навчання (кожен учасник може працювати над своїми слабкими місцями та розвивати власні навички індивідуальним навчанням та тренуванням);

- моніторинг та оцінку (вбудовані засоби об'єктивного контролю завдяки дозволять проводити моніторинг прогресу навчання курсантів, оцінювання їхніх вмінь та навичок, а також для проведення симуляційних тестів та вправ);

- уніфікація для навчання на різних типах літаків (можливість навчання на літаках, які є на озброєнні в Повітряних Силах України так і на літаках дружніх або ворожих країн).

Важливі питання щодо ефективності використання:

- підготовка інструкторів та моніторинг користувачів;
- забезпечення доступності та технічної підтримки та досконалість програмного забезпечення;

- організація навчального часу для підготовки курсантів різних курсів.

## **СУЧАСНІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ-ЛЬОТЧИКІВ**

*С.Ю. Пеня  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Сучасні методики навчання курсантів відображають новітні підходи до освіти та навчання, які орієнтовані на покращення засвоєння матеріалу, розвиток критичного мислення, комунікаційних навичок та практичних вмінь. Деякі з цих методик включають:

а) активне навчання: акцент на взаємодію курсантів з матеріалом через вправи, дискусії, проекти та інші діяльності, що стимулюють їхню участь та взаємодію;

б) проблемно-орієнтоване навчання: розв'язання реальних або прогнозованих проблем, що створює стимул для креативного мислення, досліджень та співпраці;

в) застосування сучасних технологій: відеоуроки, віртуальна (доповнена, змішана) реальність, інтерактивні платформи та мобільні додатки;

г) спіральне навчання: метод закріплення пройденого матеріалу відразу з мінімальними проміжками часу;

д) індивідуалізація: дозволяє курсантам пристосовувати навчання до їхніх індивідуальних потреб та темпу, включаючи персоналізовані навчальні плани та оцінку;

е) цифровий контроль готовності: використання хмарних, мережевих та інших обчислювальних ресурсів та баз даних.

Впровадження сучасних методик навчання в систему підготовки курсантів може бути складним, але водночас надзвичайно важливим для забезпечення їхнього успіху та готовності до майбутніх викликів. Шляхи ефективного впровадження новітніх методик пропонуються для обговорення.

## **РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ БОЙОВОГО МАНЕВРУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ АБ З КАБРИРУВАННЯ**

*М.М. Бойко*

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

Аналіз застосування авіації при рішенні задач антитерористичної операції (АТО) та під час повномасштабного вторгнення показав основні та вирішальні фактори, за допомогою яких можна істотно збільшити ефективність подолання ППО противника та сприяти успішному виконанню бойового завдання, це такі фактори як:

– визначення оптимальних умов атаки з урахуванням граничної та мінімально допустимої за рельєфом місцевості висоти польоту;

– точне вирішення задачі літаководіння та навігації екіпажами для виведення літака у точку початку маневру;

– активне використання наявних засобів оборони літака;

– завчасне вивчення умов польотного завдання, місця розташування засобів РЕБ, ППО, ЗРК противника та вивчення аспектів у подоланні визначених за даними розвідки типами техніки.

При виконанні бомбометання застосовуються різні способи його виконання, основними є бомбометання з горизонтального польоту, бомбометання в режимі набору висоти, так зване бомбометання з кабрирування, а також бомбометання з пікірування. Розглянемо всі ці способи, підкресливши в них їх переваги та недоліки.

Розрахунковий результат можна порівняти з умовами бомбометання на швидкості 800 км/год, перевантаженню 5.5 од. і стрілоподібністю 45-60 градусів, у цьому порівнянні різниця між висотами виходу з атаки буде 27 м, а різниця в дальності польоту 1833 м. Підсумовуючи це, ми визначили, що найбільш ефективне виконання сбросу АБ типу ФАБ-250ТС та ФАБ-500ТС буде при видержуванні льотчиком кута тангажу 30 градусів, швидкості

800 км/год, перевантаження в 5.5 одиниць та механізації крила у діапазоні від 45 до 60 градусів, при виконанні відвороту після маневру скидання з максимальним креном та вертикальною швидкістю зниження до гранично малої висоти.

## **АНАЛІЗ ЗМІН ХАРАКТЕРУ ТА МАСШТАБІВ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЇ У ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ**

*М.О. Долженко*

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

В доповіді наведено загальний аналіз змін характеру та масштабів застосування авіації країн-членів НАТО, Ізраїлю, Російської Федерації та України у збройних конфліктах ХХ та ХХІ століття. Зроблено оцінку успішного бойового досвіду застосування тактичної авіації країн-членів НАТО та Ізраїлю за наступними категоріями:

- тактика, що вже впроваджена в тактичній авіації України;
- досвід що може бути легко перейнятий та впроваджений в порівняно невеликі строки;
- масштаби та характер застосування бойової авіації країн-членів НАТО та Ізраїлю, впровадження яких в авіації Повітряних Сил недоцільно або неможливо.

Визначені можливості щодо впровадження позитивного досвіду застосування бойової авіації, у тому числі за рахунок активного впровадження та використання в системі спеціалізованої професійної підготовки різноманітних інформаційних технологій та імітаційно-тренувальних засобів.

Запропоновані актуальні питання, які потребують обговорення під час проведення науково-практичної конференції.

## **РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ВИСОКОТОЧНОЇ ЗБРОЇ У СУЧАСНИХ ВІЙНАХ**

*Д.О. Лейченко; Я.А. Микитин*

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

Сучасні бойові дії відбуваються в умовах постійного обміну інформацією між частинами, підрозділами, окремими одиницями техніки і навіть окремими військовослужбовцями в режимі реального часу постійно підвищується. Тому постійно підвищується роль і місце високоточної зброї (ВТЗ). Російсько-українська війна, під час котрої українські захисники грамотно використовуючі ВТЗ усе більш ефективно знищують наземні, морські та повітряні цілі противника є цьому підтвердженням.

Центральне місце ВТЗ в сучасних війнах обумовлена наступними перевагами:

- ВТЗ дозволяє мінімізувати ризик поранення та вбивства цивільних осіб та ушкодження мирних об'єктів;
- ВТЗ забезпечує ефективне ведення операцій шляхом точного ураження важливих об'єктів противника, що сприяє досягненню стратегічних цілей;
- зменшення ризику для власних військ за рахунок ведення “безконтактних” бойових дій;
- ВТЗ збільшує точність управління вогнем, забезпечуючи ефективність у веденні бойових дій та досягненні максимального впливу на противника;

– використання високоточної зброї має психологічний ефект на противника.

Отже, ВТЗ відіграє важливу роль у сучасних війнах. Її використання сприяє мінімізації цивільних жертв, підвищує ефективність бойових операцій, забезпечує безпеку власних військ та збільшує точність управління вогнем.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ КУРСАНТОЦЕНТРОВАНОГО НАВЧАННЯ**

*Я.І. Микуляк*

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

Принципи курсантоцентованого навчання, викладання та оцінювання разом з використанням інноваційних технологій, різних форм здобуття освіти та професійних компетентностей є основою для організації освітнього процесу. Його реалізацію можливо забезпечити виконанням завдань:

– підвищення рівня довіри до курсантів на рівні колег: “Курсант – наш майбутній захисник”, що є необхідною умовою для формування у них здатності самостійно і творчо застосовувати засвоєнні знання, уміння та навички під час вирішення прикладних практичних завдань;

– забезпечення курсантоцентризму системи навчання на засадах особистісно-орієнтованої педагогіки покращення умов для реалізації індивідуальної траєкторії навчання курсантів;

– забезпечення реалізації можливостей академічної (міжнародної) мобільності та диференційних підходів до навчального процесу;

– розширення форм і методів самостійної роботи курсантів, самодіагностики знань, зокрема інтерактивних технологій;

– створення сприятливих умов курсантам з видатними досягненнями, заохочення їх до активної участі у творенні навчального процесу;

– розширення спільних, міждисциплінарних та подвійних програм, мережевої, інших форми здобуття вищої військової освіти, з урахуванням упорядкування навчального часу;

– мотивування курсантів до постійного саморозвитку та самовдосконалення;

– реалізацією соціальних та оздоровчих проєктів тощо.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КУРСОВОЇ СИСТЕМИ ГМК-1**

*О.В. Фірсовський*

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

Курсова система ГМК-1 призначена для визначення та видачі інформації льотчику про курси та кути розвороту літака, також видає сигнал відхилення від заданого курсу.

У процесі передпольотної підготовки літака курсова система перевіряється в обох режимах роботи. За шкалою широтного потенціометра повинна бути встановлена широта аеродрому (на пульті ПУ-26Е перемикач у положенні ПВНІЧ). Перевірити встановлення стрілки магнітного схилення на корекційному механізмі КМ-8 на позначку шкали, що відповідає його фактичному значенню.

У режимі ГПК при натисканні на перемикач задатчика курсу по черзі ліворуч і праворуч шкала покажчика курсу повинна обертатися відповідно у бік зменшення та збільшення курсу.

У режимі магнітної корекції після натискання кнопки узгодження показачики системи повинен показувати магнітний курс стоянки літака, а при встановленні перемикача КОНТР. 0-300° в те чи інше положення – відповідно 0 або 300°. При цьому загоряються лампи ЗАВАЛ ГА на пульті ПУ-26Е та на приладових дошках.

Перед зльотом необхідно узгодити систему за магнітним курсом. Після 45-60 хвилин польоту можна натисканням кнопки узгодження в режимі прямолінійного горизонтального польоту з постійною швидкістю скоригувати показання системи відповідно до магнітного курсу.

У разі відмови курсової системи курс при поверненні на аеродром визначається за радіокомпасом, магнітним компасом та аеродромними засобами навігації та посадки.

### **ОСОБЛИВОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ БОМБ З УНІВЕРСАЛЬНИМ МОДУЛЕМ ПЛАНУВАННЯ ТА КОРЕКЦІЇ (УМПК) У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНІ**

*А.А. Наумова*

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

Бомби з УМПК стали важливим елементом в бойовому арсеналі армії РФ у війні проти України. Вони мають свої переваги, такі як велика руйнівна сила та можливість атакувати цілі в умовах погіршеного видимості, але також і недоліки, такі як недосконалість конструкції та ризик неконтрольованого пошкодження цивільних об'єктів.

Переваги авіабомб із УМПК у тому, що маса бойового навантаження в бомбі досягає приблизно 70 % від стартової маси, тоді як в аналогічній ракеті – лише 15-20 %. Оснащення авіаційних бомб універсальним модулем плануванням та корекції значно дешевше виготовлення керованих авіаційних бомб та керованих авіаційних ракет.

Оснащення вільнопадаючих авіабомб УМПК значно розширює зону ураження цих засобів, надає їм нові бойові можливості, які фактично переміщують їх у категорію повноцінної високоточної зброї, що застосовується поза зоною дії ППО противника, але має більшу ефективність за значно меншої ціни.

Таким чином, розробка і впровадження вітчизняних УМПК дасть змогу підвищити точність і функціональність бомб, що вільно падають, і, залежно від повноти комплектації, отримати високоточну зброю, яку застосовують із малих висот поза зоною дії об'єктів ППО противника.

Силам оборони України варто зосередитися на вдосконаленні систем протиповітряної оборони та розвідки для ефективної боротьби з цією загрозою.



## **СЕКЦІЯ 2**

### **АВІАЦІЙНИЙ ТРАНСПОРТ**

Керівники секції: к. т. н. доц. полковник Володимир ЯЩЕНОК  
Секретар секції: старший солдат Микита СЕМЕНОВ

#### **АЛГОРИТМ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОЕКТНИХ ПАРАМЕТРІВ ФЕНЕСТРОНА**

*Д.А. Григоров; О.В. Пальчук*

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

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

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

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

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

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

В подальшому розроблений алгоритм буде використаний для вибору параметрів фенестрона проектованого вертольоту.

#### **АНАЛІЗ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАДАЧ ВЕРТОЛЬОТІВ ПЕРВИННОЇ ПІДГОТОВКИ**

*І.О. Ткачук; В.В. Сидловський*

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

Завдання зовнішнього проектування легкого вертольоту первинної підготовки курсантів зводиться до визначення області його ефективного існування. Первинне навчання курсантського та льотного складу є досить складним і тривалим процесом, який супроводжується значними матеріальними витратами. Можливість виконання завдання вертольотом визначається комплексом його параметрів.

Висока вартість підготовки курсантів обумовлена використанням вертольотів не за призначенням з такими льотно-технічними характеристиками які значно перевищують ті, що входять до області ефективного існування вертольоту.

Призначення і задачі легкого вертольоту для підготовки курсантів визначені Тимчасовим курсом бойової (льотної) підготовки (ТКБЛП).

Тому аналіз задач і програм дозволяє визначити льотно-технічні характеристики вертольоту його конструктивно-компонувальну схему та умови забезпечення безпеки польотів під час його льотної експлуатації.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ УТОМНОЇ МІЦНОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС АГРЕГАТИВ АвіАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ: АНАЛІЗ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ІНОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ**

*Д. Ігнат'єв*

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

Дослідження шляхів підвищення утомної міцності зубчастих коліс агрегатів авіаційної техніки є актуальним для забезпечення надійності та ресурсу таких систем. Утворення корозії на зубчастих колесах може призвести до зниження їх міцності та ресурсу, що може бути критично важливим для безпеки польотів.

Для підвищення утомної міцності зубчастих коліс агрегатів авіаційної техніки можуть бути використані наступні підходи:

– оновлення матеріалів: використання нових матеріалів з покращеними властивостями корозійної стійкості та міцності може бути ефективним способом підвищення утомної міцності зубчастих коліс;

– оновлення конструкції: модифікація конструкції зубчастих коліс для зменшення контактних поверхонь та зменшення можливості накопичення корозійно-активних речовин може бути корисним для зменшення корозії;

– частосування покриттів: покриття зубчастих коліс спеціальними покриттями;

– оновлення технологій виробництва: використання нових технологій виробництва зубчастих коліс, які дозволяють отримувати продукти з більш високими показниками міцності та корозійної стійкості, може бути корисним для підвищення утомної міцності;

– оновлення методів обслуговування: регулярне обслуговування та ремонт зубчастих коліс.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІЙСЬКОВОГО ВЕРТОЛЬОТУ ПРИ ПОСАДЦІ**

*В. Касьян*

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

У наш час вертоліт став невід'ємною частиною систем озброєння майже усіх держав світу. Вивчаючи досвід бойових дій в Південно-Східній Азії, Афганістані, Близькому Сході та в зоні ООС можна визнати, що роль вертольотів у сучасній війні дуже велика та мобільна. При цьому на вертоліт покладаються різні задачі, а саме безпосередня підтримка вогнем сухопутних військ та бойової техніки, ведення повітряної розвідки, радіоелектронної боротьби, несення патрульної служби, знищення танків та інших пересувних броньованих цілей.

У даному проєкті пропонується удосконалення несучого гвинта для вертольоту Ми-24 з метою покращення експлуатації. Обслуговування

несучого гвинта, передбачає збереження покриттів лопатей, їх цілісності і надійність кріплення, збереження шарнірних з'єднаннях втулки, своєчасне виявлення дефектів і їх усунення.

Таким чином в ході цієї роботи пропонується виконати конструктивне удосконалення несучого гвинта для вертольоту Ми-24.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА ЗМІНУ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІЙСЬКОВОГО ВЕРТОЛЬОТУ**

*А. Марченко*

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

Застарілий парк повітряних суден, які стоять на озброєнні Збройних Сил України свідчить про те, що велика кількість повітряних суден мають гранично малий залишок ресурсу. Вагоме значення при оцінці ресурсу повітряного судна має ресурс авіаційного двигуна, який в свою чергу визначає його надійність, безпеку польоту та готовність до вильоту. Актуально постало питання щодо експлуатації авіаційних двигунів в умовах закінчення призначеного ресурсу.

Розроблена аналітична модель процесу технічного обслуговування і ремонту авіаційних двигунів яка дозволяє врахувати достовірність бортових та наземних засобів контролю, надійнісні характеристики обладнання при різних видах відмов та особливості процесу ТО і Р авіаційних двигунів.

Встановлено оптимальну періодичність проведення профілактичних робіт, при котрій буде забезпечено максимальне значення коефіцієнта технічного використання при мінімумі середніх питомих витрат для деяких зразків авіаційних двигунів.

Показано, що при низьких значеннях безвідмовності об'єкта контролю необхідно частіше проводити технічне обслуговування, а сам коефіцієнт технічного використання є порівняно малим. При цьому зі збільшенням достовірності контролю як наземних, так і бортових засобів експлуатаційного контролю коефіцієнт технічного використання – збільшується.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ШЛЯХІВ ЕВАКУАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО СУДНА З МІСЦЯ ВИМУШЕНОЇ ПОСАДКИ**

*Д. Чижик*

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

Вертольоти армійської авіації і Повітряних Сил ЗСУ виконують завдання на значному віддаленні від базових і позабазових аеродромів, де в випадку вимушеної посадки ремонтно-відновлювальні підрозділи не можуть забезпечити евакуацію.

Метою даного дослідження є визначення можливостей самостійного відновлення льотного стану екіпажем на місці вимушеної посадки та продовження польоту на одному робочому двигуні до базового або позабазового аеродрому для вертольоту типу Ми-8 з урахуванням досвіду проведення АТО і ООС, збройної агресії рф.

Досягнення необхідної зльотної маси пропонується за рахунок зменшення зльотної маси шляхом демонтажу деяких елементів вертольоту без втрати здатності до польоту і збереженні його центрування.

Для цього буде проведено розрахункове доведення здатності вертольоту долетіти до базового або позабазового аеродрому на одному робочому двигуні, розрахунок необхідної для цього злітної маси і розрахунок центрування при різних схемах демонтажу елементів, розрахунок необхідної кількості затраченого часу на демонтаж елементів.

На основі цих розрахунків будуть розроблені рекомендації екіпажу, щодо порядку демонтажу елементів для типових схем спорядження вертольоту.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА**

*В. Погорелов*

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

Одним з пріоритетних напрямків розвитку військово-транспортної авіації є створення технологій, направлених на зниження собівартості транспортних та перевезень особового складу. Одна з найважливіших задач при цьому полягає в розробці заходів, щодо підвищення економії палива при виконанні транспортних перевезень. Одним з критеріїв економічності транспортного літака є так звана паливна ефективність літака, яка визначає кількість палива на одиницю перевезеного вантажу.

Основна мета покращення паливної ефективності полягає не стільки в простій економії палива, як у створенні умов як найменшої його витрати, у протилежному випадку найбільш ефективно було б літати з найменшим завантаженням, при якому забезпечуються найменші годинні витрати палива.

В даній роботі ми розглянемо питання покращення паливної системи військово-транспортного літака та економію палива. Мета створити прилад, що дозволить вести безперервний контроль за зміною центрування літака в міру витрати пального в баках покращити паливну систему.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВІТРЯНОЇ СИСТЕМИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*Г.А. Берлов*

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

Сучасні воєнні операції вимагають високої ефективності та надійності військової техніки, зокрема повітряних суден. У цьому контексті, дослідження напрямків покращення експлуатаційних характеристик гелікоптерів, зокрема Мі-8, має велике значення.

Бойова ефективність вертольотів Мі-8 значною мірою залежить від надійності та оперативності їх запуску. Повітряна система відіграє критичну роль в цьому процесі, забезпечуючи подачу стисненого повітря для стартера та інших пневматичних агрегатів. Однак, існують обмеження у функціональності стандартної системи запуску Мі-8, особливо в несприятливих умовах, таких як:

- низька температура;
- висота;
- часті перезапуску двигуна.

Аналіз існуючих систем показує, що обмеженість кількості запусків двигуна становить серйозну проблему в експлуатації гелікоптерів, особливо в умовах інтенсивних бойових операцій. Додавання додаткового балону з повітрям у систему запуску двигуна стане ефективним підвищенням цієї проблеми. Одним із головних переваг цього підходу є підвищення надійності та стабільності роботи двигуна в умовах інтенсивної експлуатації.

Отже, впровадження додаткового балону з повітрям у систему запуску двигуна є перспективним напрямком для покращення експлуатаційних характеристик цього повітряного судна, що в свою чергу підвищить загальну ефективність військових операцій та забезпечить безпеку й надійність його експлуатації.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**

*Д.В. Деркач*

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

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

Для забезпечення виконання поставлених завдань на високому рівні необхідне використання сучасної техніки. Прикладом такого оновлення може стати модернізація паливної системи, а саме інтеграція системи управління паливом із сучасною бортовою авіонікою для ефективного контролю подачі та витрат палива яка дасть змогу оптимізувати процеси витрати палива в реальному часі.

Прийнято вважати, що в країнах, які є визнаними світовими лідерами у питаннях введення у стрій нового озброєння, подібна практика не використовується. Це твердження не відповідає дійсності. Приклад цьому літак С-130. Перший політ відбувся 23 серпня 1954 року. В той час тактико-технічні можливості літака повністю відповідали вимогам військово-транспортної авіації, але з роками виникла потреба у поліпшенні технічних характеристик повітряного судна. Для цього розробники встановили модернізовано цифрову паливну систему FQIS (Fuel Quantity Instrumentation System). Це дозволило значно підвищити точність вимірювання палива та оптимізувати його витрати.

Схожим шляхом можна піти і при вирішенні проблем, що стосуються покращення технічних характеристик літака Ан-26.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА**

*Д. Штена*

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

Військово-транспортна авіація є однією з основних складових Повітряних Сил Збройних Сил України для своєчасного забезпечення життєдіяльності і боєготовності військових підрозділів, виконання місій і завдань, необхідних

для проведення мирних і військових операцій на регіональному, міжрегіональному і стратегічному рівнях. Тому потрібно провести дослідження можливості модернізації існуючої авіаційної техніки і додавання до неї деяких властивостей техніки наступного покоління.

Одним із шляхів покращення літака є модифікація його двигуна. Удосконалення двигуна може відбуватися за рахунок модернізації його компресора.

Аналізуючи тактико-технічні дані літаків, можна зробити висновок про те, що на цей час майже всі літаки ВТА легкого класу, як правило, мають силову установку з ТГД. Цей тип двигунів має кращі економічні характеристики у порівнянні з ТРДД.

Роботи по обслуговуванню нових виробів в технологічній частині виконуються у відповідності до Керівництва з технічної експлуатації заводів-виробників в обсязі і в строки, встановлені цим ТО чи доповненням до нього.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ЛІТАКА ТИПУ АН-26 ПРИ РУСІ ПО НЕРІВНОМУ АЕРОДРОМУ**

*Н.О. Герман*

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

Стійка шасі літака типу Ан-26 під час експлуатації зльоту та посадки піддається вібраціям та коливанням.

Для боротьби з такими вібраціями на деяких сучасних літаках застосовують системи автоматичного демпфірування коливань. Принцип дії цих систем заснований на створенні сил і моментів, протидіючих пружним коливанням конструкції. Для цього можуть використовуватися звичайні рулеві поверхні літака або додаткові, наприклад розташовані в носовій частині фюзеляжу.

Коливання, що виникають під час руху літака по ґрунту. На відміну від розглянутих вище видів вимушених коливань тривалість вібрацій літака при русі ґрунтом відносно невелика (тільки на посадці та зльоті), але вони вносять значну частку втомних пошкоджень у конструкцію. Вібрації можуть призводити до швидкого зносу обладнання, утрудненню управління літаком при зльоті (посадці), втомі екіпажу.

Оцінюючи умови роботи обладнання, треба визначити рівні вібрацій, а також уточнюють причини (джерела) діючих збудливих сил.

Проведення дослідних розрахунків дали можливість застосувати систему автоматичного демпфірування.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРСАЖНОЇ КАМЕРИ ЗГОРАННЯ ТРДДФ СИЛОВАЇ УСТАНОВКИ БОЙОВОГО ЛІТАКА СУ-27**

*В.В. Погорелова*

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

Актуальність даної роботи є покращення тягових характеристик двигуна, зменшення гідравлічних витрат форсажної камери згорання, покращення повноти згорання палива.

Розробка направлена на зменшення втрат повного тиску в форсажній камері згорання авіаційного двигуна на нефорсажних режимах, покращення стійкості горіння на форсажних режимах. У запропонованій ФКЗ стабілізація полум'я здійснюється шляхом підведення повітря високого тиску під кутом до основного газового потоку розпилювальних струменів з попередньою підготовкою ППС.

Розроблена удосконалена форсажна камера згорання, а саме зміна стабілізатори полум'я на центральний і периферійний аеродинамічні стабілізатори. Така схема стабілізації полум'я у ФКЗ має такі переваги: характеристики ФКЗ практично не залежать від параметрів повітря, знижені гідравлічні втрати та зменшена його маса; підвищена повнота згорання палива; збільшений діапазон стійкості горіння в області "бідних" сумішей.

Застосувавши дані стабілізатори полум'я тяга двигуна збільшилась на 3% на режимі повний форсаж. Зменшення гідравлічних опорів покращена економічність на не форсажних режимах. Зі збільшенням тяги двигуна збільшилось швидкість літака. Яка дає нам можливість ефективніше виконувати поставленні завдання в зоні бойових дій.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ДЕМАСКУЮЧИХ ТА ДЕШИФРУВАЛЬНИХ ОЗНАК ВІЙСЬКОВИХ ОБ'ЄКТІВ**

*І.Р. Калінін; Г.Б. Ейдельштейн*

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

На підставі досвіду застосування розвідувальної авіації та Безпілотних авіаційних комплексів по веденню повітряної розвідки для забезпеченні бойових дій ЗС України, застосування за призначенням підрозділів обробки матеріалів повітряної розвідки можливо зробити висновок, щодо доцільності застосування саме автоматизованих способів виявлення військових об'єктів та техніки супротивника, які реалізуються на відповідних програмно-технічних комплексах. При чому, інформація на зазначені програмно-технічні комплекси повинна надходити з різноманітних систем, які входять до складу бортових комплексів літаків-розвідників, як пілотованих так й безпілотних.

У роботі проаналізовані основні дешифрувальні ознаки переважно об'єктів сухопутних військ – різноманітних зразків бронетанкової техніки, а саме ОБТ, БМП та БТР. Проведено порівняльний аналіз відомих способів автоматичного виявлення та ідентифікації військових об'єктів вказаного класу. Найбільш ефективним з яких вважається автоматичне розпізнавання зображення за допомогою виділення вектора ознак для сигналів, що реєструються у різних діапазонах електромагнітного спектру дешифрованих зображень з високим просторовим дозволом.

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТА МИ-24**

*Н. Григоренко*

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

Повітряні сили Збройних сил України активно залучені до захисту територіальної цілісності та суверенітету країни в умовах військового конфлікту з російською агресією. Модернізація повітряних сил ЗСУ відріає

ключову роль у зміцненні оборони країни та забезпеченні відповідності її військових потужностей вимогам сучасної воєнної ситуації.

Тому на основі проведеного аналізу встановлено, що покращення маневрених характеристик є одним з основних напрямків підвищення бойової ефективності ударного вертольота в умовах України. В роботі запропонована математична модель та методика розрахунку динаміки руху вертольота на основі удосконаленого методу потужностей. Перевірка достовірності результатів, запропонованої методики які отримані за допомогою моделювання показує, що розбіжність розрахункових даних з даними льотного експерименту та розрахунками інших авторів не перевищує 5 %. В роботі шляхом проведення чисельного експерименту обґрунтована можливість: удосконалення виконання плоского розвороту на вертольоті Ми-24; виконання на вертольоті Ми-24 віражу тангажом; збільшення поступальної швидкості польоту вертольота Ми-24 хвостом вперед до 120 км/год; збільшення поступальної швидкості польоту вертольота Ми-24 вліво до до 100 км/год. Умовний радіус розвороту вертольота Ми-24 під час виконання плоского розвороту на швидкостях  $V=100-300$  км/год на 60 % менше, ніж радіус розвороту при виконанні розвороту та форсованого розвороту. Використання під час ближнього наведення плоского розвороту дозволяє збільшити імовірність ближнього наведення вертольота з відстані 5-15 км на швидкостях польоту  $V=100-300$  км/год на 33 %.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РЕГУЛЮЮЧОЇ АПАРАТУРИ АВІАЦІЙНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА МИГ-29**

*М.А. Синюк; Ю.В. Георгієв*

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

Авіація у військовій справі відіграє ключову роль і є невід'ємною складовою військових операцій та оборони держави.

Це обумовлено прискореним темпом зростання обсягів робіт інженерно-авіаційної служби, зростаючою складністю авіаційної техніки і впровадженням нових методів діагностування АТ. Однією з важливих складових авіаційного обладнання є системи електропостачання до якої також відноситься система постійного струму та її регулююча апаратура. Повітряні судна потребують стабільного електроживлення для роботи бортового обладнання і навігаційних систем.

Щоб зменшити перепади напруг, була розглянута можливість покращення роботи генератора ГСР-СТ-12/40А та системи регулюючої апаратури.

На підставі даних що до діагностування технічного стану основного джерела електричної енергії постійного струму літака МиГ-29 генератора ГСР-СТ-12/40А, рівня і характеру несправностей даного генератора повинні створюватися конкретні рекомендації по керуванню процесом ТО з урахуванням необхідних показників якості роботи і надійності джерела постійного струму.

Зокрема, це можуть бути рекомендації з коригування поопераційного контролю, номенклатури контрольованих параметрів, рекомендацій з коригування окремих технологічних операцій або введення додаткових діагностичних випробувань.



## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ВЕРТОЛЬОТА**

*А.О. Сіняєв*

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

Роль армійської авіації у наступальних та оборонних операціях військ, як засобу авіаційної підтримки загальновійськових і танкових підрозділів дуже зросла. Вона стала основним засобом авіаційної підтримки. Під час бойових дій, важлива роль у виконанні завдань призначена саме вертольотам.

Дальність та тривалість польоту залежать від кількості запасу палива на борту вертольоту при зльоті та економічності його витрати. Актуальним завданням є покращення льотно-технічних характеристик вертольоту Ми-8 МСБ, а саме – покращення дальності польоту.

Для збільшення дальності та тривалості польоту пропонується збільшити об'єм підвісних паливних баків.

Проведено проєктувальні розрахунки злітної маси вертольоту та розрахунок центрування вертольоту, а також розроблена принципова нова схему підвісних паливних баків.

З розрахунків отримано порівняльні результати дальності польоту до модифікації і після. З модифікацією вертоліт отримує на 53 % більше дальності, та на 54,5 % тривалості польоту. Це відкриває нові завдання та можливості, розширює тактичний радіус дії вертольоту.

Для вертольотів типу Ми-8 наявність додаткових баків в середині вантажної кабіни є суттєвим недоліком, який звужує простір для розміщення корисного навантаження та особового складу.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА**

*Р. Гресько*

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

У сучасних війнах авіація грає одну з ключових ролей. Завдяки ефективній роботі авіації здійснюється величезна кількість важливих воєнних завдань: розвідка, евакуація поранених, транспортування вантажів і, звісно, завдання вогневих ударів. Однак успіх цих завдань гарантується сприятливими умовами, зокрема босздатною технікою.

У зв'язку із застарілістю АТ і як наслідок збільшенні частоти відказів, на що вказує проведений аналіз несправностей на винищувачі Миг-29 пропонується виконати заходи, які будуть направлені на підвищення експлуатаційних властивостей винищувача що в подальшому дозволить витратити менше часу на усунення несправностей та підвищить довговічність літака. Відомо що багато відмов припадає на виріб Н019М а саме блоків. Одним з відказів є вихід команди “999” – “Небезпечний тепловий режим вир. Н019” спричиняє забруднення фільтру СЖО.

Основною причиною забруднення фільтра СЖО є відшарування алюмінієвих трубопроводів яке утворюється внаслідок малого рівня охолоджувальної рідини Антифриз-65 в системі. Згідно ЕРТО заміна

охлаждувальної рідини проводиться один раз на 24 місяці, що не забезпечує безвідмовну роботу АТ на даний період. Тому прийнято рішення замінити Антифриз-65 один раз в рік під час виконання періодичних робіт та перевіряти блоки виробу Н019 на відсутність течії антифризу після виконання заміни рідини. Що надасть змогу зменшити трудовитрати особового складу при підготовках до вильотів та збільшити можливість виконання поставленого бойового завдання.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ**

*Б.Б. Буца; Д.Н. Петраков*

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

Через необхідність постійного підтримання боєздатності держави та через неможливість закупівлі нових зразків авіаційної техніки існує потреба відновлення та якісного ремонту одиниць, які знаходяться на озброєнні. Одним з шляхів рішення вказаних проблем є застосування високоефективних ресурсозберігаючих технологій нанесення захисних (корозійностійких і ерозійностійких) покриттів. Нанесення захисних покриттів на найбільш навантажені деталі забезпечує істотне підвищення ресурсу їх роботи. Завдяки цьому вдається досягти багатократної економії матеріальних, сировинних, трудових ресурсів. Нанесення захисних покриттів це високоефективна, ресурсозберігаюча технологія, застосування якої дозволяє подовжити ресурс роботи спряжених деталей.

Переваги технології напилення.

Можливість нанесення покриттів на деталі вироблених практично з будь-якого матеріалу. Напилення можна наносити на покриття на деталі вироблені не тільки з металу але із скла, фаянса, фарфора і органічних матеріалів, цих переваг не має ні один із відомих методів поверхневої обробки.

Можливість направлення різних матеріалів за допомогою одного обладнання.

Відсутність обмежень по розмірам обробляємим виробів.

Покриття можна напиляти як на велику площину так і не обмежені ділянки великих виробів.

Напилення можна наносити як шар, що має декілька міліметрів, тоді як при електромагнітному хромованні товщина шару складає 6-300 мкм.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТУРБИНИ ДЛЯ ДВИГУНА РД-33-2С**

*А.С. Чесна*

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

Винищувальна авіація відіграє ключову роль у сучасних бойових діях, виконуючи широкий спектр завдань, що впливають на результат військових операцій. Вона залишається однією з найважливіших інструментів ведення бойових дій, її роль продовжує зростати в умовах сучасного військового протистояння.

Покращення силової установки є одним з ключових шляхів модернізації літака, що дозволяє значно підвищити його льотно-технічні характеристики та

бойові можливості. Одним із шляхів покращення силової установки є збільшення температури газу перед турбіною.

Вивчення можливостей удосконалення системи охолодження турбіни є надзвичайно важливим аспектом дослідження з покращення двоконтурних турбореактивних двигунів. Охолодження лопаток турбіни грає ключову роль у забезпеченні надійності та ефективності двигуна, особливо при підвищенні температури газів перед турбіною, для збільшення тяги та паливної економічності.

Використання двостінних лопаток з гібридним стрижнем з тугоплавких матеріалів є одним з передових рішень для вирішення проблеми високих температур в сучасних авіаційних двигунах. Аналіз та впровадження заходів з покращення системи охолодження турбіни є важливим етапом удосконалення двоконтурних турбореактивних двигунів. Сучасні технології та матеріали дозволяють створювати високоєфективні системи охолодження, що забезпечують надійність та ефективність роботи двигунів в умовах підвищених температур.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СВІТЛОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА МИГ-29 ДЛЯ АДАПТАЦІЙ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В НІЧНИХ УМОВАХ**

*Е.К. Василенко; Є.Є. Кренко*

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

Сучасне світлотехнічне і світлосигнальне обладнання – це поєднання систем освітлення та сигналізації. Системи освітлення забезпечують використання екіпажем іншого обладнання, безпеку польотів, нормальну роботу екіпажу та нічну посадку літака. Одним з основних недоліків старих систем освітлення та сигналізації на вітчизняних літаках є те, що вони створюють велике навантаження на систему електропостачання літака.

Досвід ведення бойових дій показує, що використання світлотехнічного обладнання а саме зовнішнього в умовах проведення бойових вильотів з оперативних аеродромів, коли в складних умовах, злітно-посадкова смуга не забезпечена підсвіткою, воно є одним із найважливіших елементів в забезпеченні безпеки польотів та збереженні життєдіяльності особового складу.

І тому дуже важливим рішенням для забезпечення безпеки польотів та зменшення споживання електроенергії, є перехід на нові види освітлювальних засобів, що зможуть не тільки замінити застарілі елементи, а й покращити в загальному характеристики за допомогою використання LED ламп.

## **ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ВИПРЯМНИХ ПРИСТРОЇВ**

*О.Є. Зенович, к.т.н., доц.; О.В. Малік*

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

Для контролю працездатності джерел електроенергії у теперішній час широко використовуються методи, засновані на спектральному аналізі вихідної напруги. Присутність у спектрі напруги характерних гармонік свідчить про наявність тих чи інших відмов.

Для проведення контролю цими методами потрібно мати спектр напруги при нормальній роботі, а також спектри, характерні типовим відмовам. Ці дані можна отримати експериментально або за допомогою моделювання. Для дослідження випрямного пристрою ВУ-6Б у середовищі Multisim була створена модель з урахуванням особливостей схеми і елементної бази.

За допомогою запропонованої моделі були отримані спектри вихідної напруги випрямного пристрою як при нормальній роботі, так і при типових відмовах: обривах і коротких замиканнях обмоток трансформатора, випрямних діодів, конденсаторів, дроселів.

Результати досліджень показують, що усі типові відмови, навіть ті, що не призводять до зниження напруги нижче припустимого рівня, впливають на спектр вихідної напруги. Цей факт можна використати при проведенні контролю випрямного пристрою і виявлення відмов на початкових стадіях.

Спектральний аналіз вихідної напруги можна також застосувати для контролю генераторів постійного струму.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

*А.В. Медвідь; Ю.В. Георгієв*

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

Відповідно до сучасних обставин, згідно яких Збройні Сили України виконують завдання із захисту суверенітету, територіальної цілісності та недоторканості України, підрозділи Повітряних Сил повинні бути в повній готовності до виконання різноманітних бойових завдань.

Надійність і ефективність авіаційних акумуляторних батарей стають ще більш критичними в умовах бойових дій, коли надзвичайно важлива швидкість реакції та безперерйна робота систем літака. Вони є ключовим елементом для успішного виконання місій, забезпечуючи живлення всіх необхідних систем у будь-яких умовах. Тому підтримка та перевірка авіаційних акумуляторних батарей мають велике значення для забезпечення ефективності та безпеки польотів під час бойових операцій.

В зв'язку з чим актуальним постає питання пошуку нових напрямків діагностування та найшвидших етапів зарядки та покращення функціонування акумуляторних батарей, а саме: використання високоефективних матеріалів, вдосконалення технології літєвих акумуляторів, вдосконалення управління акумуляторами, використання швидшої зарядки, розробка стійких до високих температур акумуляторів.

Ці покращення в технологіях акумуляторних батарей можуть допомогти в ефективності, надійності та правильності виконання бойових завдань.

## **РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ КРИТИЧНОГО РЕЖИМУ ПОЛЬОТУ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА**

*В.В. Бойко; Р.В. Василенко*

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

У зв'язку з воєнними діями та агресією Росії в Україні, використання повітряних суден стало ключовим для Збройних Сил України. Основні завдання – отримання переваги у повітрі, захист від ударів і збереження переваги над противником.

У автоматизованих системах більшість операцій в авіаційній безпеці відбувається без участі операторів, що надає стратегічне значення розробці систем попередження критичного режиму польоту літака-винищувача.

Критичні режими польоту включають ситуації, коли літак перебуває в небезпеці або може втратити контроль. Для недопущення виникнення таких параметрів необхідно застосовувати системи попередження про критичні режими польоту, які інформують екіпаж про наближення параметрів польоту до небезпечних значень.

Системи обмежувальних сигналів СОС-2,3 під час польоту не враховують взаємозв'язок параметрів безпечного польоту і призначаються для найнебезпечніших комбінацій, що обмежує функціональність літака та знижує безпеку польотів. Виконання польотів на критично низькій висоті потребує автоматизації керування, яка не повністю відповідає вимогам пілотів.

Створення перспективної системи попередження критичного режиму польоту є актуальним завданням. Нова система попередження розширюється за допомогою системи "Екран" та літакового відповідача "А-511", що поліпшує безпеку польотів і дозволяє оперативного виявляти відмови та надавати допомогу пілотам через радіоканал.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛІТАКА ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ**

*І.М. Туниця; Р.Р. Крук; О.Г. Галена*

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

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне застосування підрозділів Повітряних Сил з метою добування розвідувальної інформації з застосуванням засобів пілотованої та безпілотної авіації. При цьому слід зазначити про те, що до проблемних аспектів застосування засобів пілотованої авіації, основним представником яких є літак Су-24МР, відносяться наступні:

– моральна та фізична застарілість бортової оптикоелектронної системи повітряної розвідки та застосування;

– застосування пілотованих засобів розвідувальної авіації в умовах ведення бойових дій для нанесення ударів по ворожих позиціях як вітчизняними, так і закордонними зразками авіаційних засобів ураження.

В свою чергу, в зв'язку з очікуванням від країн-партнерів в рамках міжнародної технічної допомоги перспективних літаків тактичної авіації (F-16, Gripen) актуальним постає питання дослідження можливих комплексів повітряної розвідки, які можуть бути інтегровані на борту повітряного судна.

Аналіз проведених наукових досліджень свідчить про те, що на теперішній час на літаках досліджуваного типу, які стоять на озброєнні країн-членів НАТО, активно використовуються комплекси повітряної розвідки DB-110 та удосконалений варіант цього комплексу MS-110. Використання зазначених комплексів дозволить формувати дані повітряної розвідки в цифровому форматі, що дозволить суттєво покращити процес обробки розвідувальної інформації та скоротити часові затримки на її доставку до зацікавленого командування.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ВІДМОВ АВІАЦІЙНИХ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

*О.Д. Меланчук; Ю.В. Георгієв*

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

На сьогоднішній день, під час бойових дій в країні, Збройні Сили України обороняють Батьківщину заради захисту суверенітету, незалежності, яку здобули її непростим шляхом, підрозділи українських Повітряних Сил ставлять собі за мету бути повністю готовими до виконання будь яких бойових завдань.

У сучасних повітряних суднах основною системою електропостачання змінного струму використовуються статичні перетворювачі змінного струму. Їх завдання – це отримання змінного однофазного або трифазного струмів, щоб постачати електроенергію у бортове живлення повітряного судна. Якщо порівнювати їх з електромашинними перетворювачами, то вони є менш габаритними та забезпечують більш високими показниками, таким чином, якість електричної енергії також більш висока.

Завдяки цьому, статичні перетворювачі мають високу надійність, вони не вимагають періодичного обслуговування.

Методика та обладнання для перевірки статичних перетворювачів на сьогоднішній день, у теперішніх умовах є застарілою і не гарантує безвідмовну роботу під час виконання польотів, тому пропонується розробити удосконалені методи діагностування даного авіаційного обладнання та застосовувати стабілізацію параметрів перетворювачів, щоб це не призвело до змін характеристик та відмов самих статичних перетворювачів.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСУ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ВЕРТОЛЬОТУ ЗА РАХУНОК ТЕХНОЛОГІЇ HUMS**

*М.О. Васіляді; О.О. Клімішен, к.т.н., с.н.с.*

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

На цей час, учасники бойових дій в Україні, що захищають країну та її набутий важкими випробуваннями суверенітет і незалежність, вирішили, що головною метою підрозділів українських Повітряних Сил є повна готовність до виконання будь-яких бойових завдань.

Боездатність військових вертольотів є ключовим фактором успіху у сучасній війні. Проте традиційні методи контролю їх технічного стану мають обмеження, що знижують ефективність та збільшують витрати на обслуговування.

Впровадження технології HUMS значно покращує ситуацію. Автоматизовані системи контролю забезпечує безперервний моніторинг параметрів вертольота, що дозволяє виявляти несправності на ранніх стадіях, прогнозувати відмови та оптимізувати графік технічного обслуговування.

У сучасних умовах впровадження та удосконалення системи контролю та діагностування технічного стану військового вертольота на основі технології

HUMS. Це дозволить підвищити безпеку польотів, зменшити витрати на технічне обслуговування та покращити бойову ефективність вертольотів у сучасній війні проти ворога.

## **ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ КАСКАДНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З ОБЕРТОВИМИ ВИПРЯМЛЯЧАМИ**

*О.Є. Зенович, к.т.н., доц; А.Є. Іващенко*

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

Для діагностування джерел електроенергії повітряних суден у теперішній час використовуються методи, засновані на контролі електричних параметрів з наступним виконанням спектрального аналізу отриманого сигналу. Присутність у спектрі напруги або струму характерних частот певної величини свідчить про наявність пошкоджень.

Для застосування методу спектрального аналізу необхідно мати еталонні спектри напруг та струмів та спектри при виникненні відмов. Ці параметри можна отримати експериментально, або шляхом моделювання.

Для дослідження каскадного синхронного генератора з обертовими випрямлячами у середовищі Matlab була створена Simulink – модель. При цьому враховані особливості генератора: наявність у складі машини трьох генераторів, обертового випрямляча та тиристорного фазоімпульсного регулятора напруги. За допомогою запропонованої моделі були отримані спектри вихідної напруги генератора при нормальній роботі та при типових відмовах.

В результаті досліджень встановлено, що усі типові відмови, навіть ті, що не призводять до зниження напруги нижче припустимого рівня, впливають на спектр вихідної напруги генератора. Цей факт можна використати при проведенні контролю генератора.

Для підвищення достовірності контролю пропонується також вимірювати спектр вихідної напруги регулятора напруги.

## **РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ БПЛА**

*А.В. Петренко; С.Б. Кочук*

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

Зараз найбільш використовуваними БПЛА в Україні є квадрокоптери. Для реалізації його управління існує система автоматичного керування БПЛА.

Підхід до інформаційного забезпечення польотів малих і мініатюрних безпілотних літальних апаратів, який використовує інерціальні супутникові навігаційні системи як основне джерело інформації про польотно-навігаційні параметри, може бути недостатнім у випадку сильних радіоперешкод. Втрата інформації про кутове орієнтування, зокрема кути крену та тангажу, може призвести до втрати безпілотного літального апарата. У відсутності навігаційної інформації від супутникової системи лише мікромеханічна інерціальна навігаційна система не зможе забезпечити вихід апарата із зони радіоперешкод і повернення в точку старту.

Тому розробка структури системи автоматичного керування шляхом вдосконалення методів і алгоритмів керування дозволить запобігти втрати інформації про польотно-навігаційні параметри та автоматизація польоту при виконанні бойових завдань. Підвищення надійності інформаційного забезпечення, зниження ризику її втрати та втрати самого літального апарата. А саме використання технологій, принципів і методів країн партнерів у створенні системи автоматичного керування.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ**

*І.М. Тупиця; А.О. Литвиненко*

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

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне застосування підрозділів авіації для знищення сил та засобів противника. В зв'язку з чим підтримання належного технічного стану та своєчасне попередження відмов авіаційної техніки є досить актуальним питанням. В свою чергу, контроль технічного стану систем електропостачання є одним з основних видів робіт при їх технічній експлуатації. Основний зміст усіх видів контролю систем електропостачання становить діагностика, встановлення їх стану в поточний момент часу.

Існуючі засоби для проведення контролю не в повній мірі відповідають сучасним вимогам по глибини, достовірності, трудовитратам та уніфікованості. Мета роботи полягає в аналізі методів діагностування технічного стану авіаційних генераторів та розробці пропозицій стосовно вдосконалення систем діагностування технічного стану безконтактних авіаційних генераторів змінного струму.

Аналіз проведених наукових досліджень свідчить про те, що при проведенні діагностики генератора доцільно крім рівня напруги контролювати також перехідні процеси у системі електропостачання та спектральний склад напруги, що дозволить більш достовірно оцінити стан системи електропостачання.

Запропонований метод діагностування може бути корисним при створенні наземних і бортових автоматизованих систем контролю на мікропроцесорних обчислювальних пристроях, що дозволить поряд з діагностуванням вирішити й завдання прогнозування технічного стану системи.

## **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

*Г.Б. Ейдельштейн; О.М. Фішук*

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

Оптимізація процесу обробки даних повітряної розвідки передбачає впровадження новітніх технологій та методів аналізу отриманих інформаційних даних для ефективного використання їх у військових цілях. Це включає в себе розробку та вдосконалення програмного забезпечення для автоматизації процесу обробки та аналізу даних, використання штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання для виявлення та класифікації



об'єктивні інтереси, а також інтеграцію різноманітних джерел інформації для отримання комплексної та об'єктивної карти ситуації на території.

Оптимізація процесу має велике значення для ефективності та оперативності використання розвідувальної інформації. Сучасна система обробки даних повітряної розвідки в Україні використовує різноманітні методи та технології, такі як програмне забезпечення для обробки зображень, системи візуалізації даних та спеціалізоване обладнання.

Можливості для подальшого розвитку включають в себе вдосконалення алгоритмів обробки даних, використання штучного інтелекту, розвиток геопросторового аналізу. Ці можливості дозволять підвищити ефективність та точність.

### **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИКОНАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ АВІАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТИПУ АН-26 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

*К.А. Афанасьєв*

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

В умовах сьогодення, наша країна через війну з росією для ефективного ведення бойових дій максимально потребує повну бойову готовність всього авіаційного обладнання, зокрема під час використання повітряних суден типу Ан-26 для виконання важливих військових завдань. Бойова потужність літаків цього типу, необхідна для успішного виконання різних місій.

Статистичний досвід проведення оперативно-відновувальних заходів показує, що в середньому з десяти ушкоджених одиниць авіаційного обладнання, сім мають пошкодження елементів блоку електромеханічного обладнання, а три-чотири мають пошкодження різних систем.

Основними роботами з відновлення агрегатів та блоків АТ є демонтажно-монтажні та регулювально-доводочні роботи. Для бортової електромережі характерними є демонтажно-монтажні роботи, пайка. Практика ремонтних робіт на літаку Ан-26 показують що на заміну пошкоджених блоків витрачається менше часу ніж частковий ремонт електромережі.

У своїй роботі я пропоную використовувати спеціалізовані термоусаджувальні клеми для відновлення авіаційного обладнання. Цей метод є ефективним, швидким та бюджетним, що дозволить скоротити час і витрати на ремонт електромережі.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВИСОТНО-ШВИДКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ІК-ВСП-2-10 ЛІТАКА ВИНИЩУВАЧА СУ-27**

*А.В. Козир*

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

На сьогоднішньому етапі розвитку авіоники визначення повітряних параметрів вимагає підвищення точності та надійності роботи. В сучасних літальних апаратах знайшли широке застосування цифрові системи і пристрої для обчислення основних аеродинамічних параметрів польоту та видачі сигналів про них споживачам у вигляді коду. На заміну аналоговим приладам

прийшов цифровий інформаційно-вимірювальний комплекс ІК-ВСП-2-10, який встановлено на літаку Су-27.

Для визначення аеродинамічних параметрів на літаку використовуються датчики первинної інформації, які входять до складу систем СОС-3 та СВС-2Ц комплексу висотно-швидкісних параметрів ІК-ВСП-2-10. Такими датчиками є датчик вимірювання кута атаки та ковзання ДАУ-72, а також датчик тиску типу ДДГ. Датчик первинної інформації ДАУ-72 являється флюгерним вимірювачем аеродинамічних кутів. По аналогії з датчиком  $\alpha$  та  $\beta$  літака-винищувача F-16 пропонується сферичний вимірювач аеродинамічних кутів, замість флюгерного. Також у роботі запропоновано використовувати у складі системи СВС-2Ц мембранні датчики з оптичними елементами, на виході яких будуть формуватися цифрові сигнали пропорційні повному та статичному тиску, замість генераторного датчика типу ДДГ. Оскільки мембранні датчики є більш чутливими та надійними, за рахунок наявних фоточутливих елементів.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИМІРЮВАЧА РОСХОДУ ТА ЗАЛИШКУ ПАЛИВА ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА МІГ-29**

*А.С. Грабовецький*

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

Досвід бойових дій на території України показав, що застосування винищувальної авіації є ефективним засобом знищення техніки і військових цілей противника і набуває все більшого значення при виконанні багатьох різних завдань. Для забезпечення успіху бойового завдання пілота необхідна інформація про експлуатаційний стан всієї авіоніки повітряного судна.

Однією з найважливіших систем винищувача МіГ-29 є система вимірювання витрати і залишку палива, основною метою якої є забезпечення безперебійної подачі палива в двигуни літака і точне вимірювання запасу і витрати в паливних баках. Інформація про запас і витрату палива має першочергове значення для пілота. Це дозволяє точно розрахувати дальність і тривалість польоту, а програмне забезпечення для прогнозування витрати палива, дозволяє забезпечити необхідне центрування літака.

Існуюча система вимірювання витрати та залишку палива на борту літака-винищувача – це складна аналогова система вимірювання, що складається з взаємопов'язаних підсистем, але надійність застарілої елементної бази вже не завжди відповідає вимогам безпеки польоту.

Одним із способів підвищення надійності та точності вимірювання палива на борту літака є інтеграція сучасних бортових цифрових електронно-обчислювальних машин.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРТИКАЛІ ТА КУРСУ МАНЕВРЕНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*А.І. Вершигора; Р.В. Василенко*

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

Застосування повітряних суден в бойових діях передбачає оперативність, точність та раптовість дій, що накладає певні вимоги до пілотажно-навігаційного обладнання. Крім високої точності до систем навігації ставиться

ряд специфічних вимог, таких, як універсальність, надійність, автономність, захищеність від перешкод та скритність у роботі. Цим вимогам у високому ступені відповідають інерціальні навігаційні системи (ІНС), які є основними базовими підсистемами сучасних пілотажно-навігаційних комплексів і призначені як для визначення координат місцеположення літака, так і для вироблення сигналів керування його рухом по заданому маршруту.

Найбільш поширеними з навігаційних систем, які застосовуються на борту сучасних ПС, є системи зчислення шляху, побудовані на базі ІНС, що відрізняються автономністю, захищеністю від перешкод, скритністю дії, точністю та надійністю. Ці властивості, як показав досвід ведення бойових дій, мають суттєве значення при бойовому застосуванні авіаційних комплексів.

Найперспективнішими у теперішній час є безплатформні інерціальні навігаційні системи, які у порівнянні з платформними мають цілий ряд переваг: менші розміри, масу та енергоємність; значне спрощення механічної частини системи; скорочення часу початкового виставлення; спрощення рішення задачі резервування і контролю працездатності системи та її елементів.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АТОМАРНИХ ОЛИВ З РЕВІЛІЗІАНТАМИ В ЗАСОБАХ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*М.А. Борець; М.П. Долінський*

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

У роботі досліджуються напрямки подовження міжремонтного ресурсу двигунів внутрішнього згорання засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів у різних умовах експлуатації.

Одним із значущих напрямів рішення проблеми ресурсозбереження автотранспортним засобам в умовах їх безпосередньої експлуатації Доцільність даної роботи очевидна і також буде корисною при використанні автомобільної техніки у військовому конфлікті на території України, оскільки процес покращення експлуатаційних характеристик ЗАТЗП напряму зв'язаний з економією матеріальних засобів та підвищенням боєготовності військ.

Сучасна автомобільна техніка складається з безлічі конструктивних елементів у вигляді деталей та складальних одиниць, що взаємодіють між собою і навколишнім середовищем. Використання машин пов'язані з витрачанням трудових і матеріальних ресурсів і здійснюється за участі людини.

Традиційні технології ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на технічних сервісах не відповідають сучасним потребам, що висовуються до ресурсу довговічності. Як вихід – застосування високоєфективних технологій. Однією з них є технологія безрозбірного ремонту автомобілів. Ця технологія полягає в тому, що при додаванні спеціальних добавок в масло або паливо, у вузлах тертя механізму замість зносу починається зворотній процес. Проходить відновлення зношеної деталі з появою слоїв з високою зносостійкістю та малим коефіцієнтом тертя.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ЛІТАКА ВИНИЩУВАЧА СУ-27**

*О.М. Доценко*

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

На сьогоднішній день, в умовах українсько-російської війни, забезпечення надійності та стійкості навігаційних систем стає критично важливим, особливо з урахуванням можливого впливу радіоелектронної боротьби.

Механічні пристрої, які колись використовувалися як основні джерела інформації про просторове положення літаків, нині використовуються в якості резервних, а основними джерелами вимірювання просторового положення є системи та комплекси оптоелектронного та лазерного типів. Проте, в умовах військових дій, використання інерціальних навігаційних систем (ІНС) виявляється найбільш ефективним рішенням. ІНС, за умови введення у них початкової інформації про навколишнє середовище, можуть надавати необхідні для управління навігаційні параметри з потрібною точністю під час руху об'єкта, незалежно від електронних впливів ззовні.

Нові алгоритми та технології дозволяють забезпечувати стійкість та надійність ІНС, що стає критичним у воєнний час. Первинна інформація ІНС вимірюється за допомогою датчиків параметрів поступального руху (акселерометрів (А) або, гіроінтеграторів (ГІ) лінійних прискорень) і датчиків параметрів кутового руху об'єкта, звичайно гіроскопічних.

У контексті українсько-російської війни, важливою стає розробка та вдосконалення ІНС з метою забезпечення їх надійності та стійкості до можливих радіоелектронних впливів. Такі системи мають велике значення для забезпечення безпеки та ефективності використання літаків у таких умовах.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИЗЛЕДЕНІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ВЕРТОЛЬОТУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ КРАЇН НАТО**

*В.С. Горбенко*

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

Україна, борючись проти російського агресора, постійно підвищує ефективність своєї обороноздатності. Один з головних аспектів цього процесу – це розробка та удосконалення протизледенільної системи для військових транспортних вертольотів.

Для покращення протизледенільної системи військових транспортних вертольотів слід звернутись до досвіду експлуатації вертольотів у країнах НАТО. Перш за все, слід провести аналіз вже існуючих систем у НАТО, оцінюючи їх технічні характеристики, ефективність в різних кліматичних умовах. Вдосконалення вже існуючих датчиків протизледенільної системи, таких як РІО-3, СО-121ВМ і також можливість встановлення більш надійного датчика появи льодоутворення, а саме пневматичного сигналізатора фірми Research Limited. Зменшення енергоспоживання ПЗС, встановивши змінні генератори.

Покращення протизледенільної системи військових транспортних вертольотів на основі досвіду країн НАТО – важливий крок у забезпеченні

обороздатності України в умовах війни з російським агресором. Цей процес потребує спільних зусиль науково-технічних установ, військових експертів та промислових підприємств для розробки та впровадження передових технологій, які забезпечать ефективний захист вертольотів у будь-яких умовах експлуатації. Та наблизять Україну до перемоги.

### **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОГО РЕМОНТУ АВІАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКА- ВИНИЩУВАЧА СУ-27 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

*А.О. Зубарева; Є.С. Кренко*

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

Одним із головних інструментів стримування військової агресії проти України є покладання на Збройні Сили України, зокрема на Повітряні Сили таких завдань: стримування збройної агресії проти України з повітря та прикриття угруповань своїх військ від ударів засобів повітряного нападу; прикриття важливих об'єктів держави, захист територіальної цілісності країни; ураження військових об'єктів, техніки та живої сили країни терориста.

Система електропостачання являється невід'ємною частиною повітряного судна (ПС). Будь-яке обладнання сучасного літака авіації керується та контролюється за допомогою електронних пристроїв. Зліт, політ за маршрутом та посадка виконуються за допомогою великої кількості різних електричних систем.

В процесі експлуатації та при веденні бойових дій на ПС впливають різноманітні фактори від яких пошкоджується повітряне судно та більш уразливі місця електрообладнання, які потребують організації військового ремонту.

Досвід ведення бойових дій на території України показав, що експлуатаційні та бойові пошкодження ПС, а зокрема АО, в більшості випадків бувають комплексними, коли одночасно уражаються кілька блоків, агрегатів, вузлів, деталей, різних бортових систем, тому пропонується розробити покращення ВР АТ, провести модернізацію блоків та агрегатів для покращення рівня безпеки польотів та використання сучасних приладів перевірки ПС

### **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**

*К.С. Карлов*

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

Сучасні існуючі методи, засоби та інформаційні технології цифрової діагностики та моніторингу асинхронних двигунів мають ряд недоліків внаслідок обмеженості використовуваних методів та алгоритмів, застарілості технологій. Тому дуже важливим заходом є моніторинг поточного стану асинхронних електродвигунів шляхом використання інформаційних технологій з метою попередження аварійного стану та їх повного виходу з ладу.

У процесі створення інформаційної технології моніторингу поточного стану АД було проаналізовано існуючі методи та засоби діагностування електродвигунів. Зокрема, найпоширенішим методом діагностування є: спектрструмовий аналіз, спосіб діагностики двигунів, у яких протягом заданого інтервалу часу відбувається запис значень струмів, які споживає двигун.

З отриманих значень видокремлюють характерні частоти для даного електродвигуна, перетворюють отриманий сигнал з аналогової форми у цифрову, а потім здійснюють спектральний аналіз із отриманого.

Таким чином, задача досліджень полягає у розробці інформаційної технології для групової діагностики АД на основі системи із використанням спектрального аналізу. Застосування запропонованого, забезпечить зменшення ймовірності роботи асинхронних двигунів у аварійних режимах, а також зменшення витрат на планове обслуговування.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ ЗМІНОГО СТРУМУ АПА-5Д ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ПРИЛАДІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРИ ВИКОНАНІ ЗАВДАНЬ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*Д.Ю. Чередник; О.А. Бусилко*

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

Підвищення якості проектування, виготовлення і експлуатації аеродромних пересувних електроагрегатів є основним напрямом забезпечення їх надійності. Припинення постачання електроенергії під час технічного обслуговування повітряних суден завдяки некоректної роботи системи автоматичного регулювання частоти струму вкрай небажане.

Практика використання АПА-5Д в ході виконання бойових завдань свідчить про те, що причинами стрибків частоти змінного струму можуть бути зовнішні збурювання – негаразди з паливною апаратурою двигуна, відхилення параметрів палива, температура дизельного двигуна, а також внутрішні причини – некоректна робота елементів системи автоматичного регулювання частоти – блоку БСЧ і виконавчих пристроїв РК-2Д.

Об'єктом дослідження являється аеродромно-пересувний агрегат АПА-5Д та системи діагностики частоти генератору змінного струму. Метою дослідження являється розрахунок генератора змінного струму аеродромного пересувного агрегату, що застосовується у вдосконаленні системи діагностики частоти генератора змінного струму.

Удосконалення частоти діагностики змінного струму за допомогою встановлення тахогенератора та приладів, що дають змогу точніше відмітити та виміряти частоту до потрібних норм. Ця система являється новою та ще не застосовувалась на агрегаті, але було б дуже доцільно з точки зору тактико-технічних даних. В практичному застосуванні було б легкою обслуговуванні та не висувало до себе високих вимог в період експлуатації, а лише в строки ТО обслуговування базового двигуна, який являється приводом електроагрегату.

При застосуванні нової системи діагностики частоти, збільшувався б строк експлуатації генератора та зчеплення автомобіля, що економічно вигідніше попередніх зразків.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ УНІФІКОВАНОЇ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ УКС-400В-П4 ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕГЕНЕРАЦІЇ АДСОРБЕНТУ**

*О.О. Атякишев<sup>1</sup>; В.М. Краснокутський<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Військова частина А0423;*

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

Питанням можливостей покращення експлуатаційних характеристик УКС-400В-П4, існуючих конструкцій блоків осушки, постійно приділяється чимала увага. Це особливо актуально при застосуванні ЗАТЗП під час забезпечення бойових дій.

Актуальність роботи обумовлена розглядом сучасних конструкцій блоків осушки, технологій регенерації адсорбенту, з можливим подовженням адсорбційного циклу. Адсорбційні осушувачі високого тиску серії DNM розроблені для того, щоб осушувати стиснене повітря і азот до необхідних значень. Використання даного блоку осушки, дозволяє автоматично переводити осушувач з режиму перемикавання колон по таймеру в режим контролю точки роси, технологічним гідрометром DS1200-AMT, для максимальної точної індикації.

Адсорбційний цикл може бути подовжений, процес регенерації буде проводитися менш часто, що зменшить витрату стисненого повітря і відповідно витрату палива. Застосований адсорбент має високу утримуючу здатність, по відношенню до водяної пари і довгий термін служби, а конструкція блоку осушки дозволить виключити потрапляння крапельної вологи на верхні шари зерен адсорбенту, подовжуючи термін служби. Це гарантує стійке отримання низької точки роси протягом декількох років.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ БЛОКУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ БАГАТОЦІЛЬОВОГО КОНДИЦІОНЕРА АМК-24/56-131**

*В.О. Степаненко<sup>1</sup>; В.М. Краснокутський<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Військова частина А2614;*

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

У роботі досліджуються можливості вдосконалення та підвищення ефективності використання аеродромного багатоцільового кондиціонера АМК-24/56-131 шляхом заміни силової установки.

Чимала увага приділяється питанням можливостей покращення експлуатаційних характеристик АМК-24/56-131, а також існуючих конструкцій силових блоків. Використання модернізованого силового блоку забезпечує збільшення максимального крутного моменту до 14 % і вище. Дизельні двигуни Mercedes-Benz OM364 мають високу надійність та адаптовані для встановлення у якості енергетичної установки аеродромного багатоцільового кондиціонера. Приведений аналіз шляхів підвищення експлуатаційних показників та надійності силового блоку аеродромного багатоцільового кондиціонера АМК-24/56-131 свідчить, що 70 % відмов кондиціонера припадає на блок силової установки. Через це коефіцієнт

готовності кондиціонера становить 0,40, середнє напрацювання на відмову АМК-24/56-131 дорівнює 108 мотогодин роботи.

Розв'язання задачі оцінювання якості варіанта заміни енергетичної установки в аеродромному багатоцільовому кондиціонері, на основі моделі еталонного порівняння в комбінації з моделями компромісного та абсолютного рішення дозволяє надати рекомендації, що для модернізації існуючої конструкції АМК-24/56-131 та заміни додаткової енергетичної силової установки ЗМЗ-511 обираємо двигун Mercedes-Benz OM364.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЗОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ УГЗС.М-131 ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНЦІЙ**

*С.І. Скрипач; М.П. Долінський*

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

У даній роботі розглянуто удосконалення елементів газової комунікації спеціального обладнання УГЗС.М-131.

Аеродромно-технічне забезпечення польотів являє собою комплекс заходів та технологічних процесів. Одним з таких процесів є своєчасна подача кондиційних, стиснених газів до повітряного судна та зарядку ними його бортових систем. Зарядка стисненим газоподібним азотом в авіаційних частинах ЗСУ виконується штатними газозарядними станціями УГЗС.М-131.

Уніфікована газозарядна станція на базі ЗІЛ-131 призначена для зарядки кисневих, азотних та пневматичних систем повітряних суден кондиційними стисненими газами.

З метою покращення технічних характеристик, а також з метою удосконалення системи газових комунікації станції пропонується заміна застарілого мембранного компресору МК-120-120/350 на сучасний компресор з пневматичним приводом.

Таким чином покращується надійність та технологічність станції. Спростується кінематична схема спеціального обладнання УГЗС.М-131, а разом з тим полегшується технічне обслуговування.

А також для контролю за зниженням тиску в групі нижче 10 кгс/см<sup>2</sup> вирішено встановити на кожну групу датчик тиску. Його задача полягає в тому, що при наблизненні тиску в групі до 10 кгс/см<sup>2</sup> повідомити про це оператора станції у вигляді спрацювання аварійного сигналу та аварійної лампочки на панелі керування.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТИСНУТИХ ТА ЗРІДЖЕНИХ ГАЗІВ В АВІАЦІЙНИХ ЧАСТИНАХ ПОВІТРЯНИ СИЛИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ТА СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ**

*Д.О. Капустянський; С.Р. Дурович*

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

У доповіді розглядається досвід організації контролю якості газу в процесі аеродромного технічного забезпечення авіаційних польотів Повітряних Сил Збройних Сил України в бойових умовах, а також проводиться аналіз



можливості вдосконалення процесу перевірки якості медичного кисню, азоту, стисненого повітря.

Стислі та зріджені гази, які постачаються для заряджання авіаційних систем, повинні мати фізико-хімічні параметри, що відповідають державним стандартам або технічним умовам. Ці показники необхідно забезпечити під час їх виробництва, транспортування та зберігання, газифікації зріджених газів. Тому гази, які використовуються в авіаційній техніці, повинні проходити повторний контроль якості в спеціальних лабораторіях, організованих в підрозділах технічного забезпечення аеродрому.

Аналіз досвіду лабораторій контролю якості газу в авіаційних деталях показує, що більша частина наявного лабораторного обладнання морально і фізично застаріла і потребує оновлення до більш сучасних моделей.

Пропонується забезпечити лабораторії сучасними газоаналізаторами для перевірки фізико-хімічних властивостей кисню та азоту, вологості газів точкою роси під час їх виробництва (одержання) на станціях вилучення кисню, газифікації, зберігання в рідкому та газоподібному стані з метою недопущення використання нестандартних газів на літаках.

Сформульовані основні вимоги до сучасних газоаналізаторів, такі як висока точність, швидкість, простота експлуатації та ремонту, висока надійність, малі габарити та вага (мобільність), експлуатаційна безпека.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЇ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ ВІЙНИ**

*І.О. Кравчук; О.А. Бусилко*

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

Технічне обслуговування і регламентні роботи проводяться для підтримки експлуатаційних показників електрогазової техніки в зумовлених нормативно-технічною документацією межах і постійній готовності до застосування в межах встановленого ресурсу і строку служби.

Технічне обслуговування і регламентні роботи електрогазової техніки, що знаходиться в повсякденному використанні і на зберіганні, проводяться комплексно, тобто суміщається за місцем і часом обслуговування базового шасі і спеціального обладнання. Виняток становить лише техніка, на який за вимогами безпеки суміщення за місцем і часом обслуговування базового шасі і спеціального обладнання не допускається.

Проведений аналіз інтенсивності використання ЗАТЗП в сучасних умовах, вимагає від мобільних засобів проведення ТО та РР мати необхідні умови використання новітнього устаткування і застосування сучасних методів для проведення ТО та РР, з метою своєчасного планово-попереджувального обслуговування техніки і скороченням часу на її проведення.

На сьогоднішній день Збройні Сили України ведуть бойові дії з росією що висуває підвищені вимоги до безпечної експлуатації та підтримання належного технічного стану ОВТ. Питання створення сучасного пересувного пункту з використанням новітніх технологій та сучасного обладнання дасть змогу модернізувати процес проведення ТО та РР та скоротити час на приведення в готовність озброєння та військової техніки, перебування їх в непрацездатному стані, економією матеріальних засобів. Це дозволить надійно використовувати засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів в умовах війни з росією.

## **ПІДВИЩЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ШЛЯХОМ ЗАМІНИ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИВОДУ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ**

*Д.Ю. Картовецький; С.А. Вахнюк*

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

Засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП) авіації складаються з електричних, пневматичних і гідравлічних установок, агрегатів, пристроїв і пристосувань, призначених для технічної експлуатації та проведення за їх допомогою робіт, підготовок та контролю технічного стану повітряних суден (ПС).

Значна кількість зразків ЗАТЗП для приводу спеціального обладнання використовує двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) в якості силової установки (СУ). Зробивши аналіз існуючих СУ визначили, що ДВЗ які використовують мають значний термін експлуатації (рік випуску), міжремонтний ресурс яких з часом скорочується, що приводить до частішого їх виходу на ТО або ремонт а це в значній мірі відображається на їх боездатності та виробу в цілому.

Проведення модернізації цих ДВЗ є економічно не доцільно тому в роботі запропоновано різні шляхи модернізації СУ ЗАТЗП.

Дослідження щодо створення і модернізації зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), у тому числі й засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП), з використанням сучасних силових установок (СУ) проводяться в усіх провідних країнах світу.

Роботи по модернізації направлені на:

- розробку і випуск зразків нового покоління;
- випуск зразків вітчизняного виробництва, що відповідають вимогам щодо надійності, безпеки руху, ергономічності та ін.;
- оснащення зразків дизельними СУ;
- поширення застосування і розширення виробництва ОВТ та їх компонентів високого технічного рівня.

В роботі більш детально розглянуто модернізацію приводу спеціального обладнання ЗАТЗП шляхом заміни восьми циліндрового карбюраторного ДВЗ на чотирих циліндровий дизельний.

## **ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УКС-400В-П4 ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ БЛОКУ ОСУШЕННЯ**

*В.В. Маковецький; С.А. Вахнюк*

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

Забезпечення життєдіяльності екіпажу та безвідмовна робота газових систем повітряного судна напряму залежить від якості стиснених та зріджених газів, які застосовуються на авіаційній техніці. Сухе стиснене повітря використовується на літаках як джерело пневматичної енергії для різних систем і механізмів.

Стиснене повітря підлягає багаторазовому лабораторному контролю у лабораторії з контролю якості стиснених та зріджених газів групи

газозабезпечення частини, та повинно відповідати вимогам розробників повітряних суден (ПС).

Для забезпечення повітряних суден у сухому стисненому повітрі використовують уніфіковані компресорні станції які є невід'ємною складовою комплексу обладнання. Для осушення стисненого повітря компресорні станції додатково обладнуються блоками осушки, в яких повітря, проходячи через шари адсорбенту у балонах-адсорберах, очищуються від вологи до необхідного показника точки роси. При осушенні відбувається зношування поверхні адсорбенту, що знижує його ефективність, і витрачається велика кількість повітря на його регенерацію. Під час процесу регенерації також витрачається велика кількість стисненого повітря та часу на проведення регенерації.

З метою усунення цих проблем під час використання станції запропоновано заміну даного типу блоку осушення, на блок осушки DHM серії з контролером який має контакт для синхронізації роботи осушувача з роботою компресора. Блок своїми функціями дозволяє автоматично переводити осушувач з режиму перемикання колон в режим контролю точки роси. Завдяки цьому подовжується адсорбційний цикл і цим самим потреби в регенерації будуть значно менші, що знизить витрату стисненого повітря і витрату пального.

Застосування запропонованого адсорбера з системою відводу вологи на додатковий конденсат відбірник зможе подовжити термін використання адсорбенту.

### **ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНВЕРТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ВІДМІННОСТІ ВІД ЗВИЧАЙНИХ ТА МОЖЛИВІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННІ АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕСУВНИХ ЕЛЕКТРОАГРЕГАТІВ АПА-80 ЕНЕРГОСИСТЕМ ЛІТАКІВ ПС УКРАЇНИ**

*В.В. Черниш; Г.Л. Коростильов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Перевага застосування інверторного генератору в енергозабезпеченні, насамперед стоїть в тому, що цей компактний пристрій, який самостійно контролює і стабілізує частоту напруги штатного блоку генераторів БСГ-112 – 40 авіаційного пересувного електроагрегату АПА-80, незалежно від вхідної напруги. Завдяки компактним розмірам даного функціонального пристрою, є можливість встановити плату інверторного генератору в УКЗ-2М (2) і запитати напругами живлення самий інверторний генератор від штатного блоку живлення УКЗ-2М (2): 3.3V; 1.8V: 3.3V. встановлення та отримувати необхідну Вам електроенергію, адаптовану під напругу поточні потреби, без стрибків напруги живлення різноманітних блоків і пристроїв літака.

Основна відмінність інверторного генератора від звичайного полягає в наявності вбудованого інвертора (вбудованого в блок УКЗ-2М), який перетворює змінний трифазний струм 210V,  $f = 400$  Гц від самого блоку генераторів БСГ-112-40 в постійний струм 28,5V та 57V, потім інвертор згладжує пульсацію струму за рахунок резонансних фільтрів і перетворює його знову на ідеальний за своєю формою і характеристиками змінний струм 210V,  $f = 400$  Гц. Інверторний генератор перетворює струм з одного на інший,

вихідний струм від інвертора є більш точним та якісним, а також має чисту синусоїду.

Проблема струму від звичайного генератора, в тому, що він видає рвану синусоїду, а це шкодить чутливим до якості струму приладам літака. Тому цей інвертор виправляє цю проблему та надає чистий струм для авіаційних приладів.

Також інверторний генератор може регулювати потужність видає струму. Якщо звичайний генератор у постійному режимі видає номінальну потужність, інверторний генератор може економити паливо за рахунок цього регулювання. Інверторний генератор автоматично відрегулює необхідну подачу електроенергії без стрибків напруги. Тим самим зменшить витрати палива.

А якщо Ви підключите додаткові авіаційні пристрої, інверторний генератор відповідно автоматично збільшить подачу енергії.

Серед основних переваг інверторного генератора можна виділити такі три:

1. Компактний розмір. Порівнюючи моделі інверторних генераторів із звичайними, варто відзначити, що інверторні моделі легші у два-три рази. Пристрій знаходиться в компактній платі.

2. Головна відмінність та головна перевага – якісний струм без перепадів. Чиста синусоїда. Якщо Ви маєте чутливі пристрої, як авіаційна апаратура наведення на цілі, радіо та авіаційного обладнання, то інверторні генератори живитимуть такі пристрої якісним струмом у необхідній кількості.

3. Завдяки регулюванню напруги, яку інверторний генератор виконує самостійно відповідно до запиту від зовнішніх приладів, відсутня проблема надмірного використання палива. Інверторний генератор використовує стільки палива, скільки необхідно в кожен окремий період роботи.

Що ж до недоліків інверторних моделей, це зазвичай вартість. Оскільки інверторні моделі дорожчі за звичайні моделі такої ж потужності. Але, Ви інвестуєте у якісну напругу та відсутність поломки чутливих пристроїв.

## **ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ЗДОБУВАННІ КИСНЮ ТА АЗОТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕРАТОРІВ, ПРИЦІП РОБОТИ ЯКИХ ЗАСНОВАНИЙ НА МЕТОДІ КОРОТКОЦИКЛОВОЇ БЕЗНАГРІВНОЇ АДСОРБЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ УКРАЇНИ СПЕЦІАЛЬНИМИ ГАЗАМИ**

*М.В. Дуденко; П.В. Мовчан*

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

Методологія виробництва кисню та азоту, в сучасних умовах, базується на впровадженні новітніх технологій, що дозволяють отримувати кисень та азот методом короткоциклової адсорбції (КЦА) і мембранних процесів.

Новітня технологія заснована на принципі відбору молекул кисню адсорбуючим вуглецевим молекулярним ситом, та пропуску молекул азоту.

Азотні та кисневі мембранні установки, є найефективнішим продуктом, завдяки відмінним високоефективним поволоконним мембранам.

Азотні та кисневі мембранні установки дають змогу отримати азот високої чистоти, необхідної кількості та тиску прямо на місці споживання.

В основі мембранної технології газорозділення лежить принцип перепаду тиску на мембрані. Спеціальні гази, такі як кисень (або азот в залежності від режиму), вуглекислий газ і пари води швидко проникають через стінки волокон і під атмосферним тиском виводяться з модуля на зовні.

Основними вузлами мембранної азотної та кисневої установок є компресорний блок, блок підготовки повітря і газорозподільний блок. Легка система управління не вимагає присутності людини в процесі роботи установок.

Нові технології виробництва кисню і азоту методом мембранного розділення повітря КЦА, має такі позитивні якості як: висока надійність, низькі експлуатаційні витрати, простота монтажу (встановлення), простота налагодження (пуску у роботу) та мобільність. Може використовуватись на протязі певного часу без суттєвих затрат на ремонт та відновлення.

Дає можливість получати продукт більш дешевий (майже у 6 (шість) та більш якісний. Взагалі економія коштів при використанні установок КЦА досягає до 83 % та, на нашу думку, має перспективний напрямок в електрогазовій службі Повітряних Сил України.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПО СКОРОЧЕННЮ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЕЛЕКТРОГАЗОВОЮ ТЕХНІКОЮ В ПРОЦЕСІ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЇ**

*В.В. Кав'юк<sup>1</sup>; В.О. Куценко<sup>2</sup>; А.Д. Савчук<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Військова частина А3186*

В умовах сучасного ведення бойових дій однією з складних та важливих проблем є проблема ефективності забезпечення дій авіації на різних аеродромах базування. При виконанні завдань в ході бойових дій авіаційні частини базуються на 1-4 аеродромах, при цьому одночасно необхідно утримувати окремі засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП) на визначених аеродромах тривалий час.

В загальному комплексі задач логістичного забезпечення авіаційної частини аеродромно-технічне забезпечення польотів авіаційних підрозділів, особливо при підготовці до повторного вильоту, є одним з найважливіших і складним питанням.

На терміні та організацію аеродромно-технічного забезпечення авіаційної частини впливають різноманітні фактори, такі як тип повітряного судна, характер бойових дій авіаційної частини, бойова напруга, умови базування авіаційної частини та розміщення повітряних суден на аеродромі, укомплектованість та забезпеченість аеродромно-технічних підрозділів, рівень навченості та нагренваності особового складу по забезпеченню бойових вильотів авіаційної частини.

Однією з головних умов підвищення ефективності функціонування всієї підсистеми аеродромно-технічного забезпечення польотів авіаційної частини є скорочення часу виконання окремих операцій аеродромно-технічного забезпечення підготовки повітряних суден.

Невід'ємною складовою, яку треба враховувати є такий важливий показник, як допоміжний час на виконання різних логістичних операцій таких, як розгортання та згортання засобу, під'їзд та від'їзд засобу до (від) повітряного судна. Відповідно збільшення та зменшення допоміжного часу суттєво буде впливати на загальний час підготовки авіаційної бригади до вильоту та повторного вильоту. Тому при створенні, вдосконаленні та

модернізації ЗАТЗП слід враховувати всі складові, які можливо будуть впливати на допоміжний час при виконанні різноманітних операцій біля повітряного судна.

Скорочення часу на виконання окремих технологічних операцій ЗАТЗП може бути досягнуте за рахунок таких способів: використання багатомодульних ЗАТЗП на базі одновісних причіпних модулів, вдосконалення та модернізації ЗАТЗП, зменшення часу під'єднання (від'єднання) до агрегатів літака ЗАТЗП, скорочення часу по виконанню під'їзду (від'їзду) ЗАТЗП для обслуговування повітряних суден у місцях підготовки до вильоту шляхом використання методів керування маневруванням багатомодульними ЗАТЗП, оптимізація виконуємих робіт по обслуговування повітряних суден в місцях розосередження, підвищенням рівня спеціальної підготовки водіїв.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АПА-80 ШЛЯХОМ ЗАМІНИ БЛОКУ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА ЛІНІЙКИ ВИПРЯМЛІННЯ НА СУЧАСНИЙ УНІФІКОВАНИЙ ІМПУЛЬСНИЙ ТРЬОХФАЗНИЙ ТРАНСФОРМАТОР**

*Р.В. Караваєв; Г.Л. Коростильов*

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

Застосування імпульсних імпульсного трансформатору в лінійці випрямління генераторів G 2.1 та G 2.2., які працюють для витворення постійного струму режимів “Борт сеть 24” (28,5 В), “Запуск 24/48” (28, 5 В/57 В) та “Парного запуску” роботи авіаційного пересувного елетроагрегату АПА-80 надає ряд переваг, а саме: це пов'язано з тим, що необхідні електричні струми, що досягають сотень кілоампер при авіаційних напругах 28,5 В та 57 В.

Режим, коли потужність генерується та споживається протягом невеликого інтервалу часу, прийнято називати імпульсним. Імпульси можуть мати різну форму, і характер послідовності імпульсів також може бути різним. Потужності і напруги імпульсів можуть змінюватися в досить широких межах.

Часто розглядаються імпульсні режими, в яких тривалість імпульсу мала в порівнянні з періодом їх повторення, а форма близька до прямокутної. Саме в такому режимі працюють потужні імпульсні пристрої, але вже випрямлений постійний електричний струм лінійки випрямління має більш потужно сталу характеристику.

Для перетворення напруг в імпульсному режимі широко застосовується імпульсний трансформатор, який служить для трансформації короткочасних періодично повторюваних імпульсів напруги приблизно прямокутної форми порядку декількох мікросекунд і менше. Для кожного типу ЗАТЗП розраховується свій імпульсний трансформатор та лінійка випрямління, також це можливо зробити для режиму постійного струму АПА-80, в це завдання входять:

- патентно-інформаційний пошук з метою виявлення, аналогів;
- оцінку здійсненності вимог;
- розрахунок електромагнітних параметрів схеми заміщення і встановлення принципової можливості чи неможливості реалізації ІТ з заданими параметрами спотворень форми трансформованого імпульсу;
- вибір конструктивної схеми ІТ; розрахунок або вибір головних розмірів, обмоток, числа витків; розробку заходів щодо нормалізації теплового режиму; вибір конструкції та охолоджувальних пристроїв;

– розрахунок, на підставі якого вносяться необхідні зміни і уточнення; оцінку техніко-економічних і функціональних показників ІТ; розробку вихідних даних.

Проектування ІТ полягає у вирішенні комплексу взаємопов'язаних технічних завдань.

## **ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДАРНОГО БПЛА**

*А. Сизута*

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

Більшість аналітичних центрів передбачають, що в наступному десятилітті ринок військових безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стрімко зростатиме, особливо продажі розвідувальних та ударних моделей. Тому у Ірані опубліковані фото реактивного дрона-камікадзе Shahed-238, відомого як “реактивний Шахед”, якому приписують нову версію Shahed-136. Основна відмінність між ними – використання реактивного двигуна, що, можливо, підвищило його швидкість, але зменшило корисне навантаження. Це може зробити ураження зенітним кулеметним вогнем складнішим, але робить його легше захопити системам самонаведення ПЗРК. Вибір між реактивним і дешевим варіантом Shahed-136 стає питанням вартості і ефективності. Хоча Shahed-238 може коштувати більше, його ураження буде більш складним, але більш ефективним у боротьбі з системами ПЗРК. Тому питання полягає в тому, чи варто звертати увагу на реактивні БПЛА, чи розробляти більш бюджетний варіант на базі Shahed-136.

Але українська компанія Terminal Autonomy розробила бюджетний БПЛА власного виробництва, а саме AQ-400 Scythe. На даний тип БПЛА встановлюється двигун внутрішнього згорання. Корпус виготовлений з фанери, запуск може відбуватися як зі спеціальної платформи, так і з короткої взлітної смуги. Вже на початковому етапі, компанія заявила, що може виготовляти до 100 БПЛА в місяць, а за потреби може виготовити до 500 одиниць. І що саме головне, собівартість такого одного дрона коливається від 15 тисяч доларів до 20 тисяч доларів. В результаті, можемо зробити висновок, що саме на цей БПЛА потрібно звернути увагу.

## **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУРИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОЛЬОТОМ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ РАКЕТ КЛАСУ “ПОВІТРЯ-ПОВЕРХНЯ”**

*В.Г. Зима*

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

Досвід вирішення військових конфліктів сучасності, в тому числі досвід російсько-української війни демонструють значне зростання застосування керованих ракет класу “повітря-поверхня” при вирішенні бойових завдань. Висока точність застосування, здатність уражати цілі на значних відстанях без заходу в зону дії засобів ППО противника робить їх цінним інструментом для знищення ворожої інфраструктури, складів боєприпасів та командних пунктів. Однак, існують й певні проблеми, пов'язані з ефективністю застосування цих ракет, зумовлені вибором типу системи наведення в них.

Кожному типу систем наведення таким, як автономні системи наведення, системи самонаведення та теленаведення властиві свої переваги та недоліки, що обмежують можливості керованої ракети залежно від умов бойового застосування.

В доповіді розглядаються ключові проблемні питання що стосуються результатів:

– аналізу сучасного стану та перспектив розвитку керованих авіаційних ракет класу “повітря-поверхня” в Україні і світі;

– аналізу підходів щодо створення апаратури системи керування польотом ракет класу “повітря-поверхня”;

– дослідження шляхів удосконалення характеристик системи керування польотом ракет класу “повітря-поверхня” з метою підвищення ефективності їхнього застосування враховуючи умови бойового застосування, тип обраної цілі.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ УРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ АВІАЦІЙНОЇ БОМБИ ТИПУ ОФАБ 250-270 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ**

*С.В. Матвєєв; С.М. Барчук; Ю.О. Кедровський*

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

Авіаційні бомби в теперішній час займають дуже важливе місце в авіаційних засобах ураження. Вони дозволяють авіації вирішувати основну задачу – ефективно вражати різноманітні по ураженню наземні, підземні, надводні і підводні цілі.

Наявність авіаційних бомб різної потужності та з різними видами вражаючої дії дозволяє бомбардувальній та винищувально-бомбардувальній авіації успішно виконувати основні бойові завдання по ураженню чисельних і різних об'єктах противника.

В доповіді представлена рекомендація з досліджень: При збільшенні маси осколка буде збільшуватись ймовірність ураження цілі одним осколком і зменшується інтенсивність падіння швидкості осколка на траєкторію. При цьому, загальна кількість осколків буде зменшуватися. Перші два фактори приводять до збільшення, останній – до зменшення загальної кількості осколків. Збільшення коефіцієнта наповнення приводить до збільшення за рахунок збільшення початкової швидкості осколка. Однак при цьому зменшується маса металу корпусу і загальна кількість осколків, це негативно впливає на величину.

Під час проведення розрахунок залежності від маси осколка і коефіцієнта наповнення, то знайшли оптимальне поєднання маси осколка і коефіцієнта наповнення, які максимізують значення.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ БАРАЖУЮЧИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ**

*О.С. Баюл*

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

У світі сучасних технологій та швидких змін у галузі авіаційних баражуючих засобів ураження виникає необхідність постійного вдосконалення методів визначення їхніх характеристик. Дослідження та аналіз цих методів є



ключовими у забезпеченні ефективності та безпеки використання перспективних зразків авіаційних баражуючих засобів ураження. У даній доповіді розглянемо два підходи до визначення та оцінки характеристик цих засобів, а також запропонуємо шляхи покращення аналітичних методів з метою забезпечення їхньої оптимальної ефективності.

Один із методів передбачає розрахунок характеристик відповідно до їх визначення, використовуючи номінальні значення вихідних параметрів баражуючих боеприпасів – діаметра  $d$ , маси  $m$  і коефіцієнта сили лобового опору при малому дозвуковому значенні числа  $M$ , зазвичай при  $M=M_N$ . Обчислені в такий спосіб характеристики прийнято називати номінальними.

Другий метод полягає в тому, що значення балістичних характеристик обчислюється за балістичним випробуванням баражуючих боеприпасів.

Враховуючи обидва підходи до визначення характеристик авіаційних баражуючих засобів, можна зробити висновок, що комбінування аналітичних методів та балістичних випробувань дозволяє отримати більш точні та надійні результати.

Запропоновані шляхи покращення аналітичних методів спрямовані на забезпечення оптимальної ефективності визначення характеристик, що, в свою чергу, сприятиме підвищенню якості та безпеки використання авіаційних баражуючих засобів ураження.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЮ ЯКІСНОГО СТАНУ АвіАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ**

*О.Д. Бережний*

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

В умовах постійного технологічного прогресу та зростаючих вимог до безпеки важливо розглядати нові методи та технології для контролю якості авіаційних засобів ураження.

По-перше, безконтактний контроль дозволяє здійснювати інспекцію та діагностику без прямого контакту з обладнанням. Це зменшує ризик контамінації та пошкодження обладнання, що може виникнути при традиційних методах контролю. Такий підхід особливо важливий у випадках, коли контроль проводиться на високотехнологічних та дорогих авіаційних засобах ураження.

По-друге, безконтактний контроль дозволяє проводити інспекцію важкодоступних або небезпечних місць без ризику для персоналу. Застосування різноманітних датчиків, зокрема відеокамер та дистанційних сенсорів, дозволяє отримувати інформацію про стан обладнання з безпечної відстані. Це особливо важливо у військових умовах або при роботі з ризикованими матеріалами.

По-третє, безконтактний контроль може бути автоматизованим, що дозволяє збільшити швидкість та ефективність процесу. Використання систем штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматично аналізувати отримані дані та виявляти потенційні дефекти або несправності. Це сприяє підвищенню продуктивності та якості контролю.

Отже, на основі вищезазначених переваг, рекомендується активно застосовувати безконтактний контроль якісного стану авіаційних засобів ураження. Цей підхід дозволяє забезпечити високу точність та надійність контролю, знизити ризики для персоналу та підвищити ефективність процесу інспекції.

## **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ БОЙОВИХ ЧАСТИН АВІАЦІЙНИХ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО УРАЖЕННЯ БПЛА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНОГО РІВНЯ З БОЙОВОГО ВЕРТОЛЬОТА МІ-24В**

*Є.О. Бугаренко*

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

ЯкБ-12,7 – це кулемет калібру 12,7 мм, яка використовується в авіаційних боеприпасах. Цей калібр є досить поширеним і використовується для ураження різних цілей, включаючи літаки, вертольоти, наземну техніку та інші об'єкти. Бойова частина патрона на ЯкБ-12,7 мм використовується для стрільби з великої каліброваної кулемета зазвичай має маркування патрону бронейної (Б-32) або бронейно-запальноючо-трасуючий (БЗТ-44).

Ефективність. Рекомендується вибирати тип патрону, який має досвід та ефективність в ураженні подібних цілей, оскільки успішне поразка БпЛА залежить від точності та потужності удару.

Тип БпЛА. Рекомендовано використовувати бойові частини, які забезпечують ураження різних типів БпЛА (літаки, вертольоти, багаточільові платформи), оскільки на сучасному полі бою можуть зустрічатися різні моделі.

Зона ураження. Бойові частини повинні забезпечувати ураження вразливих частин БпЛА, таких як двигуни, крила, антени тощо, щоб максимально швидко та ефективно виключити його з бойового застосування.

Сумісність. Важливо, щоб обрані бойові частини були сумісними з озброєнням та технічними характеристиками бойового вертольота Мі-24В.

Кількість та можливості. Рекомендується вибирати бойові частини, які забезпечують можливість одночасного ураження декількох БпЛА та мають достатню кількість для виконання завдання.

Вартість. Обрані бойові частини повинні бути в межах фінансових можливостей та ефективність витрат має бути відповідною до очікуваного.

Загалом, обґрунтування рекомендацій щодо вибору бойових частин авіаційних боеприпасів для ураження БпЛА оперативно-тактичного рівня з бойового вертольота Мі-24В має ґрунтуватися на комплексному аналізі вищезазначених факторів з урахуванням специфіки бойових умов та технічних можливостей.

## **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ НАВЕДЕННЯ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ**

*О.М. Сорочкін; С.О. Гармаш; О.Д. Бережний; М.О. Сорочкін*

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

Рекомендації стосовно вибору сучасних методів наведення авіаційних засобів ураження базуються на аналізі різноманітних чинників, включаючи типи цілей, можливості техніки, системи управління та умови бойового застосування. Рекомендується використовувати ті методи, що забезпечують високу точність, оперативність та адаптивність до змінних обставин. Також, важливо постійно аналізувати та вдосконалювати використання цих методів з метою підвищення ефективності.

Рекомендації щодо вибору сучасних методів наведення авіаційних засобів ураження ґрунтуються на комплексному аналізі таких факторів, як:

1. Типи цілей та їхні характеристики. Враховуючи різноманітність об'єктів ураження, вибір методів наведення має бути спрямований на максимальну ефективність ураження конкретних цілей.

2. Технічні можливості авіаційної платформи. Враховуючи обмеження та можливості конкретного літака або безпілотної, необхідно вибрати методи, які оптимально використовують його потенціал.

3. Системи управління та навігації. Ефективне наведення вимагає високоточної системи управління та навігації, тому вибір методів повинен враховувати наявність та точність таких систем.

4. Умови бойового застосування. Обставини бойового застосування, такі як погодні умови, обстановка на місці проведення операцій та можливі загрози противника, також важливі для вибору оптимального методу наведення.

З огляду на ці фактори, рекомендується використовувати сучасні методи наведення, які поєднують у собі високу точність, швидкість реакції та адаптивність до змінних умов бойового застосування. Також важливо проводити постійний моніторинг та аналіз ефективності використання методів наведення з метою вдосконалення та оптимізації стратегій в майбутньому.

## **ОДИН ІЗ ПІДХОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АВАЦІЙНИХ ПРИЦІЛЬНИХ СИСТЕМ ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ**

*М.В. Сосулін; В.Г. Березанський, к.т.н., доц.;  
О.Г. Березанський; П.В. Грицай; Д.О. Майданіченко  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

АПрНК літаків-винищувачів забезпечує виявлення та розпізнавання цілей, вимірювання координат і параметрів руху цілі та власного літального апарата, вирішення завдань прицілювання, формування та індикацію параметрів керування літаком і авіаційним озброєнням.

АПрНК літаків-винищувачів входить до системи керування авіаційною зброєю, а ця система це сукупність функціонально пов'язаних систем і пристроїв, яка забезпечує керування системами авіаційного озброєння при бойовому застосуванні авіаційних засобів ураження.

Структурно АПрНК у загальному випадку включає в себе інформаційну й обчислювальну підсистеми, підсистеми індикації, керування та контролю.

Прицільно-навігаційний комплекс винищувачів, що містить взаємоз'єднання входами-виходами по каналу інформаційного обміну комплект багатофункціональних індикаторів, індикатор на лобовому склі, телевізійну камеру закабінного огляду, органи оперативного управління, комплект оглядово-прицільних засобів, комплект навігаційно-пілотажних засобів, переносний носій вихідних даних, систему управління засобами протидії, обчислювальну систему, що включає обчислювально-логічні модулі об'єднаної бази даних, формування навігаційно-пілотажних параметрів, формування прицільно-пілотажних параметрів, формування інформації, що відображується, введення-виводу і управління інформаційним обміном, інший вхід-вихід якого є входом-виходом обчислювальної системи, що відрізняється тим, що він додатково забезпечений введеними до складу обчислювальної системи обчислювально-логічними модулями синтезування параметрів руху

відносно повітря, синтезування параметрів цілевказання управління ситуаціями бойової обстановки, управління учбово-тренувальними ситуаціями, взаємозв'язаними між собою і з обчислювально-логічними модулями об'єднаної бази даних, формування навігаційно-пілотажних параметрів, формування прицільно-пілотажних параметрів, формування інформації, що відображується, введення-виводу і управління інформаційним обміном по магістралі обчислювального інформаційного обміну.

Виходячи з аналізу вищесказаного хотів би запропонувати більш удосконалити прицільну систему, до сучасної цифрової системи, яка точніше вказувала інформацію пілота для виконання бойового завдання. Адаптування новітніх зразків озброєння під сучасну прицільну систему, для надання більш інформації про стан озброєння, наприклад наявність, готовність до застосування, несправності, тип озброєння. Відображення точної тактичної, бойової обстановки для нанесення більш точного удару по противнику.

Таким чином, в доповіді розкрито один із шляхів вирішення модернізації прицільно-навігаційної системи, яка має на перспективу бути встановленою на вітчизняні зразки повітряних суден.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВПЛИВУ АВІАЦІЙНО АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПАТРОНІВ З ДОВГОТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ НА ЖИВУЧІСТЬ СТВОЛА АВІАЦІЙНО АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ КАЛІБРУ 30ММ**

*Б.С. Діденко*

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

Конструкція снаряду включає мідний ведучий поясок, який при взаємодії з нарізами каналу ствола супроводжується зносом елементів – нарізів ствола, внаслідок виникнення пари тертя у стволі.

Надмірне зношування нарізної частини каналу ствола може призвести до появи зазору між пояском і стволом, прориву порохових газів в зазор та виникненню одностороннього контакту корпусу снаряду з каналом ствола і, в результаті, до підвищеного зносу ствола. Прорив газів між стінкою ствола й снарядом викликає ерозійний знос ствола, який призводить до втрати початкової швидкості та змін траєкторії польоту кулі.

Під час пострілу канал ствола артилерійської зброї піддається дії високотемпературного, високошвидкісного потоку порохових газів, які мають високий тиск і хімічну активність, що посилюють зношування каналу ствола, а також, за рахунок зміни фізико-хімічних властивостей порохових зарядів у процесі довготривалого зберігання.

Внаслідок зношування каналу ствола відбувається погіршення балістичних якостей ствола: знижується початкова швидкість і максимальний тиск порохових газів, збільшується розсіювання снарядів.

Таким чином, приведені фактори у доповіді негативно впливають на живучість ствола та критично можуть її обмежувати у залежності від обраного режиму стрільби.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПРОСТОРОВОГО НАВЕДЕННЯ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ НА МАЛОРУХЛИВУ ЦІЛЬ**

*Д.О. Васильченко; М.О. Сорочкін*

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

Сучасні воєнні конфлікти вимагають постійного розвитку та удосконалення технологій, які забезпечують точність та ефективність ураження малорухливих цілей з повітря. Покращення методів просторового наведення авіаційних засобів на ці цілі стає важливим завданням для забезпечення безпеки та успішності військових операцій. Ця проблема потребує пошуку нових підходів та використання передових технологій.

Перш за все, вдосконалення систем наведення авіаційних засобів ураження на малорухливі цілі вимагає використання сучасних систем навігації.

Другим ключовим аспектом є розвиток високоточної електроніки, яка дозволяє покращити системи визначення цілей та наведення зброї. Використання радарів з активним скануванням та сенсорів, що працюють на основі інфрачервоного випромінювання, дозволяє ефективно виявляти та відслідковувати малорухливі цілі, навіть у складних умовах бойових дій.

Узагальнюючи, поліпшення методу просторового наведення авіаційних засобів ураження на малорухливу ціль вимагає комплексного підходу, який враховує сучасні технології навігації, високоточної електроніки та систем автоматичного управління. Це не лише підвищує ефективність військових операцій, але й дозволяє зменшити ризики для цивільного населення та мінімізувати втрати серед військового персоналу.

## **УДОСКОНАЛЕНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОБҐРУНТУВАННЯ ВАРТОСТІ НЕКЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*А.О. Вергасов*

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

На теперішній час існує актуальна проблема в належному забезпеченні арсеналу зброї новітніми некерованими авіаційними ракетами. Зауважимо, що виготовлення зброї в тому числі некерованих авіаційних ракет вимагає значних капіталовкладень. Також, в тому числі, через значну вартість існує проблема у виготовленні даних зразків в великих кількостях. Борючись з проблемою “вартості” виробники зброї замінюють окремі компоненти виробів на їх більш дешеві аналоги, що призводить до хоч і мінімальної, але все ж таки зміни тактико-технічних характеристик зброї. Також в цьому аспекті проводяться дослідження характеристик ракет уявно сформованих з менш вартісних матеріалів. Тому основною метою досліджень являється формування удосконаленого підходу визначення вартості некерованих авіаційних ракет.

Аналіз науково-технічних джерел показав, що через процес “розкладання” об’єкту на окремі складові частини, а також детального вивчення даних компонентів можливо спростити подальші дослідження та якісно визначити характеристики об’єкту.

Застосовуючи метод аналізу необхідно досліджувати характеристики окремих компонентів, а також спрогнозувати їх можливу заміну на менш

вартісні аналоги з подальшим виявленням змін в тактико технічних характеристиках об'єкту дослідження.

Даний підхід дасть змогу спрогнозувати вартість новітньої некерованої авіаційної ракети зважаючи на виставлені мінливі критерії.

## **АНАЛІЗ УРАЖАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕКЕРОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ РАКЕТИ ТИПУ С-8**

*С.В. Матвеев; Ю.О. Кедровський; С.М. Барчук; М.Ф. Мельник  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Некерована авіаційна ракета типу С-8 з осколково-фугасною бойовою частиною в основному призначені для ураження наземних цілей, бойової техніки (ракетні та артилерійські установки, літаки та вертольоти на стоянках, РЛС, БТР), живої сили на відкритій місцевості та в укриттях польового типу.

На озброєнні ПС перебуває некеровані авіаційні ракети типу С-8, які мають єдиний калібр – 80 мм і відрізняються за основним типом бойової частини, розміром, рецептурою порохового заряду і складом ракетного двигуна, а також діаметром критичного перетину сопел двигуна.

Основним способом атаки бойового застосування НАР по наземним цілям є: атака з пікірування. Для збільшення ймовірності поразки цілі, найбільш ефективно стріляти залпом, так як при цьому, площа ураження значно збільшиться. Для підвищення пробивної дії та ефективності ураження основні напрямки вдосконалення зв'язую з збільшенням загальної кількості осколків та їх початкової швидкості. Тому при зберіганні товщини стінки корпусу НАР маса вибухової речовини НАР збільшиться за рахунок маси металу головної частини, а при регулярному дробленні оболонки осколки будуть мати дуже компактну форму (паралелепіпед, кубик, шарик) яка попадає в ціль.

Отже, в доповіді провів аналіз та з'ясував фактори, які впливають на осколково-фугасну дію НАР типу С-8 основного призначення по легкоброньованим цілям та встановив, що найбільший вплив мають маса осколка, та маса спорядження НАР.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ РАКЕТ ТИПУ Р-73**

*С.О. Кузнєцов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У контексті постійного розвитку авіаційної техніки, особливої уваги потребують шляхи вдосконалення ракетних двигунів. Дослідження, спрямовані на модернізацію двигунів керованих авіаційних ракет типу Р-73, відіграють ключову роль у забезпеченні вищої бойової готовності та ефективності. Це включає аналіз сучасних матеріалів, технологій виробництва та систем управління, що можуть сприяти підвищенню тяги, зменшенню ваги, покращенню маневреності ракети та збільшенню її дальності дії. Основна мета полягає у створенні більш потужних, надійних та економічно ефективних двигунів, які будуть відповідати сучасним вимогам ведення повітряних боїв.

Ракети типу Р-73 відомі своєю маневреністю та надійністю, але постійний розвиток технологій вимагає їхнього вдосконалення. Сучасні дослідження фокусуються на таких аспектах:

- використання легших та міцніших матеріалів може зменшити вагу двигуна, що позитивно вплине на загальну масу ракети та її маневреність;
- розробка ефективніших топливних систем може збільшити енергетичну ефективність та тягу двигуна;
- інтеграція розширених контрольних систем може підвищити точність керування ракетою та її здатність до самонаведення;
- оптимізація аеродинамічного дизайну може зменшити опір повітря та покращити швидкісні характеристики ракети;
- підвищення термостійкості двигуна дозволить ракеті ефективно працювати в умовах високих температур, що є критичним при високошвидкісному польоті.

Ці напрямки досліджень мають на меті не лише підвищити бойові характеристики ракети Р-73, але й забезпечити її адаптацію до майбутніх викликів на полі бою. Завдяки цьому, ракета Р-73 зможе залишатися конкурентоспроможною на світовому ринку високоточної зброї.

### **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТВОЛА АВІАЦІЙНОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ЗБРОЇ**

*П.А. Матяшовський*

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

Важливою складовою ефективного застосування зброї та боєприпасів є контроль їх технічного стану в ході експлуатації. Так, велике значення мають дані про технічний стан каналів стволів та порохових зарядів патронів.

Важливим завданням є контроль технічного стану патронів, що знаходяться на довготривалому зберіганні. Під час довготривалого зберігання патронів, особливо внаслідок порушення умов зберігання, змінюються енергетичні характеристики порохового заряду та швидкість його горіння. Застосування таких патронів призводить до відхилення початкової швидкості снаряда, а в окремих випадках – і до небезпечного зростання максимального тиску порохових газів у каналі ствола, що може бути причиною виникнення пошкодження авіаційної артилерійської зброї та вплинути на безпеку пілотування ПС.

Сучасний стан промисловості вказує на необхідність розробки систем моніторингу технічного стану порохових зарядів авіаційних патронів, здатних прискорити процес автоматизації виробництва і одночасно забезпечити більш високий рівень контролю якості патронів. Тому актуальним є питання розробки систем контролю якості виробів.

Більш широкий спектр технічних питань охоплює термін “діагностика”. Коло завдань діагностики постійно розширюється. Крім традиційних завдань, пов’язаних з контролем стану технічних об’єктів, до них відносяться багато завдань дослідження властивостей систем різноманітної природи.

Діагностикою називається наука про розпізнавання стану об’єкта. Аналіз стану проводиться в умовах, при яких отримання інформації вкрай складне, тому часто не є можливим за наявною інформацією зробити однозначний висновок і доводиться використовувати статистичні методи.

Таким чином, основним завданням моніторингу технічного стану патронів є розпізнавання стану об’єкта в умовах обмеженої інформації, тобто визначення стану придатний – непридатний для використання.

## **ВИБІР ХАРАКТЕРИСТИК АВІАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ КЛАСУ “ПОВІТРЯ-ПОВЕРХНЯ” ДЛЯ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДАМИ АПРОКСИМАЦІЇ**

*О.А. Лавров; М.М. Яцишин*

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

Перспективні авіаційні керовані ракети класу “повітря-поверхня” відіграють важливу роль у сучасних військових операціях, забезпечуючи повітряну підтримку та ефективне ураження наземних цілей. Обґрунтування та вибір характеристик цих ракет є ключовим для можливого їх використання в дослідженні методами апроксимації, щодо формування обрису сучасної зброї даного класу.

Першим параметром є маневреність. Маневреність дозволяє ракеті ефективно атакувати рухомі цілі та уникати перешкод на шляху до цілі.

Другим важливим аспектом є точність ракети. Вони визначають її здатність до ураження цілей з мінімальними ризиками для цивільних об’єктів. Точність системи керування є критичними факторами, якій впливає та мінімізацію ризиків для власних сил.

Третім фактором можливо вважати масогабаритні характеристики ракети. Від них буде залежати можливість кількісного застосування виробів повітряним судном в одному бойовому вильоті.

Отже, обґрунтування основних характеристик перспективної авіаційної керованої ракети класу “повітря-поверхня” при розрахунках методами апроксимації потрібно обов’язково включати вибрані “числові” характеристики такі як дальність дії, маневреність, точність, масогабаритні характеристики. Такі характеристики як здатність пристосування до різних умов, а також інтеграція з іншими системами та платформами можливо враховувати але застосовувати інші методи розрахунків.

### **ОДИН ІЗ ПІДХОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АВІАЦІЙНИХ ПРИЦІЛЬНИХ СИСТЕМ ВЕРТОЛЬОТІВ**

*М.В. Сосулін; В.Г. Березанський, к.т.н., доц.; О.Г. Березанський;*

*П.В. Грицай; Д.О. Майданіченко*

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

Для більшої ефективності використання авіації суттєву роль відіграють прицільні системи, яким наразі приділяють дуже велику увагу. Тому що завдяки їй збільшується ймовірність знищення об’єктів противника з найменшими втратами як зброї, так і боєприпасів.

Наразі в умовах дефіциту та реального обмеження практично всіх видів ресурсів (пального, запчастин, боєприпасів та інше), на перший план виходять проблеми раціонального та ефективного використання техніки, а також її модернізація, адже впровадження нових видів техніки буде пов’язано з численними витратами коштів.

В успішному застосуванні бойового авіаційного комплексу в цілому важливе значення відіграють авіаційні прицільні системи. Однією з найголовніших частин цієї зброї є слідкуючі системи, які забезпечують слідкування за ціллю і наведення на неї засобів ураження.



Кожен з існуючих типів приводів відрізняється своїми характеристиками, тому вибір типу слідкуючого приводу здійснюється у відповідності з умовами застосування та вимогами, які висуваються для того або іншого виду зброї.

Розробка нових прицільних систем – це один з напрямів по покращенню ефективності дії авіації.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ МАСИ КОРИСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ АВІАЦІЙНОЇ ПРОТИТАНКОВОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ**

*А.О. Маховський*

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

Досвід сучасних військових конфліктів свідчать про зростаючу роль відведену бойовій авіації проти наземних цілей противника, особливо в умовах розв'язаної широкомасштабної війни росією проти Української держави. Однією з ключових складових сучасного комплексу авіаційного озброєння на бойових літаках та вертольотах, призначених для боротьби з наземною броньованою технікою, є авіаційні протитанкові керовані ракети. Ці ракети допомагають уражати броньовані цілі з високою ефективністю в різних бойових умовах.

Метою дослідження є визначення та аналіз впливу різних факторів на ефективність бойового застосування авіаційних протитанкових ракет, що дозволить розробити стратегії їхнього оптимального використання в бойових умовах. Провівши дослідження визначили ключові фактори, які впливають на ефективність бойового застосування авіаційних протитанкових ракет, в тому числі встановлено що маса корисного навантаження ракети значно впливає на значення збитку що завдається цілі. На основі накопичених статистичних даних про використання різних зразків даної зброї та застосовуючи аналітичні методи комп'ютерного моделювання, розроблена математична модель визначення відносної маси корисного навантаження новітньої авіаційної протитанкової керованої ракети.

Побудована математична модель надасть можливість визначити орієнтовне значення відносної маси корисного навантаження перспективної авіаційної протитанкової керованої ракети.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОЛОВКИ САМОНАВЕДЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОЇ АВІАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ КЛАСУ “ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ”**

*А.Ю. Морозюк*

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

Використання бойової авіації, безпілотних літальних апаратів в ході російсько-української війни значною мірою сприяє підвищенню ефективності проведення як наземних операцій вздовж лінії бойового зіткнення так і для завдання значної шкоди промисловим об'єктам по всій території країни. Для комплексного захисту від повітряних атак можуть використовуватись авіаційні керовані ракети класу “повітря-повітря”, однак набутий досвід висвітлює ряд проблем, що обмежують можливість їх ефективного застосування винищувальною авіацією ПС ЗСУ. Вичерпання ресурсу наявних ракет, певна застарілість їх тактико-технічних характеристик проти сучасних повітряних

цілей, масштабне використання противником засобів радіоелектронної боротьби вимагають ставити питання щодо модернізації наявних ракет або розробки нових перспективних зразків. В першу чергу це стосується удосконалення систем керування польотом керованих ракет стосовно розширення можливостей отримання необхідної для наведення інформації в умовах активної завадової протидії з боку противника.

В доповіді наведені результати аналізу перспективних інформаційних систем сучасних керованих ракет класу “повітря-повітря” та надані пропозиції щодо можливих напрямків модернізації функціональної схеми теплової головки самонаведення (ТГС) для авіаційної керованої ракети класу “повітря-повітря”, яка заснована на використанні перспективних типів приймачів випромінювання матричного типу що працюють у двоспектральному діапазоні випромінювання.

Надані пропозиції стосовно дообладнання функціональної схеми ТГС схемою функціонування блока логіки, що реалізує різні типи селекції цілі на фоні штучних та природних завад.

### **ОДИН ІЗ ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ БПЛА З Авіаційної артилерійської зброї в нічних умовах**

*В.Г. Березанський, к.т.н., доц.; О.Г. Березанський;*

*М.В. Сосулін; Н.С. Степаненко; Є.О. Бугаренко*

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

На сьогодні гостро постає питання боротьби з ворожими масованими атаками із застосуванням БПЛА оперативно-тактичного рівня, які спрямовані на знищення критичної інфраструктури України, складів та майданчиків з боєприпасами, бойової техніки та поширення хаосу і страху на особовий склад збройних сил та мирних жителів України. В доповіді пропонуються підходи щодо підвищення ефективності ураження БПЛА оперативно тактичного рівня з вертольоту Мі-24ПУ1 із застосуванням гармати ГШ-30К з багатоелементними снарядами з режиму висіння.

У зв'язку із застосуванням ворогом БПЛА в нічний час доби постає проблема виявлення цілей. Задля цього вертоліт Мі-24ПУ1 обладнаний приладом нічного бачення (ПНБ) PNL-3, закріпленому на шоломі пілота нового зразку THL-5NV, який надає можливість виявляти цілі в темну пору. Просте слід зазначити, що двигуни БПЛА, як і будь якого транспорту, випромінюють тепло, але людське око та ПНБ не здатні уловити це випромінювання. Тому пропонується обладнати вертоліт тепловізорним прицільним пристроєм, який надасть можливість виявляти та стежити за цілями у тепловому спектрі. Таким пристроєм може слугувати приціл з OLED дисплеєм POLARIS 350R, у зв'язку з його можливостями виявлення цілей на відстані 3500 метрів та можливістю цифрового збільшення зображення у 3,8 рази. Вставити його рекомендується суміжно приладом нічного бачення на шоломі пілота або як його заміну. Це відповідно покращить можливості екіпажу щодо виявлення та розпізнавання цілей.

Аби полегшити виявлення цілей, для екіпажу вертольоту, може проводитись підсвічування цілей передовим авіанавідником з землі за допомогою лазерного променя. Перевагою даного методу є те що відбитий лазерний промінь може уловлюватися лазерною системою формування

прицільної марки ФПМ-01кв, а також як сам лазерний промінь так і його відбиття від цілі добре спостерігається в ПНБ.

Задля ефективного ураження БпЛА пропонується використовувати снаряд МЭ-30. Пріоритет вибору саме цього снаряду обумовлений його характеристиками, снаряд оснащений вишибним пристроєм (або дистанційним підривачем) ВУ-30 (А-952) який приводиться в дію після 1,1-1,5 с після пострілу та випускає конус, з кутом в 8 градусів при вершині, готових вражаючих елементів (ГПЭ) з 28 куль для ПМ. Оптимальною відстанню для відкриття вогню по цілям є діапазон в 900-1300 м від вертольоту до цілі. Цей діапазон обумовлений часом спрацювання дистанційного підривача та необхідністю осколкових елементів створити хмару осколків після спрацювання підривача і безпекою самого вертольота.

Однією з переваг ефективного знищення БпЛА є можливість застосування гармати з режиму висіння вертольоту. В свою чергу вертоліт Мі-24ПУ1 володіє швидкісними характеристиками, які дозволяють йому вести виявлення та перехоплення цілей, надійне захоплення цілі, що дуже важливо при малих швидкостях польотів БпЛА. Так, наприклад, швидкість найшвидшого БпЛА оперативного-тактичного рівня складає 185 км/год (Шахед-136), в той час як бойовий вертоліт Мі-24ПУ1 може розвивати швидкість в повітрі до 320 км/год.

## **ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ ПНС-24М**

*В.О. Рейзер*

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

Локальні війни, які пройшли, змінили не тільки тактику та прийоми ведення бою, впливають на сучасний розвиток літакобудування в світі формують вимоги до обрису повітряних суден майбутнього. Ефективне застосування сучасної зброї по наземним та надводним цілям вимагає розвитку та удосконалення бортових ПНС, що приводить до збільшення числа пристроїв систем). Введення в склад комплексу декількох інформаційних каналів викликана необхідністю підвищення точності виконання бойових задач.

Мета: підвищення точності вимірювання координат цілі та параметрів руху ЛА в умовах відсутності інформації від прямих датчиків.

Точність розрахунків обумовлює об'єктивність оцінки бойових дій, як показує досвід російсько-Української війни і базується на знанні кількісних методів оцінки ефективності бойового застосування авіаційного озброєння.

Отримані результати можуть бути використані як пропозиції щодо удосконалення прицільно-навігаційного комплексу літака Су-24М шляхом введення додаткового режиму бойового застосування при дії по наземних цілях – режиму багаторазової прив'язки до цілі.

Таким чином, запропонований алгоритм вимірювання координат цілі та параметрів руху ЛА дозволяє ввести в ПНС-24М додатковий режим бойового застосування авіаційних засобів ураження з використанням методу попередньої зарубки, що в кінцевому етапі підвищує точність вирішення задачі прицільовання при бомбометанні з ГП та пусках НАР за рахунок уточнення координат цілі та параметрів руху літака.

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ СКЛАДНОЇ ЦІЛІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

*Б.Б. Головка, к.т.н., доц.; Р.С. Ніколайчук; М.В. Шадрін  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Процес вирішення задачі оцінки ефективності ураження складної цілі ґрунтується на необхідності аналізу структури і процесу функціонування складного об'єкта, визначення і описання його можливих станів, з послідовним визначенням значень показників функціонування для кожного з можливих станів. Причому, задача оцінки ефективності бойового застосування формулюється як задача визначення імовірності нанесення цілі середнього збитку або збитку не меншого ніж заданий, за умов відомої кількості елементів складної цілі, їх координат та рівня функціональності. Однак, в умовах неможливості усунення невизначеності, що викликані масованим застосуванням різноманітних засобів маскуванню, радіоелектронної протидії, хибних цілей, тощо, оцінка ефективності ураження та організація ударів по елементах складної цілі викликає ряд труднощів.

Для усунення (зменшення) впливу вказаних негативних чинників запропонована удосконалена методика оцінки ефективності ураження розосередженої складної цілі в умовах невизначеності, яка ґрунтується на ітераційній процедурі визначення коефіцієнта типу елемента складної цілі, який враховує характеристики уражаючої дії, значення точності у визначенні координат елементів складної цілі та її функціональної важливості на основі відомих джерел розвідки.

Таким чином представлений підхід дозволяє удосконалити існуючу методику оцінки ефективності ураження розосередженої складної цілі в сучасних умовах.

## **ЩОДО МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ КЕРОВАНОЇ ПЛАНУЮЧОЇ АВІАЦІЙНОЇ БОМБИ**

*Д.О. Пастушик  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

На даний момент, провідні армії світу користуються багатьма різновидами керованих плануючих авіаційних бомб. Ці бомби здобули популярність та поширення під час різних війн, але найбільш масового застосування ці бомби знайшли під час повномасштабного вторгнення росії на території України. Їх використовують на більшості літаках, які є на озброєнні нашої держави, а саме: Су-25, Су-24М, МиГ-29 та Су-27. Експлуатантом являються Повітряні Сили Збройних Сил України.

Застосування даних зразків озброєння та військової техніки зарекомендувало себе з потужної сторони. Проте, на теперішній момент їх критично не вистачає при великій інтенсивності веденні бойових дій. Аналізуючи їх застосування з початку повномасштабного вторгнення впевнено можливо сказати, що є нагальна потреба щодо створення даного типу озброєння вітчизняного виробництва в найкоротші строки для задоволення потреб Повітряних Сил Збройних Сил України.

Отже, особливу увагу необхідно приділити розробці сучасних керованих плануючих авіаційних бомб, придатних до застосування в будь-яких

метеорологічних умовах та радіоелектронній протидії противника з заданою точністю. Пріоритетність робіт в цій області пояснюється необхідністю забезпечення вогневого ураження противника поза зоною дій його засобів протиповітряної оборони та створення порівняно недорогих високоточних авіаційних засобів ураження в найкоротший термін.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ МАЛОГО КАЛІБРУ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ З БПЛА ТАКТИЧНОГО РІВНЯ**

*О.Ю. Погрєбний*

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

Авіаційний безпілотний літальний апарат – це авіаційний літальний апарат без пілота (екіпажу) на борту, призначений для виконання завдань, властивих пілотованим літальним апаратам. Вони мають декілька переваг порівняно з літаками, які керуються людьми. Це включає відсутність необхідності у пілота та системах, що захищають його життя, великих аеродромах. Вони також коштують менше та не потребують багато витрат на створення, виготовлення та використання. У них також невеликі розміри разом з великою надійністю, довгою тривалістю та дальністю польоту, здатністю швидко маневрувати.

Розвиток авіаційних засобів ураження для безпілотних літальних апаратів (БПЛА) включає кілька ключових напрямів, спрямованих на покращення їх ефективності, точності, безпеки та адаптованості до різних сценаріїв використання. Ось деякі з основних аспектів цього розвитку: Збільшення дальності та точності дії, поліпшення потужності та ефективності боеприпасів, мініатюризація та компактність, збільшення автономності, інтеграція мережових технологій, розвиток багатофункціональності.

Ці напрями розвитку спрямовані на створення більш ефективних, адаптивних та безпечних авіаційних засобів ураження для БПЛА, що дозволяє їм успішно виконувати різні завдання у різних умовах та сценаріях використання.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАКЕТНОГО ДВИГУНА ТВЕРДОГО ПАЛИВА НЕКЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ РАКЕТ ТИПУ С-13**

*В.Ю. Поліщук*

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

Дослідження шляхів вдосконалення характеристик РДТП для НАР типу С-13 може включати аналіз матеріалів для підвищення ефективності спалювання, оптимізацію конструкції для зменшення маси і підвищення потужності, а також дослідження нових технологій охолодження для збільшення тривалості роботи двигуна.

Зацікавлення вдосконалення характеристик РДТП некерованих авіаційних ракет є важливим науково-технічним завданням. Одним із методів підвищення точності застосування НАР є урахування температури РДТП. Дослідники розробили методичний підхід, який дозволяє враховувати вплив температури заряду ракетного двигуна твердого палива на повний імпульс тяги. Це може

покращити точність вирішення прицільних задач. Вони використали інженерно-штурманські розрахунки балістичного забезпечення стрільби НАР, розглядаючи їх як снаряди зі складною балістичною схемою руху.

Запропонований алгоритм можна реалізувати шляхом внесення змін у відповідні робочі алгоритми прицільних систем літальних апаратів. Це важливий крок у покращенні ефективності некерованих авіаційних ракет, і дослідники продовжують працювати над цією проблемою.

## **ЩОДО ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПАРКУ БОЙОВИХ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЛЯ ПОТРЕБ АРМІЙСЬКОЇ АВАЦІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*В.М. Силаєв*

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

Армійська авіація Сухопутних військ Збройних Сил України, є важливою складовою частиною Сил Оборони України, яка бере участь у виконанні різноманітних завдань у загальновійськовому бої. Гнучкість, висока маневреність та вогнева потужність роблять бойові вертольоти необхідними засобами ведення сучасних військових дій.

Аналіз сучасного стану парку бойових вертольотів армійської авіації свідчить про гостру необхідність його оновлення. Це може бути досягнуто шляхом модернізації, закупівлі (лізингу) бойових вертольотів. Потреби в оновленні парку бойових вертольотів повинні відповідати економічним можливостям держави та враховувати сучасні вимоги до даних зразків озброєння та військової техніки.

Проведення наукових досліджень для прогнозування потреб у бойовому потенціалі вертолітного парку армійської авіації Сухопутних військ Збройних Сил України та ресурсах є одним з ключових елементів у плануванні розвитку Збройних Сил України. Вирішення цих завдань дозволяє уникнути помилкових результатів та забезпечити оптимальний рівень бойового потенціалу вертолітного парку за мінімальні витрати ресурсів.

Формування парку перспективних бойових вертольотів відбувається на основі визначених критеріїв, що враховують потреби та завдання армійської авіації. Важливо обирати такий склад та чисельність вертольотів, які забезпечать виконання всіх бойових завдань з мінімальними витратами ресурсів.

Ці процеси дозволяють забезпечити ефективну та раціональну розбудову бойового потенціалу країни та підвищити її обороноздатність.

## **АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОЇ АВАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ ДЛЯ УРАЖЕННЯ РЛС ЗРК**

*О.О. Сорочкіна*

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

Як свідчить досвід сучасних військових конфліктів, зокрема російсько-української війни, одним із пріоритетних завдань є подолання ворожої системи ППО без чого неможливо досягти значного успіху на полі бою не зазнаючи при цьому значних втрат власних сил та засобів. При вирішенні цього питання

першочерговим завданням є виведення з ладу або знищення радіолокаційних станцій (РЛС) що входять до складу зенітно-ракетних комплексів. Це завдання покладатиметься на авіаційні керовані ракети класу “повітря-поверхня” призначені саме для ураження подібних цілей. Проте як показала практика застосувань не завжди подібні ракети, що перебували на озброєнні ПС ЗСУ багато років виявились здатними ефективно виконувати поставлені завдання щодо ураження сучасних РЛС противника, в той час як іноземними зразками такі завдання вирішувались більш ефективно.

В доповіді розглядаються ключові проблемні питання що стосуються результатів:

- аналізу умов бойового застосування ракет “повітря-РЛС” при ураженні РЛС ЗРК противника;
- аналізу тактико-технічних характеристик сучасних зенітно-ракетних комплексів;
- аналізу тактико-технічних характеристик сучасних зразків ракет “повітря-РЛС”, призначених для ураження РЛС ЗРК.

### **ЛОГІСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ**

*М.І. Шандула*

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

Ведення війни з російською федерацією (РФ), поклали дуже великий виклик логістичному забезпеченню Збройних Сил України. Управління запасами авіаційними засобами ураження є дуже складним завданням, що вимагає використання різноманітних підходів для ефективного забезпечення та безперерйного поповнення запасів авіаційних засобів ураження для підрозділу авіаційної бригади. У цій доповіді розглянемо ключові логістичні підходи до управління запасами АЗУ, до них відносять такі фактори як:

- прогнозування потреб;
- оптимізація запасів;
- управління ланцюгом забезпечення;
- автоматизація та інформаційні системи;
- безпека та дотримання норм;
- гнучкість та адаптивність;
- навчання та розвиток персоналу.

Ці підходи використовуються разом або окремо, залежно від конкретних потреб підрозділів. Важливо підтримувати баланс між ефективністю, безпекою та гнучкістю, для того щоб забезпечувати надійне управління запасами авіаційних засобів ураження.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНОСТІ УРАЖЕННЯ ПРИ ВРАХУВАННІ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ СКЛАДНОЇ ЦІЛІ**

*Б.Б. Головки, к.т.н., доц.; М.В. Шадрін; Р.С. Ніколайчук*

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

Підвищення ефективності бойового застосування комплексів авіаційного озброєння та участь в обґрунтуванні раціонального варіанту бойової зарядки повітряного судна є важливими складовими в роботі фахівців інженерно-

авіаційної служби при вирішенні однієї з її основних задач щодо повної реалізації бойових можливостей авіаційної техніки.

З іншого боку інтенсивне впровадження в практику методів оцінки ефективності ураження уніфікованих як до типів об'єктів так і до типів авіаційних засобів ураження, вимагає подальшого вдосконалення розроблених раніше методів оцінки ефективності ураження, що пов'язано, як показує досвід бойових дій в Україні, з підвищенням ступеню невизначеності в оцінці противника.

Підвищення обґрунтованості в прийнятті рішень, можливо досягти за рахунок аналізу характеристик функціонування розосередженої складної цілі, що обумовлено застосуванням сучасних засобів маскування, радіоелектронної протидії, хибних цілей, тощо.

Для зменшення впливу рівня неузгодженості при організації ударів по складним цілям, запропонована удосконалена методика оцінки ефективності ураження розосередженої складної цілі, яка ґрунтується на ітераційній процедурі визначення коефіцієнта важливості елементу функціонуючої складної цілі, на основі інформації з наявних джерел розвідки.

Таким чином представлений підхід дозволяє удосконалити існуючу методику визначення імовірності ураження розосередженої складної цілі в сучасних умовах.

### **ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРІБНОГО ПОКАЗНИКА НАДІЙНОСТІ АПАРАТУРИ КАЗУ З ТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ**

*О.Д. Шепель*

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

На сьогоднішній день на озброєнні ПС ЗСУ перебувають літаки типу Су-24М, Су-25, МіГ-29, Су-27, які спроможні самостійно розв'язувати складні бойові завдання та ефективно використовувати КАЗУ як радянського зразку, так і того, що надано країнами-союзниками з Північноатлантичного Альянсу. Але для їх ефективного застосування вкрай потрібна дійшла наземна експлуатація бортового обладнання та КАЗУ усіх типів. Вони і надалі є найскладнішими в плані наземного обслуговування.

До таких відносяться:

- ракетне озброєння типів “повітря – поверхня” і “повітря – повітря”;
- керовані (кориговані) авіаційні бомби (КАБ).

Сучасний стан наявних КАЗУ зумовлює наявність проблеми його оновлення або підтримання ресурсу у наявних. Вирішення можливе за рахунок наступних дій:

- розробки та розгортання масового серійного виробництва нових перспективних вітчизняних зразків КАЗУ;
- закупівлі нових сучасних зразків КАЗУ у країн членів НАТО;
- покращення наявних КАЗУ радянського зразку із подовженням їх показників термінів служби.

Усі три шляхи створюють значні задачі своєчасного контролю технічного стану КАЗУ та її КПА з метою визначення найвагоміших технічних характеристик для вирішення проблеми щодо їх можливості чи неможливості використання.



Однією з особливостей КАЗУ є їх тривалий термін зберігання за створених необхідних для такого умов. Тобто більшістю часу наземної експлуатації КАЗУ є зберігання. У свою чергу це додає клопіт, таких як періодичний контроль технічного стану апаратури керування КАЗУ для визначення поточного стану таких виробів і для попередження виникнення можливих відмов, особливо коли це стосується бойових задач. При цьому внутрішній ресурс керування та наведення КАЗУ вкрай обмежений і не дає здійснювати маніпуляції з перевірки технічного стану будь-коли через неминучі витрати внутрішніх ресурсів КАЗУ та його КПА.

Пропонується кардинально переглянути та змінити підхід та наземне обслуговування КАЗУ в цілому, а саме зменшити кількість наземних маніпуляцій з КАЗУ, що суттєво вплине на їх календарні ресурси та ресурси з наробітку під літаком-носієм та наземним контролем технічного стану.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АВІАЦІЙНИХ ПРИЦІЛЬНИХ СИСТЕМ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЛЯ СТРІЛЬБИ НАР З КАБРУВАННЯ**

*Д.В. Щукін*

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

Сучасні умови ведення бойових дій вимагають від вертольотів здатності вести вогонь по різноманітних цілях на великих відстанях, з високою точністю та з мінімальними втратами. Одним з ефективних засобів вогневої підтримки вертольотів є некеровані авіаційні ракети (НАР), які мають високу вогневу потужність, простоту застосування та низьку вартість. Однак, застосування НАР має ряд обмежень, пов'язаних з низькою точністю, впливом зовнішніх факторів та необхідністю виходу вертольота на лінію прицілювання. Тому актуальним є питання удосконалення авіаційних прицільних систем вертольотів для стрільби НАР з кадрування, що дозволить збільшити дальність та точність вогню, зменшити час прицілювання та зменшити ймовірність поразення вертольота.

Метою роботи є дослідження шляхів удосконалення авіаційних прицільних систем вертольотів для стрільби НАР з кадрування та розробка пропозицій щодо їх реалізації. Для досягнення мети роботи використано такі методи дослідження: аналіз авіаційних прицільних систем вертольотів; аналіз цілей атакованими вертольотами з кадрування; шляхи удосконалення авіаційних прицільних систем вертольотів. Результатами дослідження є виявлення основних напрямів удосконалення авіаційних прицільних систем вертольотів для стрільби НАР з кадрування, таких як: модернізація існуючих зразків прицільних систем вертольотів, глибока модернізація авіаційних прицільних систем на основі комплектації та сучасних технологій, розробка елементів оптико-електронних систем, приклади обґрунтування окремих принципів рішень по розробці елементів ОЕС, основні розрахункові методики.

Висновком роботи є встановлення можливості та доцільності удосконалення авіаційних прицільних систем вертольотів для стрільби НАР з кадрування, що дозволить підвищити ефективність виконання бойових завдань вертольотами в сучасних умовах ведення бойових дій.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА МОЖЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ НАР ТИПУ С-8 ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ МАНЕВРЕНИХ ЦІЛЕЙ З ВЕРТОЛЬОТУ**

*О.Ю. Юрковська*

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

У даній темі ми розглянемо один із засобів ураження наземних цілей з бойового вертольоту, а саме некеровані авіаційні ракети(НАР) типу С-8 та можливості щодо їх модернізації. Як показує досвід останніх воєн, некеровані ракети, які перебувають на озброєнні ПС ЗСУ, мають здатність з високою ймовірністю вражати цілі в широкому діапазоні висот і швидкостей. Застосування НАР типу С-8 є більш ефективне для ураження маневрених наземних цілей різних типів, ніж ОФАБ100-120. Задля підвищення ефективності АЗУ розробляються їхні модифікації. Одним з варіантів є вдосконалення наявних на озброєнні в ПС ЗСУ НАР типу С-8 за прикладом ракети HYDRA-70. Перш за все можна провести модернізацію двигуна, а саме використати імпульсний ракетний двигун твердого палива який вагомо збільшує дальність польоту, разом з цим збільшує діапазон дальностей та висот бойового застосування ракет. Наступне чим вирізняється ракета HYDRA-70 від С-8 це можливістю встановлення блоку керування для того аби ракета стала коригованою та мала більші шанси влучення в ціль. В ракеті HYDRA-70 це реалізовано так що блок керування встановлюється між блоком двигуна та бойовою частиною, за подібним принципом є можливість обладнати блоком керування ракети С-8 задля перетворення їх в кориговані. Варто зауважити що блок керування в складеному положенні має мати діаметр не більше ніж діаметр ракети.

Метою моєї доповіді є дослідження параметрів та можливості модернізації НАР типу С-8 для ураження маневрених наземних цілей з вертольоту. Для досягнення мети використано такі методи дослідження: аналіз двигуна НАР типу С-8; аналіз тактико технічних характеристик НАР типу HYDRA-70 задля покращення ефективності застосування НАР типу С-8.

## **ВАГОМІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ АВІАЦІЙНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ КЛАСУ “ПОВІТРЯ-ПОВІТРЯ”**

*М.М. Яцишин; О.А. Лавров*

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

Перспективні авіаційні керовані ракети класу “повітря-повітря” є ключовим елементом у сучасних системах повітряної оборони, які призначені для забезпечення повітряної безпеки та переваги в повітряному бою. Тим самим дані засоби ураження повинні мати відповідні характеристики.

Перш за все, важливо визначити дальність дії ракети, що є одним з ключових параметрів у визначенні її ефективності на заданій дистанції бою. Перспективні ракети класу “повітря-повітря” повинні мати здатність до ефективного ураження цілей на заданій відстані, щоб забезпечити перевагу у повітряному просторі.

Другим важливим аспектом є швидкість та маневреність ракети. Вони визначають її здатність до швидкого та точного ураження цілей, забезпечуючи перевагу у маневренному повітряному бою. Висока швидкість дозволяє

скоротити час реакції та збільшити зону покриття для захоплення цілей, тоді як маневреність дозволяє ракеті ефективно протидіяти ворожим контрмірам.

Третій параметр – точність та надійність системи керування. Сучасні ракети повітря-повітря мають високоточні системи наведення, які можуть визначати та слідкувати за цілями в різних умовах, включаючи електронне перешкоджання. Надійність систем керування є критичною для забезпечення успішної атаки та мінімізації ризиків неконтрольованого вогню.

Нарешті, важливо враховувати можливість інтеграції з сучасними бортовими системами та іншими платформами бойового забезпечення. Це включає сумісність з різними видами літальних апаратів, сенсорами та системами управління, що робить ракети більш універсальними та ефективними в різних сценаріях бойових дій.

Отже, до вагомих характеристик перспективної авіаційної керованої ракети класу “повітря-повітря” можливо віднести дальність дії, швидкість та маневреність, точність та надійність системи керування, а також її інтеграцію з іншими бойовими платформами.

### **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ ВАРІАНТУ БОЙОВОЇ ЗАРЯДКИ ЛІТАКА СУ-27 ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ**

*С.С. Тимошенко*

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

Для обґрунтування рекомендацій щодо вибору варіанту бойової зарядки літака Су-27 для ураження наземних цілей, потрібно врахувати кілька ключових факторів, таких як ефективність, точність, вартість та можливість адаптації до різних умов бойових операцій.

Ефективність та точність: Обрана бойова зарядка повинна мати високу ефективність ураження наземних цілей, забезпечуючи точність поразки. Су-27 використовується як важкий винищувач, тому важливо, щоб обрана зарядка мала достатній потенціал для знищення різних типів цілей, включаючи броньовані об'єкти, військову техніку та укріплені позиції.

Вартість: Вибраний варіант бойової зарядки повинен бути ефективним з точки зору вартості. Значення кожної зарядки повинно відповідати її ефективності та можливостям, а також бути конкурентоспроможним на ринку бойової техніки.

Адаптабельність та сумісність: Обрана бойова зарядка повинна бути сумісною з існуючою апаратурою та зброєю, яку використовує літак Су-27. Важливо також мати можливість адаптувати зарядку до різних бойових сценаріїв та умов.

На основі цих критеріїв можна рекомендувати кілька варіантів бойової зарядки, таких як:

Повітряно-ракетна боеголовка (ПРГ): Ця зарядка забезпечує високу точність ураження і може бути ефективною проти різних типів цілей. Вона може бути оснащена системою наведення, що забезпечує високу точність удару.

Некеровані аерозаряди: Вони можуть бути ефективними в ураженні широкого спектру цілей, включаючи масивні групи ворожої техніки або позицій. Важливо вибрати модель заряду, яка має оптимальне співвідношення між точністю та масштабом пошкоджень.

Плануючі авіаційні бомби: Ці бомби можуть бути ефективними проти броньованих цілей або позицій ворога. Вони можуть мати різні типи вибухового завантаження для відповідності різним умовам бойових операцій.

Вибір конкретного варіанту бойової зарядки для літака Су-27 повинен базуватися на специфікаціях завдання, бюджетних обмеженнях та характеристиках цілей, які передбачається уражати.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ БЛОКУ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ СТАНЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ЛІТАКА СУ-24МР**

*Д.О. Самоїленко*

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

Хід війни Росії проти України продемонстрував, що розвідувальна авіація, як один з видів авіації Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил України, вирішує бойові завдання, як в інтересах ПС, так і в інтересах забезпечення розвідувальною інформацією штабів об'єднань, з'єднань і частин інших видів і родів військ.

У комплексі заходів, спрямованих на підготовку і ведення бойових дій велика увага приділяється організації повітряної розвідки (ПР), від результатів якої багато в чому буде залежати успіх бойових дій військ.

Основні зусилля загальної радіотехнічної розвідки, як складової ПР, направлені на виявлення аеродромної мережі противника, позицій ЗРК, пунктів управління, позицій ворожих військ, районів їх зосередження і на марші, переправ, місць розташування командних пунктів, складів та баз постачання.

Для підвищення надійності блоку аналізу сигналів станції загальної радіотехнічної розвідки літака-розвідника Су-24МР обраний матричний метод визначення частоти радіоелектронних засобів противника, який забезпечує, в порівнянні зі звичайним багатоканальним методом, кращу чутливість і розрізну здатність за частотою, оптимальну кількість фільтрів у матричному приймачі. При цьому час проведення розвідки не збільшується.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АКТИВНОЇ ВІДПОВІДІ А-511**

*Я.Ю. Костюченко; І.О. Сидоренко; М.С. Каліберда; Е.М. Світлий*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід ведення бойових дій показує, що ефективність виконання бойових завдань залежить від своєчасної підготовки бортового обладнання. Одним з таких засобів є літаковий відповідач (ЛВ) А-511. Він призначений для роботи з радіолокаційними системами, які входять до системи керування повітряним рухом і забезпечує автоматичну видачу цим радіолокаційним системам інформації про координати літака, бортовий номер, барометричну висоту польоту, а також сигнали індивідуального розпізнавання та аварії.

Аналіз відмов ЛВ показав, що найбільший відсоток невиконання свого функціонального призначення відбувався по причині зниження потужності вихідного високочастотного сигналу. Потужність вихідного сигналу формується в генераторі надвисоких частот передавача який містить два

незалежних каскади. Перший каскад – задаючий генератор, другий – підсилювач потужності.

В доповіді розглянуті первинні конструктивні і технологічні фактори механічної природи у резонаторі, що впливають на величину потужності ЛВ, залежність вихідної характеристики від цих факторів. На основі аналізу проведених досліджень представлені заходи, реалізація яких дозволяє стабілізувати потужність вихідного високочастотного сигналу ЛВ.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ НАВІГАЦІЇ ЛІТАКА СУ-27**

*А.О. Савотеев*

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

Хід війни Росії проти України продемонстрував важливість виконання бойових завдань літаком винищувальної авіації Су-27, на якому встановлений пілотажно-навігаційний комплекс ПНК-10, який призначений для вирішення завдань навігації та пілотування літака на всіх етапах польоту в простих та складних метеоумовах, у будь-яку пору року та доби, над сушею та над морем у будь-яких географічних умовах та складається з двох підсистем: пілотажного комплексу ПК-10 та навігаційного комплексу НК-10.

До складу навігаційного комплексу НК-10 входить радіотехнічна система ближньої навігації (РСБН) А-317 із цифровим обчислювачем А-313, які виконують наступні завдання: виконання польоту за заданим маршрутом та повернення на запрограмований аеродром, обладнаний радіотехнічними засобами посадки, в ручному, автоматичному та директорному режимах пілотування, виконання передпосадкового маневру з виходом у зону дії радіомаяків, захід на посадку до висоти 50 м в автоматичному режимі та повторний захід на посадку.

Якість завдань, які виконує РСБН А-317, залежить не тільки від методів вимірювання та обробки сигналів, які приймаються від наземних радіомаяків, але і від деяких параметрів цих сигналів.

Для підвищення ефективності функціонування РСБН А-317 літака-винищувача Су-27, з метою оптимізації параметрів сигналів, які застосовуються, та зменшення маса габаритних характеристик, пропонується заміна приймального блоку А-312-001 та передавального блоку А-317-002 на приймально-передавальний пристрій SDR-технології HackRF One, який при застосуванні використовує спеціальні програми.

## **АНАЛІЗ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ МІНІ GPS**

*М.С. Семенов; В.О. Кудряшова; Д.О. Соколова*

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

Під час повномасштабного російського вторгнення в Україну виникло актуальне питання, пов'язане з протидією комплексу радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника, особливо під час управління безпілотними літальними апаратами (БпЛА).

Одним із способів підвищення завадозахищеності сигналу управління БпЛА є використання радіомодулів зі складним алгоритмом захисту

інформації. Безумовно, під час впливу комплексів РЕБ противника на радіосигнали навігації дрона втрачається орієнтація літального апарату в просторі, припиняється нормальне функціонування та втрачається зв'язок з оператором.

У доповіді досліджуються характеристики міні GPS-модуля від компанії Walksnail, який використовує інтегрований приймач із вбудованим захистом від впливу завад та імітації сигналу. Завдяки використанню вбудованого магнітного міні-компасу та сучасної мікросхеми передбачається підвищення надійності та точності вимірювання координат.

Таким чином, запропоновані удосконалення міні GPS-модуля можуть бути використані в міні БпЛА. Додаткові алгоритми фільтрації допоможуть зменшати вплив радіочастотних завад, забезпечуючи стійке його функціонування та значно підвищивши завадостійкість прийнятого сигналу, особливо від супутникових систем.

## **АНАЛІЗ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

*Т.С. Лукашенко; О.Ю. Шевчук*

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

У зв'язку із зростаючою кількістю і якістю комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та їх можливостями, радіоелектронна протидія повітряним суднам стає дедалі важливішим фактором у ході ведення російсько-української війни. Забезпечення ефективності застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) полягає, в першу чергу, у здатності виконувати бойові завдання за будь-яких умов та інтенсивності впливу комплексів РЕБ противником.

Доповідь присвячена аналізу сучасних методів управління безпілотними літальними апаратами (БпЛА). Крім того, проводиться аналіз радіочастотного діапазону відомих засобів управління радіоліній БпЛА. Пропонується варіант щодо підвищення завадостійкості бойових БпЛА в умовах інтенсивних навмисних радіозавад, використовуючи хаотичну несучу, сформовану модифікованою нелінійною динамічною системою зі зворотнім зв'язком.

Таким чином, в результаті дослідження запропонованої моделі підвищення завадозахищеності радіотехнічної системи передачі інформації з використанням хаотичної несучої, підтверджено можливість передачі даних по лінії радіозв'язку БпЛА. Разом з тим, під час практичної реалізації слід враховувати вплив ефекту Доплера на стабільність функціонування синхронізації в системі передачі даних.

## **МЕТОД ЗАСТОСУВАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У ТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**

*А.В. Худоконенко; А.Ю. Аршава*

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

В умовах повномасштабного вторгнення рф, авіація Повітряних Сил Збройних Сил України потребує удосконалення технічного обслуговування повітряних суден (ПС). Будь-яка помилка або упущення в обслуговуванні може вплинути на виконання бойових або навчальних завдань. Контроль

якості обслуговування в основному залежить від досвіду та якості роботи інженерно-технічного складу. З метою підвищення якості та ефективності обслуговування ПС в ряді країн були впроваджені інтелектуальні технології, такі як окуляри з доповненою реальністю (AR), які показали широкі перспективи застосування. Технологія AR є однією з передових технологій, які використовуються в багатьох галузях та різних сферах.

Впровадження системи AR в технічну експлуатацію ПС дозволить покращити якість обслуговування, підвищить ефективність перевірки та зменшить можливість людських помилок. Окуляри AR можливо буде застосовувати при перевірці перед польотом, періодичних, регламентних та інших роботах на ПС. В парі з навченою нейронною мережею, AR окуляри стануть віртуальним поопераційним контролем. Дані, необхідні для інтелектуального контролю якості збиратимуться на зразковому ПС, згідно еталонних технічних карт. Моделі розпізнавання контролю якості навчатимуться та перевірятимуться алгоритмом у глибокому навчанні.

Таким чином, застосування інтелектуальної системи окулярів для перевірки якості перед польотом ПС, допоможе швидко визначити якість обслуговування, автоматично зберігати важливі дані та зменшити можливість людських помилок.

## **ВАРІАНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛІТАКОВОГО МАГНІТОФОНУ П-503Б ЛІТАКА МІГ-29УБ**

*Р.Р. Макогон; О.Р. Кольцова*

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

В умовах агресії рф, авіаційна техніка Повітряних Сил України повинна постійно вдосконалюватися та модернізуватися. Процес покращення роботи техніки стосується кожного елемента без винятку. Взвзявши за основу літаковий магнітофон П-503Б, який призначений для запису та зберігання звукових сигналів і переговорів на літаку МіГ-29УБ, спроектовано варіант модернізованого пристрою, який в перспективі можна буде встановлювати на інші літаки.

Метою покращення П-503Б являється оптимізація роботи пристрою, розширення функціональності та мініатюризація обладнання. За допомогою використання дешевих одноплатних мікроконтролерів спроектовано пристрій зберігання всіх звукових сигналів, які надходять на П-503Б. Інформація буде автоматично перетворюватися та записуватися на цифровий носій, що також забезпечить більш швидкий та простий доступ до збережених даних і дозволить зменшити габарити в цілому.

Так як, звукові сигнали (аудіодані), що записує П-503Б, в основному проходять через літаковий переговорний пристрій СПУ-9, в перспективі можливо буде підключити розроблену плату на повітряні судна з подібним переговорним пристроєм. Тобто встановлення розробленої плати можливе навіть на повітряні судна, які не оснащені літаковим магнітофоном, чи іншим пристроєм для запису аудіоданих, але які оснащені СПУ-9, адже переговорний пристрій встановлений майже на всі повітряні судна, які стоять на озброєні в Повітряних Силах Збройних Сил України. Даний варіант модернізації дозволить проводити запис всіх аудіоданих, які поступають на магнітофон П-503Б за допомогою цифровізації апаратури та збільшить ефективність роботи пристрою.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО КАНАЛУ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ВИНИЩУВАЧА**

*С.І. Світла; Е.М. Світлий*

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

Враховуючи досвід сучасних війн, перевага у повітрі має важливе значення для успішних військових операцій. Виявлення літальних апаратів противника на великій відстані – це запорука панування авіації у повітрі.

Одним з найважливіших складових бортових радіолокаційних станцій (РЛС) перехоплення повітряних цілей, є передавач, який безпосередньо впливає на дальність виявлення. Аналіз існуючих передавальних пристроїв бортових РЛС показав, що вони не відповідають вимогам, щодо виявлення цілей на відстані декілька сотень кілометрів. З огляду на це, пропонується впровадження в передавач бортової РЛС багатопроменевого клістрону, в якості підсилювача потужності, робота якого полягає у використанні декількох променів, що робить пристрій на 60% ефективнішим. Запропонований підхід забезпечує досить високий показник, як середньої, так і пікової потужності передавача в цілому.

За рахунок впровадження даного клістрону забезпечується підвищення ефективності існуючої бортової РЛС, зокрема дальність виявлення повітряних цілей противника збільшується в кілька разів.

Отже, модернізована бортова РЛС забезпечить, як ефективне виявлення та знищення літаків ворожої авіації, так і боротьбу з крилатими ракетами та безпілотними літальними апаратами противника.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ БОРТОВОЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ БЛИЖНЬОЇ НАВІГАЦІЇ**

*І.О. Самусь; Є.П. Онищук*

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

Під час ведення бойових дій авіація Повітряних Сил відіграє важливу роль у обороні неба нашої держави. Повітряні Сили Збройних Сил України потребують оновлення та модернізації повітряних суден. З розвитком науки і техніки є можливість застосування технологій, які підвищать показники функціонування цифрового обчислювального пристрою бортової радіотехнічної системи ближньої навігації (РСБН), під час виконання навігаційних задач, корекції визначення відповідних координат і обміну інформації. Враховуючи низьку надійність, впровадження новітньої розробки є актуальним. Пропонується розширення функціональності цифрового обчислювального пристрою бортової РСБН, шляхом включення в його схему одноплатного електронно-обчислювального пристрою, який побудований на базі мікроконтролеру ESP32. Цей пристрій має ряд переваг: широкий спектр програмного забезпечення, об'єм пам'яті, високу тактову частоту, вага, компактність, низький рівень енергоживлення, низька собівартість. Розробка ESP32 також забезпечує зменшення часу виконання оперативних видів підготовок літака, за рахунок заздалегідь введеного масиву програм польоту.

Отже, запропонована розробка призведе до розширення функціональних можливостей бортової РСБН та спростить експлуатацію системи.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ АВІАЦІЙНИХ ТРАНСПОНДЕРІВ ДЯ ПОВНОЦІННОЇ ВЗАЄМОДІЇ З СИСТЕМАМИ TCAS**

*А.І. Матвієнко; М.В. Кушнір*

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

Ефективне застосування комплексу “повітряне судно – наземна система управління”, згідно досвіду протистояння збройній агресії, значно ускладнюється в умовах активного використання супротивником новітніх систем радіоелектронного подавлення та радіоелектронної боротьби (РЕП та РЕБ) в комплексі з потужним випромінюванням вузькоспрямованих завад.

Пряме призначення авіаційних транспондерів – це передача по радіоканалам сигналів ідентифікації повітряного судна. Працюють транспондери зазвичай в комплексі із системою попередження про рух та запобігання зіткнень двох (або більше) повітряних суден – Traffic Collision Avoidance System (TCAS).

На основі алгоритму обчислення, якій здатний обрахувати відносний пеленг інших, потенційно небезпечних літаків, враховуючи висотні показники, швидкість зближення та відстань між повітряними суднами, вимірюється часовий інтервал до ймовірного зіткнення.

З метою збільшення ефективності системи управління повітряним рухом пропонуються додати канал передачі даних з показника барометричної висоти в авіаційні транспондери, які працюють виключно в режимі “А”, що забезпечить повноцінне використання вдосконалених комплексів у будь яких системах запобігання зіткнень літаків у повітрі, що працюють в стандартах ICAO (International Civil Aviation Organization).

В комплексі з кодованим каналом передачі даних від літального апарату до наземних систем управління повітряним рухом, таке технічне рішення дозволить збільшити ефективність роботи системи управління повітряним рухом навіть в умовах застосування супротивником комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ) та покращить взаємодію повітряного судна з міжнародними системами контролю та запобігання зіткнень літаків у повітрі.

## **НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВЕРТОЛЬОТІВ ВІД КЕРОВАНИХ РАКЕТ**

*В.А. Захаров, О.М. Нагірний*

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

В умовах ведення бойових дій Збройними Силами України із залученням авіації, пов’язане з необхідністю застосування сучасних засобів індивідуального захисту від керованих ракет. Основними загрозами яких являються: переносні зенітно-ракетні комплекси (ПЗРК), зенітно-ракетні та зенітно-артилерійські комплекси, а також комплекси повітряного базування, оснащені оптико-електронними та радіолокаційними системами наведення, керованими ракетами з інфрачервоними (ІЧ) та радіолокаційними головками самонаведення (ГСН).

На сьогоднішній день вертольоти типу Ми-8 та Ми-24, які стоять на озброєнні в Збройних Силах України оснащені системою захисту “Адрос”, від керованих ракет з інфрачервоними головками самонаведення. Враховуючи

позитивні оцінки під час застосування станції оптико-електронного подавлення СОЕП “Адрос” та комбінованого пристрою викиду “Адрос” КУВ 26-50, виникає необхідність в розширенні можливостей системи захисту, а саме в своєчасному виявленні загрози і видачі в автоматичному режимі команди на засоби протидії.

Таким чином, в роботі було запропоновано напрямок поліпшення системи захисту “Адрос” вертольотів типу Ми-8 та Ми-24, який полягає в дооснащенні системою попередження про пуск ракет, з можливістю автоматичного прийняття рішення щодо застосування захисту.

### **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИЙМАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО БЛОКУ СТАНЦІЇ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО ОПРОМІНЮВАННЯ СПО-15**

*В.П. Коростіленко; О.В. Фесенко; К.Р. Поромов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В умовах протистояння збройної агресії, авіація Повітряних Сил Збройних Сил України потребує удосконалення та модернізації бортових систем захисту повітряних суден.

Пропонується розглянути варіант удосконалення станції попередження про опромінення СПО-15, що встановлена на літаку МіГ-29. Станція попередження про опромінення СПО-15 призначена для сповіщення та індикації льотчика про опромінення повітряного судна ворожим радіолокатором та (або) радіолокаційною головою самонаведення ракети.

З урахуванням проведеного аналізу сучасних вимог, узагальнення досвіду застосування під час виконання бойових завдань та тенденцій розвитку показав, що станція СПО-15 розроблена та прийнята на озброєння ще у 70-х...80-х роках минулого сторіччя і за своїми тактико-технічними характеристиками суттєво поступається сучасним світовим аналогам, насамперед, за частотним діапазоном радіоелектронних засобів, який для сучасних закордонних засобів складає від двох до вісімнадцяти гігагерц, з можливістю розширення в подальшому.

Таким чином, в роботі було запропоновано застосування в станції СПО-15 комбінованого приймального пристрою, який являє собою пристрій з миттєвим скануванням частоти, працюючим паралельно з приймачами прямого підсилення і супергетеродинного типу, що забезпечить високу точність виміру частоти і розширення робочого діапазону до вісімнадцяти гігагерц.

### **МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РАДІОВИСОТОМІРІВ МАЛИХ ВИСОТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ**

*В.О. Пешков  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В умовах сучасності проблеми отримання точної навігаційної інформації від бортових засобів має великий вплив на виконання польотного завдання.

Пропонуються варіанти використання бортових радіовисотомірів малих висот для підвищення точності визначення параметрів польоту під час виконання бойових завдань.

Варіанти: застосування адаптивних методів вимірювання висоти; зміна алгоритмів обробки сигналів та усунення впливу зовнішніх завад.

Адаптивний метод вимірювання дає змогу уникнути втрачання навігаційної інформації при раптових різких змінах профілю польоту.

Впровадження альтернативного (змінного) алгоритму обробки інформації в апаратній частині вимірювача надає можливість отримати достовірні, високоточні дані висоти в умовах різкої зміни зовнішнього середовища: локальні опади, туман, хмарність.

Такі вдосконалення дозволять більш точно визначати висоту в процесі польоту та підвищити живучість повітряного судна при виконанні маневрів.

Експлуатаційну надійність радіовисотомірів можна змінити декількома способами: регулярність та послідовність проведення профілактичних заходів та комплексуванням бортових навігаційних вимірювачів.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСОБІВ ГРУПОВОГО ЗАХИСТУ ВЕРТОЛЬОТІВ РЕБ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Ю.В. Грубой; В.В. Головатюк*

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

Аналіз програм розвитку озброєння та військової техніки технологічно розвинених держав за останнє десятиліття свідчить про те, що бойові можливості сучасних засобів ППО та РЕБ ПС цих країн збільшуються випереджальними темпами відносно до бойових можливостей повітряних ПС, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України.

Розвиток сучасних засобів ППО та РЕБ ПС визначається наступними шляхами модернізації:

- широке застосування когерентної обробки радіолокаційних сигналів;
- багатоканальність РЛС реалізована за рахунок використання фазованих антенних решіток, у тому числі й активних;
- застосування цифрових приймачів-процесорів зі швидким перетворенням Фур'є;
- використання в РЛС декількох видів зондувальних сигналів з частотною модуляцією й фазокодовою маніпуляцією у сполученні зі зміною параметрів зондувального сигналу (програмна перебудова несучої частоти й періоду повторення імпульсів);
- широке використання супутникових навігаційних систем, удосконалення прицільно-навігаційних систем;
- розробка й впровадження засобів і методів перешкодозахищеності.

З урахуванням наведених шляхів напрямками модернізації комплексу засобів РЕБ для модернізованих вертольотів Ми-8ППА, Ми-8СМВ доцільно вважати:

- ведення автономної роботи, у сполученні з іншим вертольотом-постановником перешкод зі складу комплексу перешкод, в якості ведучого або ведомого та під управлінням пункту управління;
- автоматичний пошук, виявлення й панорамне спостереження сигналів джерел радіовипромінювання;
- автоматичне визначення частот і пеленгів джерел випромінювання з визначенням координат їх дислокації;

- автоматичне визначення номіналів частот ліній зв'язку із програмною перебудовою робочої частоти і створення їм перешкод;
- автоматизований технічний аналіз розвіданих радіосигналів.

## **ДІАГНОСТУВАННЯ ПНК В УМОВАХ ЗМІНИ ЗБУДЖУЮЧИХ ФАКТОРІВ**

*Є.О. Хмель*

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

Сукупність бортових функціонально об'єднаних інформаційних засобів, обчислювально-програмних, систем автоматичного управління, засобів індикації і сигналізації утворюють на сучасному повітряному судні (ПС) пілотажно-навігаційний комплекс (ПНК). ПНК об'єднує два комплекси: пілотажний і навігаційний. Навігаційний комплекс (НК) утворює сукупність бортових систем і пристроїв, призначених для вирішення завдань навігації і визначення координат місцезнаходження ПС.

Важливим фактором є перебування НК в стані готовності виконувати цільове завдання впродовж заданого інтервалу часу в умовах потоку відмов через вплив зовнішніх і внутрішніх факторів.

Дестабілізуючі фактори призводять до відмов в роботі ПНК або його модулів, які найчастіше призводять до помилок позиціонування ПС в просторі і відхилень від лінії заданого шляху, що значно впливає на рівень безпеки польотів. Одним із чинників таких помилок є некоректне введенням програми польоту в пристрої пам'яті НК; точність навігаційних приладів.

Підтримання елементів ПНК ПС у стані готовності до застосування може бути вирішено через організацію його діагностування під час експлуатації. Аналіз варіантів функціонального, тестового діагностування показав що найбільш прийнятною є організація тестового діагностування за ймовірнісним принципом.

Виконання перевірок у модулях ПНК повинна враховувати випадкову структуру діагностичних зв'язків, накопичення діагностичної інформації в пам'яті елементів ПНК, визначення достатності діагностичної інформації для виконання її аналізу. Діагностичну модель ПНК за ймовірнісним принципом можна представити у вигляді орієнтованого графа.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ НЕСПРАВНОСТЕЙ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**

*К.Т. Попадюк; О.А. Курман*

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

В умовах сьогодення авіація Збройних Сил України переживає надскладний період в утриманні та розвитку авіаційної техніки. На даний час, існує велика проблема, що пов'язана з експлуатацією морально застарілої авіаційної техніки в позагарантійний період (експлуатація за технологічним станом), а також наявності великої кількості бойові пошкодження через безпосередню участь в бойових діях.

В умовах експлуатації авіаційної техніки за технічним станом, з метою своєчасного попередження відмов авіаційної техніки, особливого уваги

потребує поточний контроль за технічними показниками пристроїв та систем повітряного судна. Таким чином питання ефективності та точності аналізу інформації про несправності радіоелектронного обладнання повітряних суден, стає визначальним для забезпечення безвідмовної роботи авіаційної техніки на всіх етапах її життєвого циклу.

Існуюча система збору, аналізу і подання інформації про несправності авіаційної техніки в підрозділах суб'єктів державної авіації України, не задовольняє вимогам сьогодення. Вона має ряд суттєвих недоліків пов'язаних з трудомісткістю процедури збору, подання та аналізу даних, повною відсутністю елементів автоматизації, відсутністю широкомасштабного доступу експлуатантів всіх рівнів до статистичних та експлуатаційних даних про типові відмови авіаційної техніки в процесі експлуатації.

Таким тематика наукового дослідження пов'язана з обґрунтуванням рекомендацій щодо удосконалення системи збору, обробки та аналізу інформації про несправності радіоелектронного обладнання є актуальною.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ БОРТОВОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ**

*Д.А. Ніколаєць; Є.С. Колотухіна*

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

Модернізація передавального тракту бортової радіолокаційної станції (БРЛС) необхідна для забезпечення успіху місії, де може бути залучена авіація. Мета: розрахувати та змодельовати схему для вдосконалення БРЛС, без зменшення функціональності та зниження коефіцієнту надійності системи.

Застосування новітніх компонентів авіоніки обумовлює необхідність глибокого вдосконалення антенно-фідерних систем (АФС) радіолокаційних станцій. Передбачується збільшення потужності передавачів радіолокаційних станцій, та оптимізація структури каналів прийому та обробки отриманої інформації.

Підвищення максимальної дальності роботи модернізованих радіолокаційних систем обумовлює зростання швидкості обробки радіолокаційної інформації сучасними бортовими та наземними радіолокаційними системами (БРЛС та НРЛС), що призводить до застосування спеціалізованих обчислювачів.

Необхідною умовою застосування цифрової обробки сигналів у приймальному каналі БРЛС є впровадження цифрового модулю декодування сигналів, тому запропоновано встановлення модулю кодування сигналів у передавальні тракти бортових та наземних цифрових радіолокаційних систем.

Очікуваний результат: швидкий та повноцінний контроль оперативної обстановки. Комплексне застосування бортової та наземної цифрової обробки прийнятих сигналів дозволяє використовувати радіолокаційні системи також для між-літакової навігації, і для точного визначення ворожих позицій та попередження про потенційні повітряні загрози. Дослідження сприятимуть підвищенню безпеки польотів, завдяки реалізації алгоритму своєчасного та безпомилкового виявлення та відстеження руху повітряних об'єктів, а також максимально точному обрахунку ймовірних траєкторій повітряних цілей.

Розширюється спектр можливостей вітчизняної авіації в аспекті ведення розвідки за допомогою повітряних суден та взаємного координування операцій, що дозволить вирішувати бойові завдання максимально швидко, точно та ефективно.

## **РОЗВИТОК НОВИХ НАПРЯМКІВ У ОПТИЧНОМУ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОМУ ПРИЛАДОБУДУВАННІ**

*Д.І. Щерба; В.В. Лантух; Е.В. Білоус; С.Ю. Волохов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розвиток новітніх оптичних та оптико-електронних систем та комплексів, включаючи лазерні, в даний час йде по кільком напрямках, до яких можна віднести:

- дослідження процесів створення, поширення, прийому та обробки оптичних сигналів;
- удосконалення методів проектування, що містить в собі комп'ютерне моделювання, розрахунок, конструювання та випробування, як приладів в цілому, так і окремих їх вузлів;
- удосконалення елементної бази оптичних та оптико-електронних систем та комплексів, а також технології їх виготовлення;
- комплексування оптико-електронних систем з системами обробки цифрових зображень;
- створення оптико-електронних систем нового покоління, які мають набагато кращі параметри та характеристики у порівнянні з тими що існують;
- розширення сфери застосування оптичних та оптико-електронних методів та систем, зокрема систем “подвійного” (військового та цивільного) призначення в різних галузях науки та техніки.

## **ПАЛИВНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВЕРТОЛЬОТІВ**

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

Повітряний транспорт має великий вплив на атмосферу Землі. Особливості впливу повітряних суден на довкілля пов'язані, з тим, що сучасний парк гелікоптерів має газотурбінні двигуни. Газотурбінні двигуни працюють на авіакеросині, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних домішок.

Маса відпрацьованих газів викидається повітряними суднами безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів. Загальний викид токсичних речовин повітряними апаратами може бути приблизно оцінений об'ємом споживаного авіацією палива, котрий складає десь 4 % від загальних витрат палива усіма видами транспорту.

Зменшення кількості шкідливих викидів може бути досягнуто при підвищенні економічності двигунів, а отже – зменшенні кількості відпрацьованих газів. Скорочення витрат палива, а від цього – і викидів токсичних речовин досягається також удосконаленням методів експлуатації вертольотів, а саме: підвищенням ступеня заповнення вертольотів корисним

вантажем, а також за рахунок розташування аеропортів на значній відстані від міст.

Виходячи з побаченого(показаного), можна зробити висновок, що з модернізацією вертольотів, покращенням їх льотно-технічних характеристик, а також покращення їх силових установок ГТД, є можливість та необхідність покращити паливну ефективність, що на пряму впливає на екологію довкілля.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ФРОНТОВОГО ПРИСТРОЮ КАМЕРИ ЗГОРАННЯ**

*Н.М. Отрешко; В.І. Рубльов; С.Е. Загурський; К.С. Козлов  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Одною з найважливіших задач розвитку бойової авіації є створення технологій, направлених на покращення економічних показників двигуна та збільшення потужності. Одним з пріоритетних напрямків полягає в розробці заходів, щодо покращення роботи фронтового пристрою камери згорання.

Для успішного ведення бойових дій необхідно мати справну та боєздатну техніку, при найменших втратах та збереженні людського життя. При експлуатації вертольотів типу Ми-24ПУ1, зустрічаються несправності, які пов'язані з роботою камери згорання.

Аналіз несправностей вузла камери згорання виявив пошкодження зовнішнього корпусу та жарової труби, що в свою чергу дає змогу використовувати сучасні технології у цій галузі.

Модернізація фронтового пристрою полягає в тому, щоб замість звичайних 12-ти двоканальних відцентрових форсунок встановлено таку ж саму кількість мультифакельних форсунок, які дозволять покращити процес горіння паливо-повітряної суміші та покращити якість розпилення пального в зоні горіння, тобто має на меті зменшення діаметру розпиленої краплі пального.

Згідно з термогазодинамічними розрахунками, та розрахунками геометрії сопла паливної форсунки можна зробити висновок, що діаметр крапель, які проходять через нову форсунку будуть значно меншими, ніж у випадку з двоканальною відцентровою форсункою. За рахунок чого це дозволить підвищити якість розпилення пального, без суттєвого підвищення температури.

Покращення якості розпилення дає можливість підвищити температуру згорання в КЗ на 30 °С, що в свою чергу дає можливість збільшити ефективну потужність на 6 %, а питому витрату палива зменшити на 2 %.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТУРБИНИ ДВИГУНА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

*І.В. Кравченко; Р.Ю. Шульга  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

З урахування технічних вимог та економічної доцільності рекомендується розглянути використання нікелю або сплаву ренію як альтернативу поточному матеріалу. Це дозволить покращити ефективність та тривалість служби турбіни з мінімальними змінами в конструкції та процесах виробництва.

Заміна матеріалу лопаток турбіни газотурбінного двигуна РД-33-2С на більш міцний та термостійкий сплав може значно покращити його характеристики та ефективність у роботі. Вибір конкретного матеріалу

повинен бути обґрунтованим і здійснюватися з урахуванням вимог до конкретного застосування та економічної доцільності.

Виготовлення лопаток турбіни газотурбінного двигуна з ренію може бути перспективним, оскільки реній є одним з найтвердіших та термостійких металів. Основні переваги використання ренію включають високу міцність при високих температурах, відмінну стійкість до корозії та окислення, а також відсутність пластичності при нормальних умовах. Однак, варто враховувати високу вартість ренію та складність його обробки, що може призвести до збільшення загальних витрат на виробництво.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ БОЙОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ ПЛАНЕРА КОНСТРУКЦІЇ ЛІТАКА ТИПУ СУ-25**

*Є.В. Мирошніченко; В.І. Михайлюченко*

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

Статистичний аналіз участі штурмової авіації у сучасних військових конфліктах показав, що існує необхідність частого залучення літаків в бойових завданнях, через це є великі втрати літаків через супротив противника та нові комплекси проти-повітряної оборони. Виходячи з цього виникає проблема оцінки пошкоджень планера при отриманні бойового пошкодження.

В даній роботі був проведений інженерний аналіз бойових завдань літака Су-25. Обґрунтовані можливості реалізації заданих тактико-технічних вимог шляхом визначення нормальної злітної маси літака Су-25. Був проведений аналіз конструктивно-компонувальної схемілітака методом розрахунку експлуатаційного діапазону центрування. Здійснено аналіз впливу бойових пошкоджень. Були проведені проектувальні розрахунки силових елементів планера літака типу Су-25 під навантаженням. Проведений перевірючий розрахунок з максимальним допустимим навантаженням.

Запропонована методика дозволяє оперативна провести інженерні розрахунки і надати експлуатаційні обмеження які потрібні для збереження живучості ЛА, а саме обмеження в корисному навантаженні, в швидкості польоту, в дальності польоту.

## **НАВАНТАЖЕННЯ ШПАНГОУТА МІ-8 ПРИГРУБІЙ ПОСАДЦІ**

*В.І. Михайлюченко; Є.В. Мирошніченко; І.С. Явор*

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

Вертольот Мі-8 відомий своєю надійністю та універсальністю у виконанні різноманітних завдань. Одним з ключових компонентів його конструкції є опори стійок шасі, які забезпечують стійкість при посадці та підйомі, а також амортизацію впливу терену на вертоліт.

Основною метою даної роботи є удосконалення конструкції опори стійок шасі вертольоту Мі-8 для підвищення ефективності та безпеки експлуатації.

Удосконалення конструкції опори стійок шасі вертольоту Мі-8 може включати в себе вдосконалення матеріалів для збільшення міцності та зменшення ваги, а також оптимізацію геометрії для поліпшення характеристик стійкості і аеродинаміки вертольота. Також можуть впроваджуватися нові технології, які забезпечать кращу адаптацію до різних умов експлуатації та зниження витрат на обслуговування.



Завдяки отриманим результатам розрахунків та аналізу навантажень, можна визначити необхідні заходи щодо підтримки та збереження оптимального стану силового шпангоута та інших структурних компонентів. Доцільно встановити регулярний контроль та обстеження силового шпангоута з метою виявлення можливих деформацій, пошкоджень чи слабких місць. На основі цих даних можна розробити рекомендації щодо вчасного проведення ремонтних робіт або заміни компонентів. Крім того, слід звернути увагу на вплив різних експлуатаційних факторів, таких як інтенсивність польотів, умови зберігання та експлуатації, на довготривалу стійкість силового шпангоута.

## **ВПЛИВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОПАТІ ВЕРТОЛЬОТУ ТИПУ МИ-8**

*А.І. Сочка*

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

Під час ведення бойових дій екіпаж вертольота Ми-8 часто стикається з пошкодженнями конструкції та великими вібраціями. Великі вібрації на вертольоті Ми-8 можуть бути небезпечними з декількох причин. По-перше, вони можуть призвести до пошкодження систем вертольота, включаючи механічні компоненти і електроніку. По-друге, вони можуть викликати дискомфорт та навіть травми в екіпажу. Найгірше, великі вібрації можуть спричинити втрату контролю над вертольотом, що може призвести до аварії.

Причиною виникнення великих вібрацій вертольоту можуть бути встановлення додаткової броні та агрегатів, що змінюють розподіл мас по вертольоту. Великі вібрації виникають також при виконанні інтенсивних маневрів на малих та великих швидкостях, при яких виникають зривні режими обтікання лопаті та фюзеляжу. Динамічні характеристики лопаті (форми та частоти власних коливань) несучого гвинта суттєво впливає на вібрацію вертольоту та рівень навантаження конструкції.

Зміни в динамічних характеристиках вертольота зумовлені змінами у розподілі мас та жорсткостей. Це збільшує вібрації та збільшує темп витрати ресурсу конструкції через накопичення пошкоджень в силових елементах.

В роботі проведені розрахунки форм та частот власних коливань лопаті несучого гвинта.

Методи боротьби з великими вібраціями на вертольоті Ми-8:

- регулювання соконусності лопатей несучого гвинта;
- встановлення демпферів вертикальних шарнірів, демпферів амортизаторів шасі та динамічний гасник лопатей несучого гвинта.

## **УДАРНИЙ БПЛАНА ОСНОВІ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНОГО ЛІТАКА Л-39**

*М.М. Шелудько; М.О. Богайчук; Б.Р. Колокольцев; Д.Ю. Гнатик*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналіз ведення сучасних збройних конфліктах свідчить, що безпілотна авіація стала ефективним засобом знищення стратегічних об'єктів або подавлення противника на максимально можливій відстані від своїх військ уникаючи безпосереднього вогневого контакту. При відбитті російської

збройної агресії Україна застосувала перероблені радянські БПЛА Ту-141 “Стриж” та Ту-143 “Рейс” для виконання ударних завдань, тому існує необхідність створення нових повітряних засобів ураження противника а саме створення ударного БПЛА на основі навчально-тренувального літака Л-39.

У результаті комплексного теоретичного дослідження вирішено актуальне науково-практичне завдання визначення граничних можливостей за дальністю польоту літака-снаряда на основі навчально-тренувального літака Л-39. Для досягнення мети дослідження вирішено такі завдання:

- визначено рекомендацій щодо компоновання ударного БПЛА;
- визначено граничних можливості ударного БПЛА по дальності польоту;
- визначено варіанти бойового навантаження ударного БПЛА, проведено перевірочні центрувальні розрахунки з цими варіантами бойового навантаження.

У процесі дослідження показано, що використання радянської авіаційної техніки, в якій вийшов ресурс та переробку в ударний БПЛА є ефективним, тому доцільно переробити в ударний БПЛА масовий навчально-тренувальний літак Л-39.

### **ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО БАГАТОЦІЛЬОВОГО БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАКА НА БАЗІ Л-39**

*Д.О. Керест; Є.Ю. Іленко*

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

БПЛА є потрібним у Збройних Силах України, та несе у собі перспективи, але з огляду на політичний та економічний стан в що склався в Україні, розробка абсолютно нових платформ для безпілотних бойових літаків буде практично неможливою. Тому була сформована та обгрунтування ідея створення БПЛА на базі літака Л-39, що знаходиться на озброєні ПС ЗСУ та не потребує значних витрат на створення абсолютно нової програми навчання спеціалістів, що будуть його обслуговувати, також мінімалізуються витрати на проектування.

При підготовці льотного складу в навчальних закладах, центрах бойової підготовки та бойових частинах Л-39 забезпечує підготовку пілотів до повного оволодіння певними типами літаків та виконання бойових завдань. Літаки Л-39 економлять ресурси звичайних бойових літаків, забезпечують розвиток бортового обладнання та систем озброєння, а також застосовують основи бойового застосування для ведення бойових операцій.

Наразі на авіабазах України є достатня кількість літаків Л-39. У цьому дослідженні розглядається можливість використання цих літаків для знищення наземних цілей, тобто як легких штурмовиків.

У роботі запропоновано замінити двигун літака Л-39 на більш сучасніший, та більш досконалий двигун Аи-222-25. Також для збільшення дальності польоту та бойового радіусу дії запропоновано переобладнати другу кабінку літака у додатковий паливний бак. Розглянуто можливість реалізації запропонованих заходів на основі розрахунку рівняння існування літака. Також було проведено розрахунок міцність кріплень до планера майбутнього двигуна.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕРТОЛЬОТУ МИ-24**

*Н.С. Івахненко*

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

Вертольоти здатні виконувати завдання, недосяжні для танків на землі, тому їх часто називають “літаючими танками”. У сучасній стратегії повітряно-наземного бою вони повинні бути універсальними машинами з підвищеними бойовими можливостями, включаючи здатність атакувати наземні цілі і вести повітряну боротьбу у будь-яких умовах. Україна має потребу у модернізації свого вертольотного парку, оскільки він застарів, але в країні є потужна база для ремонту та модернізації цих машин.

Ми-24 – бойовий вертоліт, відомий своєю унікальною конструкцією, яка поєднує можливості вертольота та атакуючого літака. Він оснащений потужною зброєю і може виконувати різноманітні завдання, від підтримки військових операцій до атак на наземні цілі. Доцільним буде збільшення економічності палива, а також випливаючи з цього дальність польоту.

Щоб досягнути збільшення паливної ефективності МИ-24 маємо декілька варіантів:

- модернізувати планер вертольоту;
- заміна двигуна на більш новий;
- покращення паливної ефективності за допомогою модернізації складових ТВ3-117 (камери згоряння, компресору, турбіни).

Тож, маємо можливість збільшення паливної ефективності за допомогою удосконалення параметрів робочого процесу: збільшенням ступеня підвищення тиску, повноти згоряння палива в основній камері згоряння, підвищенням температури газів перед турбіною.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ТА МЕТОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ГІДРОСИСТЕМИ ЛІТАКА АН-26**

*О.П. Терещенко; І.О. Білоус*

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

Військово-транспортна авіація є важливим аспектом в забезпеченні виконання завдань безпосередньо в районах бойових дій з перекидання військ, висадки тактичних повітряних десантів і диверсійних груп, доставці матеріальних засобів, евакуації поранених і хворих. Враховуючи те, що більшість авіації в Збройних Силах України є морально застарілою, з'являється необхідність пошуку нових засобів для вдосконалення обслуговування авіаційної техніки.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз гідравлічної системи на відмови гідроелементів, та на основі цього складено діаграму відмов. На діаграмі показано, що більшу увагу треба приділяти трубопроводу, який відмовляє у 36 % відмов, насосній станції 12,8 % відмов, блоку фільтрів 8,92 % та індикаторам тиску 7,14 %. Виходячи з графіків слід зазначити, що відмови трубопроводу від напрацювання годин відбуваються найчастіше з 1500 годин, а від кількості посадок після 800.

Для попередження відмов в роботі агрегатів гідросистем, необхідно приділяти увагу на забезпечення контролю чистоти робочої рідини. При експлуатації трубопровідних магістралей необхідно приділяти достатньо уваги

до культури технічного обслуговування, через недбалість та байдужість виникають пошкодження трубопроводів, низька якість технічного обслуговування найчастіше призводить до відмов гідросистем, і внаслідок цього до небажаних наслідків.

## **ЗАХИСТ ДВИГУНІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЬОТА**

*К.Є. Клімашевський; Є.Д. Жаданов*

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

Виходячи з досвіду використання армійської авіації у війні, захист двигунів силової установки вертольотів від пилу та сторонніх предметів є критично важливим аспектом забезпечення безпеки й надійності польотів. Однак ефективність пилозахисного пристрою різко знижується у разі засмічення його сепаратора, наприклад, при потраплянні сухої трави, соломки тощо.

В роботі виконується аналіз способів захисту двигуна на основі якого здійснюється вибір пилозахисного пристрою, а також розглядаються питання доопрацювання його конструкції з метою підвищення його ефективності.

## **АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА**

*В.В. Кравчук*

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

На основі проведеного аналізу льотно-технічних характеристик розвідувальних БПЛА, які використовуються в бойових діях на території України, економічності доцільності та можливостей вітчизняної промисловості по створенню нового розвідувального БПЛА, доводиться актуальність модернізації існуючих БПЛА для збору розвідувальної інформації.

Для сучасних БПЛА характерні невеликий діапазон швидкості на малих висотах та відносно висока помітність. Пропонується використання БПЛА розвідника з новим ТРДД для підвищення його швидкості. Літаки повинні бути не дорогими, надійними, економічними і мати невелику вагу.

Для обраного існуючого літака розвідувального типу потрібно вибрати двигун, який зміг би забезпечити високу економічність, живучість і забезпечити стійку роботу на протязі всього польоту та не поступався іншим іноземним аналогам. Таким двигуном є малорозмірний вітчизняний турбореактивний двоконтурний двигун МС-400, який використовується для дозвукових літальних апаратів різного призначення.

Необхідність якісного виконання бойових завдань потребує від розвідувального БПЛА високих льотно-технічних характеристик. Одними з основних характеристик є швидкість літального апарату та тяга двигуна. Підвищення цих параметрів є доцільним і перспективним.

У роботі доведена можливість створення літака на основі використання існуючої аеродинамічної схеми та використання нового авіаційного двигуна. Основними перевагами такого БПЛА є зниження його собівартості при збереженні можливості проведення розвідки передових позицій ворога тилкових районів за лінією фронту.

## **НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЖИВУЧОСТІ ВЕРТОЛЬОТУ ТИПУ Мі-8МТ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*М.Є. Клімашевський*

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

В цій війні вертолітна авіація посідає особливе місце. Через її універсальність на неї покладені чисельні бойові завдання, тому виникає актуальне питання підвищення бойової живучості вертольоту.

Критичний аналіз бойової живучості вертольоту типу Мі-8МТ, який приймав участь в бойових діях, дозволив зробити висновок про те, що найбільший відсоток уражень на полі бою спричинила зброя з інфрачервоними головками самонаведення. Це актуалізує вирішення проблеми зменшення рівня інфрачервоного випромінювання двигунів силової установки вертольоту для підвищення захисту екіпажу, десанту, найбільш важливих агрегатів систем вертольоту.

Показано, що одним з найбільш ефективних та малозатратних способів зменшення рівня інфрачервоного випромінювання двигунів силової установки є встановлення екранно-вихідних пристроїв, при цьому захист екіпажу від стрілецької зброї забезпечується встановлення броньових листів підвищеною щільності.

За результатами розробки, проектування та газодинамічного розрахунку екранно-вихідного пристрою двигуна, доведено, що його використання суттєво знижує температуру вихідних газів, суттєво зменшуючи тим самим рівень інфрачервоного випромінювання двигунів силової установки та ймовірність ураження вертольоту зброєю з інфрачервоними головками самонаведення. Розрахунок броні підвищеної стійкості дозволив зробити висновок про те, що її використання суттєво знижує ймовірність ураження екіпажу та десанту та знижує ймовірність пошкодження двигунів силової установки. Відпрацьовано питання технічного обслуговування модернізованого військово-транспортного вертольота Мі-8МТ.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА АН-26 ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ В РАЙОНІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ. УДОСКОНАЛЕННЯ ДВИГУНА СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ**

*М.В. Мельник; О.П. Терещенко*

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

Військово-транспортна авіація є важливим аспектом в забезпеченні завдань безпосередньо в районах бойових дій з перекидання військ, висадки тактичних повітряних десантів і диверсійних груп, доставці матеріальних засобів, евакуації поранених і хворих. Враховуючи те, що більшість авіації в Збройних Силах України є морально застарілою, з'являється необхідність модернізації наявних повітряних суден а саме економічності їх використання.

Під час виконання кваліфікаційної роботи були показані шляхи удосконалення конструкції двигуна, що дають змогу покращити його технічні характеристики. За рахунок установки профільованих лопаток робочого колеса та направляючих апаратів компресора з титанового сплаву збільшено

$\pi_K^*$  на 17,6 %, що дає змогу зменшити масу газогенератора та довжину двигуна на 3,8 %, а встановлення бандажних полок на першому ступені робочих лопаток турбіни, збільшує ККД турбіни на 1,5 % з 0,9 до 0,9135. Це призведе до поліпшення паливної економічності двигуна, збільшення потужності, та максимальної тяги двигуна.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРЕДНЬОГО ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ІЛ-76МД**

*О.С. Нараєвський*

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

У Повітряних Силах ЗС України продовжується використання літаків, вироблених за 80-х років минулого століття. Існує необхідність покращення льотно-технічних характеристик таких літаків з метою подовження їх життєвого циклу.

Одним з шляхів є аеродинамічні удосконалення. В роботі розглянута можливість використання кінцевих профільованих шайб – невеликих аеродинамічних поверхонь, які називаються вихровими дифузорами.

В роботі доведена можливість реалізації запропонованих заходів через розрахунок рівняння існування літака. Проаналізовані позитивні наслідки після використання вихрових дифузоров. Використання їх призведе до зменшення витрат палива в польоті, що збільшить дальність польоту, дозволить збільшити вагу вантажу.

Проведено аналіз переваг від використання вихрових дифузоров. Здійснена кількісна оцінка зменшення витрат палива, збільшення дальності і тривалості польоту літака Іл-76 після запропонованого аеродинамічного удосконалення.

## **МІНІМІЗАЦІЯ ВАРТОСТІ УДАРНИХ БПЛА**

*І.В. Сопівник*

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

На основі проведеного аналізу льотно-технічних характеристик ударних БПЛА, які використовуються в бойових діях на території України, економічності доцільності та можливостей вітчизняної промисловості по створенню такого типу БПЛА, доводиться актуальність розробки даного типу БПЛА, як контрастувального озброєння.

Представлено синтезоване аеродинамічне компонування ударного БПЛА з розміщенням корисного навантаження в зализах, яке, на відміну від відомих, засновано на взаємодії арокно-кільцевого крила з тягнучим повітряним гвинтом в центральній мотогондолі. Аеродинамічне компонування арокно-кільцевого крила з повітряним гвинтом є розвитком компонування арокного крила з повітряним гвинтом. Зменшення габаритних розмірів БПЛА досягається високими властивостями верхньої частини крила у взаємодії з повітряним гвинтом.

Економічні можливості по виробництву БПЛА визначаються матеріальними ресурсами, виробничими потужностями, наявністю робочої сили і т.і. Загальним еквівалентним показником економічних можливостей, як і в загальному випадку, є грошові ресурси. Зменшення собівартості даного

БпЛА досягатиметься за рахунок розширення номенклатури варіантів даного БпЛА (розвідувальний, ударний, винищувач і т.і.), які базуються на єдиному для всіх варіантів компонованні, оскільки середньосукупна собівартість виробу знижується в залежності від кількості випущених партій БпЛА. При цьому різке зниження собівартості на етапі серійного виробництва обумовлюється удосконалюванням оснастки, технології, виучки робітників, зменшенням конструктивних змін.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ КАМЕРИ ЗГОРАННЯ**

*Н.М. Отрешко; В.І. Рубльов, к.т.н. доц.; С.І. Хруняк  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В умовах військового стану застосування вертолітної техніки має суттєвий вплив на ведення бойових дій. Авіаційна техніка армійської авіації виконує бойові завдання на малих висотах та максимальних режимах роботи, накопичуючи досвід експлуатації та не бойового застосування, до вертольотів висувають вимоги, щодо високої економічності, багатофункціональності, непримхливості до зовнішніх експлуатаційних факторів.

На підставі досвіду застосування і аналізу існуючих недоліків, обґрунтування можливих напрямків модернізації елементів силової установки двигуна – прототипу Мі-2МСБ, а саме покращення експлуатаційних характеристик за допомогою заміни односоплової паливної форсунки на двосоплову. Двосоплова форсунка має вищу ефективність порівняно з форсункою яка встановлена на АІ-450. Двосоплова форсунка забезпечує кращий контроль над струменем, рівномірний розпилює паливо в камері згоряння тим самим забезпечує меншу верогідність на гарів. Забезпечує більшу подачу палива, що в свою чергу збільшує температуру газів в жаровій трубі та збільшує потужність двигуна.

Модернізована камера згоряння з підвищеною температурою газів від 1420 до 1470 з оновленими паливними форсунками, з використанням більш тепловитривалих матеріалів в камері згоряння забезпечує покращення процесів горіння і дає змогу збільшити потужність двигуна на 6,5 %.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА МЕХАНІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ШАСІ ЛІТАКА ТИПУ АН 26 ПРИ ПОСАДЦІ**

*М.Ю. Мешій  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Важливою задачею в реалізації проблем подальшого розвитку та удосконалення авіаційної техніки є модернізація існуючих зразків з метою підвищення їх бойової ефективності.

З досвіду використання авіації у бойових діях та при експлуатації літака в складних метеоумовах, на не пристосованих аеродромах, при бойових пошкодженнях актуальним є використання математичних моделей навантаження стояків шасі та конструкції ЛА.

Для дослідження впливу експлуатаційних факторів на навантаження літака при посадці потрібно створити спрощену математичну модель роботи

амортизації шасі при посадці і на її основі провести параметричні дослідження щодо впливу на міцність літака експлуатаційних та конструктивних чинників:

– вплив ступеня зарядки амортизатора азотом і маслом та пневматика повітрям;

– вплив посадкової маси та вертикальної швидкості удару на перевантаження при посадці.

Модель навантаження літака сформована в середовищі Mathcad-15. Вона дозволяє проаналізувати величину діючих сил та конструктивно-силової схеми літака та стояків шасі при грубій посадці. Отримані дані дозволяють проводити широкі параметричні дослідження щодо впливу експлуатаційних факторів, визначити небезпечні місця в конструкції та використовувати отримані дані при проведенні ремонтних та відновлювальних робіт на авіаційній техніці.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ІМОВІРНІСТЬ ВИНИКНЕННЯ ЗЕМНОГО РЕЗОНАНСУ ВЕРТОЛЬОТУ ТИПУ МИ-24**

*Н.О. Фомук*

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

Під час ведення бойових дій екіпажу часто доводиться використовувати непідготовлені площадки недостатнього розміру, з пошкодженнями й нерівностями. Це може призвести до виникнення такого небезпечного явища як “Земний резонанс” (ЗР). Коливання, зв’язані з цим явищем, можуть за лічені секунди зруйнувати вертоліт.

Застосовують два основних способи боротьби із ЗР на етапі проектування та експлуатації вертольота – демпфірування або гасіння автоколивань та зміна частоти власних коливань вертольота на шасі з метою вилучення їх із зон нестійкості, в яких можливе виникнення ЗР, за межі робочих обертів НГ і звичайно дотримання необхідних експлуатаційних обмежень.

Небезпека ЗР викликає необхідність обов’язкового проведення розрахунків і випробувань вертольота. Розрахунок характеристик демпфіруючих елементів для боротьби із ЗР є важливою й актуальною проблемою під час проектування вертольотів. Моделювання коливань типу ЗР проводиться на електронно-обчислювальній машині (ЕОМ). Розглядається спрощена математична модель (ММ) явища ЗР і проаналізовано вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на нього.

Одним з найбільш навантажених елементів конструкції під час ЗР є вузли кріплення головного редуктора (ГР) вертольота. Аналіз навантаження стрижнів ГР є достатньо складним на практиці. Актуальним є розробка достатньо простої в реалізації ММ навантаження кріплення вертольота. Модель навантаження сформована в середовищі Mathcad-15. Вона дозволяє проаналізувати навантаження конструкції ГР та її деформацію при різних значеннях параметрів системи. Ці дані дозволяють проводити широкі параметричні дослідження щодо впливу експлуатаційних факторів, визначити небезпечні місця конструкції та використовувати отримані дані при проведенні відновлювальних робіт.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ ТА БОЙОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ НА МЕХАНІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ВЕРТОЛЬОТА МИ-24**

*В.О. Буц*

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

Дослідження впливу експлуатаційних факторів та бойових пошкоджень на механічне навантаження трансмісії вертольотів МИ-24 є важливим напрямком забезпечення безпеки польотів. Трансмісія вертольота в польоті зазнає дію великих постійних та змінних навантажень. Льотчик повинен дотримуватися зазначених експлуатаційних обмежень щодо трансмісії – за темпом переключення педалей та швидкості розвороту. Постійні та змінні навантаження є причиною пошкоджень валів трансмісії муфт. В матеріалі з часом накопичуються утомні тріщини, актуальним є інженерна оцінка навантаження трансмісії, на різних режимах польотів.

Аналіз навантаження такої системи на основі аналітичних підходів є достатньо складним. Математичне моделювання і чисельний експеримент на електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) дозволяє отримати розрахункові дані щодо навантаження конструкції. В роботі на основі використання математичного моделювання оцінюються статичне та динамічне навантаження валів трансмісії – визначаються напруження у валах та їх динамічні характеристики (форми та частоти власних коливань).

Аналіз впливу бойових умов на механічне навантаження трансмісії дозволить розробити оптимальні методи обслуговування та ремонту вертольотів, що застосовуються у бойових умовах.

На основі результатів експериментів та моделювання отримуємо висновки, що допоможуть розробити рекомендації щодо оптимізації обслуговування та підвищення надійності трансмісії вертольотів МИ-24.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ВЕРТОЛЬОТА МІ-8МТ**

*І.С. Явор; В.І. Михайлюченко*

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

Для вертольота типу Ми-8МТ з функціональною системою керування актуальним завданням є поліпшення бойових можливостей вертольота. Маневреність можемо визначити як спроможність виконання маневру чи швидкої зміни траєкторії руху та стану вертольоту при безпосередньому контролі льотчика. Найбільш суттєвими маневрами є:

– маневри з максимальною тягою несучого гвинта на режимі висіння (розвороти, вертикальні зміни, швидкий рух униз);

– вихід на ціль, маневрування при стрільбі чи бомбометанні.

Основною метою дослідження було визначення шляхів напрямку удосконалення системи керування.

1. Підвищити точність керування вертольотом.

2. Спрощення конструкції елементів системи керування.

3. Підвищення бойової живучості системи керування вертольотом.

Проведений аналіз систем, аналіз бойових задач які вирішує вертоліт у складі транспортного БАК; визначено завдання ГТХ вертольота,

обґрунтування можливості їх реалізації; проведено опис конструктивно-силової схеми системи керування та компоновання вертольота з урахуванням запропонованих заходів. Розроблена функціональна схема системи керування вертольота і розроблення технічного обслуговування система керування.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ШЛЯХОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЬОТУ МИ-8МТ**

*О.П. Терещенко; В.А. Галина*

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

Для обрання оптимального шляху, щодо підвищення аеродинамічної ефективності РГ вертольота типу Ми-8МТ, для початку необхідно звернути увагу на досвід вже існуючих прототипів з різними схемами розміщення і конструкції РГ. На сучасних вертольотах частіше застосовують штовхаючий РГ, але на вертольоті прототипі тягнучий. Таке розміщення РГ має негативну інтерференцію відносно кільової і кінцевої балок, що знижує його ефективність, тому пропоную на проєктований вертоліт встановити штовхаючий гвинт, при цьому зберегти напрям обертання з наступаючою нижньою лопаттю. Для забезпечення обраного шляху пропоную наступні конструктивні рішення оскільки фланець кріплення серійного редуктора РГ симетричний, переставимо його з лівого боку кільової балки на правий, змінимо напрям обертання вихідного валу шляхом зміни кінематичної схеми проміжного редуктора.

В даній роботі був проведений інженерний аналіз особливостей конструкції вертольота Ми-8МТ. Обґрунтовані можливі напрямки покращення аеродинамічної ефективності рульового гвинта вертольота Ми-8МТ та обрані найбільш оптимальні з них. Здійснено проєктувальний розрахунок вертольота з рульовим гвинтом більшої ефективності. Без глобальної зміни технології виробництва був спроєктований новий проміжний редуктор. Проведений перевірочний розрахунок зубчастої передачі проєктованого редуктора. В порівнянні з серійним редуктором спроєктований редуктор має дещо більші габаритні розміри, але оскільки фланці кріплення ідентичні то це дозволяє встановити даний редуктор без зміни конструкції вертольота-прототипа, тобто в умовах експлуатації.

## **ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ЛЕГКОГО ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКААН-26**

*О.В. Гапонов; І.В. Сопівник*

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

На основі аналізу бойових задач військово-транспортної авіації та технічних можливостей вітчизняної промисловості показана можливість модернізації легкого військово-транспортного літака Ан-26. Проаналізовані основні конструктивні і аеродинамічні характеристики літака Ан-26.

Побудована розрахунковим шляхом основна характеристика військово-транспортного літака – діаграма “вантаж-дальність” дозволила зробити висновок про суттєву перевагу модернізованого літака Ан-26 з підвісними баками в порівнянні з базовим літаком. Так, максимальна дальність польоту при однаковій стартовій масі зросла на 25 % та склала 2700 км.

Для реалізації такої модифікації, в консолі крила, буде встановлена система відкачки палива, клапан який буде відрізати подачу палива з підвісного баку.

Покращено живучість військово-транспортного літака, який буде використовувати підвісні баки як фальш-ціль для ракет з тепловою головою наведення. В подальшому можливі і інші варіанти використання пілонів на Ан-26.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ТИПУ ІЛ-76**

*Д.О. Колотухін*

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

У цій роботі було проведено технічне дослідження бойових завдань літака Іл-76. Досліджувалися можливості виконання тактико-технічних вимог шляхом підвищення паливної ефективності. Проаналізовано зв'язок між паливною ефективністю літаків та роком їх виробництва.

В результаті було здійснено проектні розрахунки для заміни силових елементів двигуна літака Іл-76 та перевірочний розрахунок при максимальному допустимому навантаженні. Аналіз літаків, виготовлених з 1960 по 2020 рік, виявив необхідність збільшення дальності польоту та підвищення паливної ефективності для літаків цього класу.

Для досягнення цієї мети було розраховано вплив силової установки на паливну ефективність, зокрема через запропоновані конструктивні зміни. Модернізація камери згоряння включала заміну форсунок і стінок камери. Розрахунок міцності оновленої камери згоряння показав, що з використанням матеріалу ВТ16 коефіцієнт запасу міцності становить 2,4, а з ВТ20 – 2,7. Отже, заміна матеріалу стінок камери згоряння робить двигун більш надійним і стійким до перевантажень. На основі проведених розрахунків було визначено, що модернізований двигун, порівняно з прототипом, дозволить збільшити дальність польоту на 33 км, завдяки покращеній паливній ефективності на 6,01%. Запропонований підхід дозволяє швидко проводити інженерні розрахунки і визначати експлуатаційні обмеження, необхідні для збільшення дальності польоту літака Іл-76.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ТИПУ АН-26**

*Д.С. Ларвенчук*

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

Статистичний аналіз паливної ефективності літаків виробництва 1960-2020 років показав, що існує необхідність збільшення дальності польоту літаків даного класу. Виходячи з цього виникає проблема підвищення паливної ефективності літаків в цілому.

В даній роботі був проведений інженерний аналіз бойових завдань літака АН-26. Обґрунтовані можливості реалізації заданих тактико-технічних вимог шляхом покращення коефіцієнту паливної ефективності літака АН-26. Здійснено аналіз паливної ефективності літаків від року випуску. Були проведені проектувальні розрахунки силових елементів двигуна літака типу

АН-26якібули замінені. Проведений перевірочний розрахунок з максимальним допустимим навантаженням.

Запропонована методика дозволяє оперативно провести інженерні розрахунки і надати експлуатаційні обмеження які потрібні для збільшення дальності польоту літака АН-26.

### **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ СИСТЕМИ ВЕРТОЛЬОТА МІ-8МСБ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОГО ЗАПУСКУ**

*Є.В. Давидюк; Є.В. Спіркін*

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

Для розширення можливостей вирішення бойових завдань, вертольотами Мі-8МСБ при автономному базуванні, існує необхідність вдосконалення системи запуску його силової установки. Для запуску двигунів ТВ3-117ВМА-СБМ1В використовується повітря з повітряної системи вертольоту. У разі відсутності тиску в повітряній системі вертольоту існує небезпека неможливості запуску двигунів. У місцях постійної дислокації така проблема вирішується за рахунок використання зовнішніх джерел стисненого повітря, таких як повітрязаправник ВЗ-20-350 на шасі ЗіЛ-131. У разі автономного базування вертольотів Мі-8МСБ така проблема стає критичною та призводить до неможливості запуску двигунів силової установки та можливого зриву бойового завдання.

В роботі запропоновано удосконалити повітряну систему вертольоту Мі-8МСБ для забезпечення стабільного запуску його двигунів. Запропоновано встановлення додаткового балону та зворотного клапану в повітряній системі вертольоту в магістралі системи запуску. Проведені відповідні розрахунки необхідної кількості повітря для забезпечення трьох послідовних запусків двигунів. Відповідно до заданих вимог розрахований об'єм додаткового повітряного балона для системи запуску двигунів.

### **ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ БПАК ОПЕРАТИВНОГО РІВНЯ ТИПУ “СОКІЛ-300”**

*Д.В. Дуб*

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

Аналіз участі БПЛА у сучасних військових конфліктах показав, що існує необхідність частого залучення БПЛА в бойових та розвідувальних завданнях, що призводить до великої кількості втрат БПЛА через супротив противника та використання ним нових комплексів проти-повітряної оборони, та комплексів радіо-електронної боротьби. Також для недопущення ураження БПАК в місцях їх базування висуваються вимоги віддалення місць дислокації від районів бойового зіткнення, що в свою чергу потребує збільшення дальності та тривалості польоту БПЛА. Виходячи з цього виникає необхідність модернізації силової установки, для збільшення дальності та тривалості польоту.

В роботі проведено аналіз тактико-технічних характеристик БПЛА оперативного рівня “Сокіл-300”. Обґрунтування напрямки збільшення дальності та тривалості польоту шляхом модернізації його силової установки. Запропоновано дообладнати двигун Rotax 914 системою охолодження

робочого повітря (інтеркулером). Розрахунки характеристик модернізованої силової установки показали зменшення питомої витрати палива на 4% що призведе до збільшення дальності та тривалості польоту БпЛА.

## **АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯМОЖЛИВОСТІ ЗБІЛЬШЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ЛІТАКА СУ-27**

*О.О. Самоїленко*

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

На основі проведеного аналізу льотно-технічних характеристик літака Су-27, який використовуються в бойових діях на території України, запропоновано збільшення дальності та тривалості польоту за допомогою вдосконалення паливної системи літака.

Літак Су-27 являєтьсялітакомзавоюванняпереваги в повітрі, а також в умовах ведення сучасних бойових дій важливим компонентом при нанесенні ударів по ворожих позиціях, військовій техніці та ворожим об'єктам забезпечення військ противника. Застосування противником сучасних засобів протиповітряної оборони (ЗРК, ПЗРК), а також надсучасних та ефективних радіотехнічних засобів, змушує пілотів виконувати повторні заходи на ціль, що підвищує важливість запропонованого вдосконалення.

Збільшення дальності та тривалості польоту літака Су-27 може бути досягнуто за допомогою різних технічних покращень, таких як оптимізація аеродинамічної форми, використання більш ефективних двигунів або вдосконалення паливної системи літака.

Пропонується встановлення додаткових підвісних паливних баків, для збільшення запасу палива, що дозволить збільшити дальність та тривалість польоту літака. Саме цей спосіб вдосконалення є більш реалістичним, завдяки простій технології розробки, та більш економічний за всі інші пропонуємі та можливі варіанти вдосконалення літака.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ЛІТАКА ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ НАЗЕМНИХ ОПЕРАЦІЙ НА БАЗІ ЛІТАКА АН-140**

*Д.Ю. Бондаренко*

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

В умовах війни військово-транспортні літаки є невід'ємною частиною Повітряних Сил усіх держав світу. Але його можна використовувати не тільки за прямим призначенням, тобто не тільки для перевезення десанту, вантажів, а й для виконання спеціальних операцій. Досягти цього можливо шляхом модернізації літака з метою надання йому спроможності підтримки сухопутних військ.

Після модернізації військово-транспортний літак зможе виконувати завдання з проведення розвідки, спостереження, а також знищення наземних цілей противника. За своїми льотними характеристиками як прототип був обраний літак Ан-140.

На літак пропонується встановити озброєння, а саме 2-х ствольну гармату ГШ-30-2 калібром 30 мм та боекомплект на 800 патронів. Гармату пропонується розмістити в вантажному відсіку літака. При закінченні

боєприпасів можливе оперативне під'єднання нового боєкомплекту та продовження обстрілу заданої цілі.

Удар по наземній цілі наноситиметься при виконанні віражу, в центрі якого на поверхні землі знаходиться ціль. Ціль може бути атакована тільки лівим бортом, де розташована гармата. Грубе наведення гармати здійснюється за рахунок маневру літака, а більш точне – шляхом повороту стволів (у межах можливостей, які вони мають).

У роботі доводиться можливість встановлення ГШ-30-2 у літак Ан-140. Проведені розрахунки на міцність силових елементів конструкції фюзеляжу літака. Враховані сили, що виникають при стрільбі гармати. Розраховані силові елементи повинні забезпечити міцність конструкції при бойовому використанні авіаційного артилерійського озброєння.

## **ГІБРИДНА СИЛОВА УСТАНОВКА ЯК ОДНА ІЗ ПЕРСПЕКТИВ МАЙБУТНЬОГО АВІАЦІЇ**

*І.В. Юрковський*

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

Так як в сучасному світі стоїть питання економії, всі працюють на питанням покращення характеристик із зменшенням витрат на паливо. Одним із варіантів розглядається можливість встановлення на літак гібридної силової установки. Розглядаючи авіацію можливо говорити не тільки про економію, але і про покращення характеристик.

Аналіз шляхів модернізації військово-транспортних літаків показав, що в сучасних умовах актуальними стають шляхи розвитку літаків Ан-26 в напрямку використання гібридної силової установки. Результати дослідження показують істотне поліпшення льотних характеристик літаків, а також відповідність їх сучасним і прогнозованим екологічним нормам.

Одержані наукові результати прогнозують перспективність такого напрямку як для досконалості існуючого парку літаків, так і при проектуванні нових літаків, в тому числі на базі вітчизняних двигунів.

Виходячи з одержаної оцінки, можна зробити висновок, що застосування гібридної силової установки на літаку Ан-26 збільшує дальність польоту. При виконанні типової тактичної задачі перевезення 4560 кг вантажу дальність збільшується на 400 км, при виконанні польоту з 2 т вантажу – на 1000 км, а тривалість польоту – більше, ніж на 2 год. Для випадку виконання перегоночного польоту дальність зростає більше, ніж на 1100 км.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ РЕМОНТУ ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ МІ-24 НА АРП В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ**

*В.М. Савченко*

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

Метою дослідження є визначення шляхів удосконалення ефективності системи ремонту вертольотів типу Мі-24 на авіаційних ремонтних підприємствах.

В умовах відбиття збройної агресії РФ основним засобом повітряної підтримки на полі бою є вертоліт типу Мі-24, а якісна організація системних

заходів із своєчасного обслуговування та відновлення АТ є запорукою успішного виконання поставлених бойових завдань, тому тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Проаналізувавши ТТХ вертольота Мі-24 з аналогами виробництва рф та країн-партнерів робимо висновок, що вертоліт Мі-24 в своєму класі та за своїми ЛТХ не зважаючи на свій вік, залишається конкурентоспроможним та має запас ресурсу для подальшої модернізації.

Вертоліт Мі-24 має великий потенціал для модернізації та продовження свого експлуатаційного періоду. Покращення компонування, озброєння, авіоніки та електроніки, силової установки, може вивести вертоліт Мі-24 на новий рівень, причому деякі види модернізації можуть виконуватися без зміни компонування, або з незначними змінами які враховувати при розрахунку не доцільно.

Розроблена інтегрована модель процесів СУ на підприємстві сприяють підвищенню ефективності виконання капітального ремонту вертольотів типу Мі-24.

### **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТУРБІНИ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ДВИГУНА АІ-450В СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ МІ-2МСБ**

*В.О. Опара; Н.М. Отрешко*

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

Військові вертольоти, такі як Мі-2МСБ, задіяні у виконанні складних завдань, які включають у себе оперативні маневри, транспортування військового особового складу, медичні евакуації та бойову підтримку на полі бою. Ці завдання вимагають від вертольота високої швидкості та маневреність на критично низьких висотах. Залежно від ситуації, вертоліт може зіштовхнутися з важкими умовами, такими як поганий погодний режим або загроза з боку ворога. У таких випадках потужність двигуна стає критичною, оскільки вона визначає швидкість, маневреність і загальну продуктивність вертольота.

З урахуванням бойового досвіду – збільшення потужності дає змогу покращити льотно-технічні характеристики вертольота та забезпечити його маневреності при виконанні бойових завдань. Удосконалення елементів конструкції двигуна, таких як турбіни, є вирішальним фактором у покращенні ефективності вертольота в бойових умовах.

З метою підвищення потужності двигуна було проведено конструктивні зміни в системі охолодження робочої лопатки турбіни газогенератора двигуна АІ-450В. Запропоновано конструктивна зміна робочої лопатки у внутрішній полості якої має вихркову матрицю, а також впровадженню покриття зовнішньої поверхні лопатки з комплексом модифікування Y+Hf+La та проведено обробку поверхні градієнтного покриття товстим шаром для зменшення класу шерсткості.

Жаростійкість лопаток збільшилась з 1250 К до 1500 К, а потужність збільшилась на 7,5 %, завдяки цьому, в умовах значних механічних та температурних навантажень – забезпечуються оптимальні умови для успішного виконання бойових завдань в будь-яких умовах.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ЛІТАКА ТИПУ АН-26 ПРИ РУСІ ПО НЕРІВНОМУ АЕРОДРОМУ**

*С.В. Резніков; М.В. Алтухов*

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

Стійка шасі літака типу Ан-26 під час експлуатації зльоту та посадки піддається вібраціям та коливанням.

На деяких сучасних літаках застосовуються системи автоматичного демпфірування коливань для боротьби з вібраціями. Принцип дії цих систем базується на створенні сил і моментів, протидіючих пружним коливанням конструкції. Для цього можуть застосовуватися звичайні рулеві поверхні літака або додаткові, наприклад розташовані в носовій частині фюзеляжу.

Колівання, що виникають під час руху літака по ґрунту, на відміну від розглянутих вище видів вимушених коливань, вносять значну частку втомних пошкоджень у конструкцію. Тривалість вібрацій при русі літака ґрунтом відносно невелика (тільки на посадці та зльоті). Такі вібрації можуть призводити до швидкого зносу обладнання, ускладнюють управління літаком при зльоті (посадці), втомі екіпажу.

Оцінюючи умови роботи обладнання, треба визначити рівні вібрацій, а також уточнити причини (джерела) діючих збуджуючих сил.

Проведення розрахунків дослідження дало можливість застосувати систему автоматичного демпфірування.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-БОЙОВОГО ВЕРТОЛЬОТА МІ-24**

*А.О. Кєменов*

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

Бойовий досвід став підґрунтям для модернізації вертольотів з метою збільшення їх відповідності для умов сучасного поля бою.

Було проведено аналіз бойових задач, які вирішує вертоліт у складі ударного БАК; визначено основні ТТВ до вертольоту, обґрунтовано можливість їх реалізації; проведено опис конструктивно-силової схеми системи керування та компонування вертольоту з урахуванням запропонованих заходів.

Систему керування удосконалено шляхом заміни жорсткої проводки керування автоматом перекоосу в продольно-поперечному каналі електродистанційною. Для цього використовуються два електрогідравлічні рульові приводи (ЕГРП): по каналу тангажу (ЕГРП-Т) та крену – (ЕГРП-К), блок змішування сигналів та датчики зміни положення ручки керування. Ручне керування буде здійснюватись від РППУ за допомогою агрегатів ЕГРП, яке зводиться до передачі електричного сигналу від блоку змішування сигналів до самого приводу.

Таким чином в роботі було проведено модернізацію системи керування вертольотом, в якій отримано:

– підвищення бойової живучості системи керування за рахунок заміни жорстких тяг на електродистанційну систему, а також дублюванням електричної проводки цієї системи;



– підвищення точності керування за рахунок відсутності викривлення сигналів через відсутність в електродистанційній системі люфтів та механічної деформації жорстких елементів, а також виключення впливу вібрації вертольоту.

Розроблена функціональна схема електродистанційної системи керування вертольоту і розроблено порядок її технічного обслуговування.

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНОГО ЛІТАКА ТИПУ Л-39**

*О.В. Бойко*

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

Бойовий досвід останніх часів став підґрунтям для модернізації літальних апаратів з метою збільшення їх відповідності для умов сучасного поля бою. Це стосується навіть навчально-тренувальних літаків. Л-39 Albatros є одномоторний двомісний реактивний навчально-тренувальний літак. Він частіше використовується для первинної підготовки пілотів і підвищення кваліфікації досвідчених льотчиків. Можливості застосування в якості винищувачів обмежені льотно-технічними характеристиками (невеликі розміри, недостатня озброєність). Однак модель цілком ефективна в боротьбі з безпілотниками, вертольотами.

Л-39 на сьогодні є у достатній кількості, крім того військові і цивільні модифікації літака постійно поліпшуються шляхом модернізації систем управління, зв'язку, навігації, озброєння і т.д.

В результаті виконаної роботи було проведено аналіз можливого застосування навчально-тренувального літака Л-39 у бойових діях, під час виконання операцій АТО. Визначено основні тактико-технічні вимоги до літака та обґрунтовано можливість їх реалізації. Запропоновано покращити льотно-технічні характеристики літака, зокрема збільшити максимальну швидкість горизонтального польоту та нормальне експлуатаційне перевантаження за рахунок встановлення крила малої стрілоподібності та двигуна АІ-25ТЛШ.

## **ОБґРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГКОГО ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА АН-26**

*М.С. Петриченко*

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

У Повітряних Силах Збройних Сил України на озброєнні знаходиться військово-транспортний літак Ан-26, який належить до легкого класу даного типу літаків. Оскільки найближчим часом не передбачається закупівель нової техніки цього класу літаків, то актуальним вважається дослідження напрямків підвищення характеристик легкого військово-транспортного літака типу Ан-26.

У зв'язку з складним економічним станом підтримувати Збройні Сили на заданому рівні стає складніше. Важливою задачею в реалізації проблем подальшого розвитку та удосконалення авіаційної техніки є її модернізація існуючих зразків з метою підвищення їх бойової і гуманітарної ефективності.

В результаті роботи було проведено аналіз задач, що виконує легкий військово-транспортний літак, задані основні тактико-технічні вимоги до літака, обґрунтовано можливість їх реалізації.

Запропонований варіант модернізації літака, шляхом встановлення відхиляемого носка на центроплані та передкрилка на середній і відокремленій частинах крила, забезпечує покращення злітно-посадочних характеристик.

Варіант модернізації літака дозволяє збільшити сферу використання його в районі проведення бойових дій.

На підставі проведених конструктивних заходів виконані розрахунки злітно-посадочних характеристик згідно яких:

- піднімальна сила збільшилась на 23,5 %;
- довжина розбігу зменшилася на 170 метрів;
- довжина пробігу зменшилася на 90 метрів;
- швидкість відриву зменшилася до 179 км/ч;
- посадочна швидкість зменшилася до 169 км/ч.

Розроблено конструктивно-силову схему крила, проведено розрахунок його основних елементів на міцність.

Розглянуто питання технічного обслуговування планера літака та двигуна.

Проведені конструктивні доробки дозволили збільшити максимальну швидкість горизонтального польоту на 9,7 % та нормальне експлуатаційне перевантаження на 12,5 %, тим самим підвищити його бойову ефективність.

## **ТРЕНАЖЕРНИЙ КОМПЛЕКС ПІДГОТОВКИ ВОДІВ ВІЙСЬКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ С, ЩО ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ**

*Т.Л. Заліско; М.В. Рудай; І.В. Розозін, к.т.н., с.н.с.*

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

Навченість та досвідченість водія військового транспортного засобу є складовою готовності підрозділів та частин Збройних Сил України до виконання завдань за призначенням. Саме про це свідчить досвід триваючої війни російської федерації проти нашої країни та інші сучасні військові конфлікти. В той же час методика та підходи щодо організації та проведення занять, з підготовки та підвищення рівня практичної навченості військових водіїв постійно вдосконалюються та базуються на використанні сучасних інформаційних та комп'ютерних технологій, зокрема автомобільних тренажерів різного типу. На підставі проведеного аналізу схем побудови сучасних тренажерних комплексів підготовки водіїв військових транспортних засобів встановлено, що для якісного забезпечення занять у сучасних умовах доцільно мати тренажерний комплекс, що транспортується.

Запропоновано створення тренажерного комплексу підготовки водіїв військових транспортних засобів категорії С, що транспортується на базі вітчизняного автомобіля КраЗ-6322, який оснащений системою мультліфт та спеціальним контейнером з технічними засобами навчання і обладнанням для забезпечення проведення занять (автомобільний тренажер, навчальні місця з відповідним обладнанням тощо) в числі у польових умовах. Обладнання для забезпечення проведення занять, що застосовується у тренажерних комплексах у процесі підготовки військових водіїв категорії С має переваги, а саме: економічність, безпека навчання, можливість створення реальної дорожньої обстановки, у тому числі й відтворювати її з урахуванням ведення сучасних бойових дій.

Визначено, що застосування КрАЗ-6322 в тренажерному комплексі підготовки водіїв військових транспортних засобів категорії “С”, що транспортується надає можливість використовувати його у якості навчального автомобіля під час проведення заняття з застосуванням спеціального контейнера (у розвантаженому положенні). Крім цього, використання КрАЗ-6322 у якості базового автомобіля забезпечує додаткові робочі місця під час виробництва, а також уніфікацію з іншими зразками ОБТ.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ВУЗЛІВ ПІДВІСКИ ОЗБРОЄННЯ ВЕРТОЛЬОТУ ТИПУ МІ-8МСБВ**

*М.А. Славінський*

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

Під час ведення бойових дій, при зіткненні екіпажу вертольота з противником, головною задачею є його ураження, для виконання цієї задачі іноді виникає проблема нестачі основного озброєння, тому раціонально збільшивши кількість цього озброєння можна підвищити якість виконання бойового завдання.

Для збільшення кількості озброєння найпростішим шляхом є посилення лонжерону консолей підвіски, це дає змогу збільшити кількість вузлів підвіски для кріплення підвісного озброєння (НАРів, ПТКР, авіаційні бомб до 100 кг), тому є доцільним покращення підвісних консолей, а саме посилення лонжерона підвісного озброєння, тим самим забезпечується можливість збільшення маси корисного навантаження і зростає бойова ефективність.

В такому разі важливим елементом вдосконалення ЛА є експлуатаційна та розрахункова міцність конструкції, для визначення якої будуть проведені необхідні розрахунки на міцність конструкції, відповідно до отриманих результатів будуть зроблені висновки щодо надійності покращеної конструкції.

Завдяки такій модернізації зросте максимальне корисного навантаження, напруму вплинувши на якість виконання бойових завдань.

## **РЕАЛІСТИЧНА СИМУЛЯЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЯ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРЕНАЖЕР ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ**

*О.В. Лещук; І.О. Лук'янчук; О.Б. Скварча*

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

Система підготовки водіїв військової техніки вимагає постійного вдосконалення та адаптації до сучасних вимог. Триваюча війна з РФ, сучасні військові конфлікти та інші загрози вимагають від військових водіїв високого рівня підготовки та готовності до дій у будь-яких умовах. Один із способів підвищення ефективності практичної підготовки водіїв полягає в застосуванні мобільних автомобільних тренажерних комплексів, які дозволяють набувати навички безпеки та майстерності без ризику для життя та здоров'я. Інтеграція сучасних технологій у тренажер водія вантажного автомобіля може покращити якість підготовки фахівців, зменшити витрати на навчання та підвищити безпеку на дорозі.

Запропоновано використання сучасних технологій у навчальному процесі – використання симуляторів водіння, віртуальної реальності та інших інноваційних засобів. Встановлено, що їх застосування може надати водіям можливість отримати практичний досвід у керуванні різними видами військової техніки в умовах, які максимально відтворюють бойові ситуації. Крім того, вказані засоби можуть забезпечити постійне підвищення кваліфікації інструкторського складу з використанням сучасних методик навчання. Професійна підготовка інструкторів дозволить ефективно передавати практичні навички та знання водіям, забезпечуючи їх готовність до виконання завдань у бойових умовах.

Впровадження мобільних автомобільних тренажерних комплексів у систему підготовки водіїв Повітряних Сил Збройних Сил України може стати важливим кроком у покращенні ефективності їх навчання та готовності до дій під час виконання завдання за призначенням. Аналіз поточного стану вказує, що використання мобільних автомобільних тренажерних комплексів дозволяє забезпечити реалістичне навчання при одночасному зменшенні матеріальних витрат, уникнення ризиків подій та ДТП під час навчання, підвищує рівень готовності військових водіїв до дій у будь-яких умовах.

### **СЕКЦІЯ 3**

## **ТАКТИКА ТА БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

Керівники секції: майор Владислав АЛЕКСЕЄВ  
Секретар секції: сержант Богдан ПЕРЦЕВ

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*О.С. Калина; Д.О. Меленті*

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

Зональні та об'єктово-зональні системи ППО будуються для прикриття напрямків, угруповань військ та інших площинних об'єктів. При цьому особлива увага приділяється розвідувальним можливостям ЗРК щодо створення розвідувального простору на території деяких визначених площ.

Складовими частинами системи розвідки може бути кілька підсистем розвідувальних засобів: підсистема БЛА розвідки повітряного простору; підсистема наземних засобів радіотехнічної розвідки; підсистема засобів радіолокаційної розвідки; підсистема засобів оптоелектронної розвідки.

Оптимізація структури системи радіоелектронних засобів здійснюється за рахунок розробки відповідних математичних методів та алгоритмів вирішення задач. Одним із основних серед них є метод лексикографічного впорядкування. Даний метод широко використовується для вирішення воєнно-прикладних задач: вибір оптимального варіанту бойового порядку угруповання ЗРВ; визначення найбільш ефективних варіантів дій ЗПН в умова РЕБ; розробка методики відновлення порушеної системи вогню мобільного угруповання ЗРВ та ін.

Математична формалізація задач оптимізації структури радіоелектронних засобів ЗРК здійснюється з використанням методів лінійного програмування та критерію лексикографічної переваги для визначення кращої структури за показниками кратності перекриття зон виявлення розвідувальних засобів.

Ефективність функціонування системи радіоелектронних засобів ЗРК залежить від її структури та якості. Тому необхідне обґрунтування показників і критеріїв ефективності її функціонування.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПІДРОЗДІЛУ, ОЗБРОЄНОГО ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ КОМПЛЕКСОМ NASAMS**

*М.В. Рудай; Д.О. Меленті*

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

Досвід російсько-української війни свідчить про жорстке протиборство між засобами повітряного нападу (ЗПН) та засобами протиповітряної оборони. Головні завдання у війнах сучасності покладаються на ЗПН, які спроможні вирішувати стратегічні завдання, досягаючи, таким чином, перемоги у війні навіть без застосування сухопутної компоненти.

Це безумовно, призводить до зміни форм і способів застосування ЗПН та, як наслідок, удосконалення принципів ведення війни.

Зростання динаміки і швидкоплинності протиповітряного бою, диктує необхідність прийняття обґрунтованих і оперативних рішень на застосування зенітного ракетного озброєння. При цьому важливо визначити раціональний склад та бойовий порядок зенітного ракетного підрозділу, озброєного ЗРК NASAMS для прикриття важливих державних, військових об'єктів та угруповань військ.

Дослідження показників ефективності зенітного ракетного прикриття (ЗРПр) є важливою складовою при оцінюванні здатності систем ППО щодо захисту об'єктів від повітряних загроз різного типу.

Основними показниками є: якість трас супроводжуваних цілей, точність виявлення, швидкість вибору та наведення ракет, імовірність поразення цілей, запас ракет, фінансові витрати на поразення цілей, стійкість до контрзаходів.

Для підвищення ефективності зенітного ракетного прикриття, побудованого з застосуванням ЗРК NASAMS при одночасному підвищенні живучості необхідно оптимізувати раціональний склад та бойовий порядок зрдн адаптованого до сучасних викликів і загроз.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПІДРОЗДІЛУ, ОЗБРОЄНОГО ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ КОМПЛЕКСОМ IRIS-T SLM**

*В.Е. Сердюк; Д.О. Меленті*

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

Аналіз тактики застосування сучасних засобів повітряного нападу в російсько-українській війні свідчить, що противник здійснив перехід від масованого застосування пілотованої авіації, до застосування безпілотних авіаційних систем, крилатих ракет, керованих авіаційних бомб. Особливістю зазначених ЗПН є їх малі значення ефективної відбиваючої поверхні та можливість використання на малих та гранично малих висотах. Що ускладнює їх своєчасне виявлення та знищення з заданою ефективністю.

При цьому створення системи зенітного ракетного прикриття вимагає нових підходів до прийняття рішення щодо раціонального складу та бойового порядку зенітних ракетних підрозділів.

При дослідженні архітектури зенітного ракетного підрозділу, озброєного зенітним ракетним комплексом IRIS-T SLM виникає задача оцінювання ефективності його бойових дій для різних варіантів побудови цих порядків та складу ЗРК (кількості пускових установок).

Для цього необхідно обґрунтувати відповідні показники і критерії на значення яких будуть впливати як розміри і конфігурація зони вогню підрозділу ЗРВ.

Основним показником структури зони вогню для порівняльного аналізу є кількість стрільб, які може здійснити ЗРК по різних типах цілей, що рухається прямолінійно з постійною швидкістю на однаковій висоті у визначеному напрямку.

Наявність ЗРК з можливістю рознесення пускових установок у просторі дають підґрунтя для розробки методів та алгоритмів синтезу їх просторової структури та бойового управління такими комплексами.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЇ МАНЕВРУ ЗРДН С-300П ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ БОЙОВИХ ДІЙ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК**

*В.В. Соловей; Є.І. Ряполов*

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

Ведення потужних бойових дій у сучасних умовах не можливо уявити без проведення своєчасного маневру підрозділами ЗРВ.

Маневр силами і засобами підрозділів ЗРВ дозволяє зірвати замисел противника та успішно вести протиповітряний бій в різноманітних обставинах. При будь-якому способі здійснення маневр представляє собою складний процес, який включає комплекс заходів.

Для дослідження особливостей організації маневру підрозділу ЗРВ з урахуванням досвіду бойового застосування підрозділів ЗРВ необхідно: запропонувати варіант побудови похідної колони підрозділу ЗРВ для здійснення маневру своїм ходом (маршем) для визначення глибини побудови похідного порядку з урахуванням досвіду бойового застосування підрозділів ЗРВ; провести розрахунки маневрених можливостей підрозділу ЗРВ своїм ходом (маршем) за різними методиками з урахуванням досвіду бойового застосування підрозділів ЗРВ аналітичним способом; провести розрахунок маневрених можливостей підрозділу ЗРВ своїм ходом (маршем) з урахуванням досвіду бойового застосування підрозділів зенітних ракетних військ з застосуванням ІРС “Аргумент-2022”; провести порівняти результати проведення розрахунків маневрених можливостей підрозділу ЗРВ за різними методиками аналітичним способом та з застосуванням ІРС “Аргумент-2022”.

За результатами проведених досліджень надати пропозиції щодо удосконалення організації маневру підрозділу ЗРВ під час підготовки бойових дій.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА ПРОЦЕДУРИ ОЦІНЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ОБСТАНОВКИ В ЗРДН С-300П ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ БОЙОВИХ ДІЙ**

*В.А. Кривошея; Є.І. Ряполов*

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

Ведення потужних бойових дій у сучасних умовах не можливо уявити без всебічного оцінювання загальної тактичної обстановки.

Радіоелектронна обстановка (РЕО) є складовою частиною загальної тактичної обстановки, що обумовлена сукупністю та умовами застосування радіоелектронних систем і засобів забезпечення бойових дій військ.

Основою РЕО є аналіз та усвідомлення умов щодо виконання бойових завдань, які пов'язані із застосуванням протидіючими сторонами радіоелектронних систем і засобів управління військами і зброєю, засобів розвідки і РЕБ, та визначення оптимальних способів бойового застосування цих засобів.

Оцінювання РЕО в інтересах організації та проведення заходів радіоелектронного захисту радіоелектронних систем і засобів ЗРВ здійснюється за такими напрямками: оцінювання можливостей технічних

засобів розвідки противника; оцінювання можливостей сил і засобів РЕБ противника (включаючи ПРР); оцінювання можливостей своїх сил і засобів в умовах ведення РЕБ з боку противника; оцінювання стану електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів в частині (підрозділі) ЗРВ; визначання ступеня можливого впливу електромагнітного імпульсу та іонізованих утворень ядерного вибуху та інших видів зброї.

За результатами оцінювання РЕО у підрозділі ЗРВ визначається: можливості сил і засобів розвідки та РЕБ противника з РЕР, РЕП (райони постановки, типи, потужність перешкод тощо), застосування самонавідних на випромінювання ракет (снарядів) і передавачів перешкод, що закидаються; райони, у яких можуть виникати взаємні перешкоди своїх РЕЗ, та способи забезпечення їх електромагнітної сумісності.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СТАНЦІ НАВЕДЕННЯ РАКЕТ 9С32**

*М.Р. Соболев*

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

За результатами аналізу застосування сучасних засобів повітряного нападу у відкритій збройній агресії російської федерації проти України встановлено, що багатоканальна станція наведення ракет (БСНР) 9С32 відіграє важливу роль під час виконання ЗРК завдань за призначенням. Разом з тим, на сьогоднішній час залишковий ресурс наявних станцій є мінімальним, тому постає питання щодо пошуку шляхів усунення наведеного недоліку. Одним з перспективних шляхів збільшення наявного ресурсу, покращення характеристик приймальної, передавальної та антенно-хвильоводної систем є використання в БСНР 9С32 активної фазованої антенної решітки (АФАР). У БСНР на цей час використовується пасивна прохідна фазована антенна решітка з оптичним типом живлення, яка має ряд недоліків.

В доповіді наведено результати аналізу особливостей побудови, функціонування та характеристик існуючих та перспективних АФАР. За результатами досліджень було прийнято рішення щодо доцільності застосування в БСНР 9С32 ЗРК С-300В1 АФАР. Наведено, що реалізація запропонованого рішення дозволить покращити характеристики “застарілих” ЗРК, що знаходяться на озброєнні ЗРВ ПС ЗС України. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на обґрунтуванні елементної бази, що може бути використана в АФАР вітчизняного виробництва.

### **ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЦЕДУРИ ПІДГОТОВКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА МАНЕВР ЗРДН С-300П СВОЇМ ХОДОМ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗРВ**

*О.О. Плаксенко; Є.І. Ряполов*

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

Маневр силами і засобами дозволяє зірвати замисел противника та успішно вести протиповітряний бій в різних умовах обстановки. Маневр проводиться приховано, як правило, вночі або в умовах обмеженої видимості з додержанням заходів маскуванню та захисту від зброї противника.



Послідовність роботи командира підрозділу ЗРВ з отриманням бойового розпорядження на маневр: усвідомлення завдання; оцінювання обстановки; проведення розрахунку часу; віддання попередніх розпоряджень; прийняття рішення на маневр.

В рішенні на маневр командир підрозділу ЗРВ визначає: 1) замисел маневру (способи маневру з вказівкою маршрутів руху; побудовання похідного порядку; склад і завдання похідної охорони; початковий пункт та пункти регулювання; час і район денного (нічного) відпочинку, дозаправки); 2) завдання підлеглим підрозділам (до якого терміну та у яких районах зосередитись; куди та з яким завданням здійснити маневр; час згортання (розгортання) сил і засобів; здійснення маршу, маршрути руху, місце у похідному порядку підрозділу ЗРВ; початковий пункт, пункти регулювання та час їх проходження; час прибуття у призначений район і до яких дій бути готовим); 3) забезпечення маневру (розвідка; маскування; безпосереднє прикриття; організація комендантської служби, служби замикання та ін.); 4) підтримка управління та взаємодії при маневрі.

Для обґрунтування процедури підготовки та прийняття рішення на маневр підрозділу ЗРВ необхідно провести тактичні розрахунки щодо проведення маневру підрозділом ЗРВ. За результатами прийнятого рішення на маневр надаються пропозиції щодо удосконалення процесу обґрунтування процедури підготовки та прийняття рішення на маневр підрозділом ЗРВ своїм ходом.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СУПРОВОДЖЕННЯ МАНЕВРУЮЧИХ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ БАГАТОКАНАЛЬНОЮ СТАНЦІЄЮ НАВЕДЕННЯ РАКЕТ 9С32**

*В.В. Викиданець*

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

Вивчення застосування сучасних засобів повітряного нападу в військових конфліктах протягом останніх десяти років показало, що вони можуть бути дуже маневреними, коли використовуються для нанесення ударів по об'єктах ураження. Пошук шляхів супроводження високоманеврених цілей необхідний, оскільки протидія наведеним засобам можлива при надійному супроводженні повітряних об'єктів. Удосконалення апаратних і програмних компонентів радіолокаційних засобів може допомогти вирішити це питання.

В багатоканальній станції наведення ракет (БСНР) 9С32 запропоновано використовувати додаткові пристрої в слідкуючій координатній системі для реалізації апаратного способу, який дозволяє оцінювати другу похідну (прискорення) первинної координати, що оцінюється.

Для реалізації програмного методу в багатоканальній станції наведення ракет (БСНР) 9С32 рекомендується додатково використовувати два алгоритми, крім існуючого алгоритму визначення маневру. Перший ґрунтується на оцінці повного вектору швидкості, отриманій за допомогою попередніх оцінок радіальної швидкості. Другий ґрунтується на оцінці прискорення, яка отримана за допомогою траєкторних вимірювань.

Дослідження спрямовані на введення додаткового пристрою в слідкуючу координатну систему для реалізації апаратного способу та реалізацію додаткових алгоритмів до обчислювальної машини.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ МАНЕВРУ ТА ПРИНЦИПІВ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ БСНР 9С32 ЗРК С-300В1**

*М.А. Горобинський*

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

За результатами аналізу військових конфліктів останнього десятиріччя встановлено велику різноманітність типів та засобів повітряного нападу. Їх характерною особливістю є можливості по швидкій зміні параметрів руху. З'ясовано, що стійке супроводження повітряних цілей відіграє важливу роль у їх успішному знищенні - для ураження цілей вони повинні до моменту зустрічі ракети з нею ефективно супроводжуватись, проте бувають інші випадки.

За результатами аналізу зенітних ракетних комплексів та систем було зроблено висновок, що однією з найпотужніших систем є С-300В1. Було проведено аналіз алгоритмів автосупроводження маневруючих цілей багатоканальною станцією наведення ракет 9С32. Досліджувались наступні алгоритми:

а) автосупроводження з неоднозначними координатами дальності ( $D$ ) та швидкості ( $V$ ), який використовується для втягування слідкуючої системи;

б) супроводження цілі в режимі усунення неоднозначності по дальності;

в) автосупроводження цілі з однозначними координатами, який використовується для формування одиничних замірів координат, по яких здійснюється обчислення прямокутних координат цілі для видачі їх на командний пункт та пускові установки. А також окремо розглянуто такі алгоритми:

а) алгоритм супроводження в дальній зоні;

б) алгоритм супроводження в ближній зоні.

Встановлено, що наведені алгоритми потребують удосконалення, на що будуть спрямовані подальші дослідження.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТАКТИЧНИХ ПРИЙОМІВ ВЕДЕННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОГО БОЮ ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ ПІДРОЗДІЛОМ, ОЗБРОСНИМ ЗРК МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ПРИ СТРІЛЬБІ ПО БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ**

*Д.Д. Васильченко; В.М. Станенко*

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

За результатами аналізу застосування засобів повітряного нападу в збройних конфліктах останнього десятиріччя встановлено, що спостерігається стійка тенденція до використання безпілотних засобів повітряного нападу для ведення розвідки, нанесення вогневого ураження та підтримки з повітря дій підрозділів на полі бою.

В доповіді наведено аналіз існуючих безпілотних засобів повітряного нападу; аналіз способів бойового застосування підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних ЗРК малої дальності при стрільбі по безпілотним літальним апаратам за досвідом сучасних війн та військових конфліктів; особливості бойового застосування підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних ЗРК малої дальності при стрільбі по безпілотним літальним апаратам та напрямки його удосконалення; пропозиції щодо удосконалення напрямків бойового

застосування підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних ЗРК малої дальності при стрільбі по безпілотним літальним апаратам.

В умовах застосування противником безпілотних засобів повітряного нападу зенітні ракетні підрозділи повинні мати мобільно – вогневі групи, основні, запасні, хибні, засадні позиції, пости візуального спостереження, підрозділи РЕБ.

Пропозиції щодо покращення забезпечення МВГ (мобільних вогневих груп) більш сучаснішою та ефективнішою зброєю ураження безпілотних засобів повітряного нападу.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ РЛС 9С35М1 ВІД ВПЛИВУ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ПЕРЕШКОД**

*Є.О. Годунко; В.М. Станенко*

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

У зв'язку з удосконаленням підходів до створення системи ППО держави в умовах широкомасштабної агресії та оцінювання ефективності бойового застосування підрозділів зенітних ракетних військ потребує дослідження напрямків підвищення ефективності захисту РЛС 9С35М1 від впливу активних шумових перешкод.

У доповіді розглядаються такі питання як:

- 1) Аналіз існуючих засобів постановки активних шумових перешкод радіолокаційним станціям за досвідом сучасних війн та військових конфліктів;
- 2) Аналіз системи захисту радіолокаційної станції 9С35М1 від впливу активних шумових перешкод;
- 3) Дослідження напрямків підвищення ефективності захисту РЛС 9С35М1 від впливу активних шумових перешкод.

Проведений аналіз технічних характеристик ЗРК “Бук-М1” показав, що існуючі методи захисту радіолокаційної станції 9С35М1 не є дієвими. Індикацією наявності активних шумових перешкод в системі захисту є загоряння лампочки “ПОМЕХА” на пульті Р-52КА. Поріг спрацьовування індикації встановлюється на рівні 8...10 дБ над власними шумами основного приймального каналу. За наявності шумових перешкод в РЛС передбачений режим супроводження постановника перешкоди за кутковими координатами, але не завжди можливо виділити корисний сигнал на фоні перешкоди, тому дослідження спрямовані на удосконалення способів протидії активній шумовій перешкоді через зміну програмного забезпечення та оновлення комплексу є актуальними.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК, ОЗБРОЄНИХ ЗРК МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ПРИ СТРІЛЬБІ ПО ЛІТАКАМ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ТА ВЕРТОЛЬОТАМ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ**

*В.А. Волчанов; В.М. Станенко*

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

В умовах повномасштабної військової агресії з боку російської федерації, проблема забезпечення Збройних Сил України сучасними засобами протиповітряної оборони стає найбільш актуальною.

Управління вогнем груп зрдн, озрдн, зрдн, зрбтр – як скоординована та узгоджена діяльність командувача (командира, начальника) та бойової обслуги командного пункту, спрямована на ефективне ведення вогню для знищення повітряного противника із підтриманням високої бойової готовності військових частин та підрозділів, досягненням максимального використання їх вогневих можливостей шляхом безперервного збирання і вивчення даних про обстановку, глибокого і всебічного оцінювання обстановки, прийняття обґрунтованих і відповідних обстановці рішень на відбиття ударів повітряного противника по об'єктах, військах, які прикривають, своєчасного поставлення завдань на знищення повітряних цілей і контролю за діями підрозділів у ході бою.

Враховуючи вищезазначене, настає нагальна потреба в розробленні та впровадженні нових підходів до управління вогнем, надання командирам науково обґрунтованих рекомендацій, які допоможуть в умовах швидкоплинності ППБ приймати раціональні рішення щодо визначення порядку цілерозподілу з урахуванням важливості ПЦ, що забезпечать підвищення реалізації вогневих можливостей підрозділів ЗРВ і, як наслідок підвищать ефективність бойових дій.

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРУПОВИХ ЦІЛЕЙ РЛС ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ**

*А.С. Шимко*

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

З початку російсько-української війни знищення ворога у повітрі стало для підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ) основною метою їх існування. Ця війна вимагає від командирів постійного пошуку нестандартних рішень і тактик для ефективного ведення бойових дій у змінній обстановці.

Противник був змушений відмовитися від масованого застосування пілотованої авіації та надати перевагу безпілотно-авіаційним комплексам таким як Shahed-136 та крилатим ракетам (КР) типу Х-101, Х-55, Х-31, Х-59.

Тактика застосування засобів повітряного нападу у складі малих груп вимагає від ЗРК вдосконалення радіолокаційних систем для ефективного виявлення та розпізнавання групових цілей. Існуючі радіолокаційні засоби ЗРК мають дещо обмежені можливості для розпізнавання повітряних цілей, що може привести до помилок вирішення задачі цілерозподілу та пропуску повітряних цілей.

Тому роздільна здатність визначає можливість радіолокаційної станції розрізнити цілі, розташовані поруч, за такими параметрами як: дальність, швидкість та кутова координата. Це важлива характеристика, яка визначає можливість точного виявлення та вимірювання координат одночасно спостережуваних цілей.

Розроблено алгоритм розпізнавання групових цілей РЛС ЗРК, в якому для розпізнавання групових цілей використовується: комплексне оцінювання роздільної здатності за дальністю, кутовими координатами і швидкістю; оптимальна процедура обробки прийнятого сигналу на основі розрахунку відношення правдоподібності. Це дозволяє більш достовірно приймати рішення щодо кількості повітряних цілей у складі групи.

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РАДІОСИГНАЛУ КАНАЛУ ОБМІНУ ДАНИМИ З ПУСКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ NASAMS**

*Н.С. Мотриченко*

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

З перших хвилин російсько-української війни знищення ворога у повітрі стало для підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ) основною метою їх існування. На даний момент до складу ЗРВ входить зенітний ракетний комплекс іноземного виробництва NASAMS. Обмін даними між пусковими установками та пунктом бойового управління в даному ЗРК організовано з використанням радіостанції SDR (Software Defined Radio, програмно-визначене радіо).

Розробка математичної моделі радіосигналу каналу обміну даними між пусковими установками зенітного ракетного комплексу NASAMS є важливою задачею в сучасній оборонній техніці. Ця модель дозволить краще розуміти процеси передачі даних через радіоканал, враховуючи різноманітні фактори, такі як шум, спотворення сигналу, втрати в каналі зв'язку та інші ефекти.

Проведення аналізу радіосигналу дасть можливість виявити можливі проблеми, які можуть виникнути під час передачі даних між пусковими установками, і розробити стратегії для їх подолання. Оптимізація каналу зв'язку на основі математичної моделі дозволить покращити якість передачі даних, забезпечити більшу надійність та стабільність системи обміну даними між різними засобами комплексу.

Такий підхід до розробки математичної моделі радіосигналу може значно покращити ефективність та точність передачі даних у системі NASAMS, що в свою чергу позитивно вплине на загальну ефективність та функціональність зенітного ракетного комплексу.

## **РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ КАНАЛУ ОБМІНУ ДАНИМИ З ПУСКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ NASAMS**

*З.Н. Островський*

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

Аналіз ведення бойових дій під час повномасштабної агресії росії проти України показав, що ключову роль у захисті повітряного простору України відіграють зенітні ракетні війська. До складу яких входять як зенітні ракетні комплекси радянського виробництва так і новітні зенітні ракетні комплекси іноземного виробництва. Одним з яких є зенітний ракетний комплекс NASAMS, в якому для обміну даними між пусковою установкою та пунктом бойового управління використовується радіостанція Software Defined Radio (SDR) – програмно-визначене радіо.

Побудувавши імітаційну модель приймального тракту каналу обміну даними з пусковою установкою зенітного ракетного комплексу NASAMS і провівши аналіз, ми зможемо виправити недоліки та покращити якість сигналу, виявити несправності в обладнанні, переконатися, що всі компоненти системи працюють справно та сумісні між собою, дізнатися шляхи покращення якості сигналу, оптимізувати параметри передачі та отримати

кращий результат у вигляді чіткого та стабільного сигналу в різних умовах передачі, що забезпечить безперебійну роботу SDR.

Отже, аналіз приймального тракту каналу обміну даними з пусковою установкою зенітного ракетного комплексу NASAMS є важливим етапом для забезпечення оптимальної роботи системи і покращення якості сигналу. Завдяки програмному забезпеченню, SDR може бути оновлено для покращення функціональності, додавання нових функцій і виправлення помилок та безпеки від засобів РЕБ які використовує противник.

## **РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ КАНАЛУ ОБМІНУ ДАНИМИ З ПУСКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ NASAMS**

*Б.В. Перцев*

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

В ході російсько-української війни особливу роль у захисті повітряного простору України відіграє зенітний ракетний комплекс іноземного виробництва NASAMS, в якому для обміну даними з пусковими установками використовується програмно визначене радіо Software Defined Radio (SDR).

Передавальний тракт у системах SDR включає в себе різноманітні компоненти, такі як антени, фільтри, підсилювачі, модулятори, демодулятори та інші елементи. Аналіз передавального тракту дозволяє виявити можливі проблеми, такі як спотворення сигналу, шуми, затримки чи втрати сигналу, які можуть вплинути на якість прийому або передачі даних.

Отже, розглянувши передавальний тракт каналу обміну даними ПУ NASAMS та оцінивши його технічні характеристики дозволяє визначити його потужність, пропускну здатність та інші параметри, які впливають на ефективність передачі даних та допоможе виявити слабкі місця та проблемні аспекти передавального тракту, а також визначити можливості для його оптимізації та покращення особливостей розміщення зрдн озброєним ЗПК NASAMS. Інтерпретація дає можливість виявити потенційні ризики та загрози безпеці передавання даних через канал обміну даними та вжити відповідних заходів для їх запобігання. Завдяки програмному забезпеченню, SDR може бути оновлено для покращення функціональності та безпеки від засобів РЕБ які використовує противник, без необхідності заміни апаратного обладнання.

## **РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗАПОБІЖНО-ВИКОНАВЧОГО МЕХАНІЗМУ ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ IRIS-T SLS**

*В.С. Жунаєв; Є.В. Моргун*

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

Аналіз досвіду застосування ЗПК IRIS-T SLS в російсько-українській війні свідчить, що ЗПК IRIS-T SLS має високу ефективність щодо знищення таких повітряних цілей, як: безпілотні літальні апарати типу “Shahed”. Разом із тим мали місце випадки неуспішного виконання бойового завдання, щодо знищення малорозмірних, маловисотних повітряних цілей. Однією з причин не збиття повітряних цілей є несвоєчасне спрацювання радіопідживача ЗПК ЗПК IRIS-T SLS і як наслідок механізму SAU відповідно.

Для вирішення зазначеної проблеми необхідно провести глибокий аналіз та дослідити функціонування запобіжно-виконавчого механізму для впровадження подальших змін, щоб збільшити ймовірність ураження при стрільбі по маловисотним та малорозмірним цілям. З цієї метою необхідно провести дослідження технічних характеристик та параметрів SAU ЗКР IRIS-T SLS.

Проведення таких досліджень ускладнено з причини відсутності конструкторської та технічної документації та фізичних моделей ЗКР IRIS-T SLS.

Тому виникла необхідність створення імітаційної моделі SAU зенітних керованих ракет, що підтверджує актуальність даної роботи.

### **РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ КАНАЛУ ОБМІНУ ДАНИМИ З ПУСКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ IRIS-T SLM**

*Е.А. Різниченко; С.В. Моргун*

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

Аналіз досвіду ведення бойових дій зенітними ракетними підрозділами в російсько-українській війні показав, що вивчення побудови та функціонування приймального тракту каналу обміну даними пункту бойового управління ТОС з пусковими установками зенітного ракетного комплексу IRIS-T SLM і оцінка його потужності та чутливості, є актуальними для забезпечення якісного прийому сигналів у різних умовах передачі.

Розробка імітаційної моделі приймального тракту обміну даними пункту бойового управління ТОС з пусковими установками зенітного ракетного комплексу IRIS-T SLM є доцільною для проведення тому, що моделювання дозволить налаштувати параметри приймального тракту, таких як частота дискретизації, ширина смуги пропускання та чутливість. Таким чином можна покращити його продуктивність та адаптацію до різних умов передачі сигналів та оптимізацію. Для цього може застосуватись використання нових або вдосконалення існуючих алгоритмів обробки сигналів та більш потужні процесори, що може покращити якість прийому та зменшити вплив шуму та спотворень, що є необхідним під час ведення бойових дій, коли противник використовує засоби РЕБ.

Оцінка технічних характеристик приймального тракту дозволить ідентифікувати його слабкі місця та здійснити необхідні покращення для підвищення загальної ефективності системи. Проведення систематичного тестування приймального тракту в різних умовах передачі даних дозволить дізнатись коректність роботи приймального тракту.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ З РОЗПІЗНАВАННЯ ГРУПОВИХ ЦІЛЕЙ РЛС TRML-4D**

*С.С. Трушин*

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

У російсько-українській війні провідну роль у забезпеченні Збройних Сил України (ЗСУ) озброєнням та військовою технікою відіграють країни-партнери. Прикладом цього є передача Зенітно ракетному комплексу (ЗРК) IRIS-T SLM Федеративною Республікою Німеччини.

Основним елементом в IRIS-T SLM є радіолокаційна станція (РЛС) TRML-4D (С-діапазон). Вона дозволяє виявляти повітряні цілі в широкому радіусі. Також вона може розрізняти різні типи цілей, такі як ворожі літаки, вертольоти, крилата ракета (КР), безпілотні літальні апарати (БПЛА), також, РЛС при допомозі пункт бойового управління (ПБУ) здійснює корегування ракет на цілі.

Аналіз застосування засобів повітряного нападу РФ показав, що одним із можливих напрямків подолання протиповітряної оборони (ППО), є використання в ешелоні прориву БПЛА та КР, які діють малими групами. Це, в свою чергу, вказує на важливість такого параметру в РЛС, як роздільна здатність. Розвиток малорозмірних БПЛА стає все більш поширеним, вони можуть мати різні функції, від розвідки і збору інформації до атаки та перехоплення. Їх маневреність і можливість проникнення в зони дії зенітних ракетних системи (ЗРС) роблять їх складними для виявлення і нейтралізації. Тому це потрібно враховувати при подальшій модернізації РЛС С-діапазону.

Але при передачі ОБТ країни-партнери не надають повної інформації про РЛС TRML-4D, зокрема методи та алгоритми обробки РЛП, що, в свою чергу, не дозволяє отримати достовірну інформацію про процеси, які проходять в апаратурі обробки радіолокаційної інформації (РЛІ). Це ускладнює модернізацію цих РЛС. Тому розробка алгоритму розпізнавання групових цілей РЛС TRML-4D та дослідження можливостей з розпізнавання групових цілей РЛС TRML-4D є актуальною.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ З РОЗПІЗНАВАННЯ ГРУПОВИХ ЦІЛЕЙ РЛС AN/MPQ-64**

*В.О. Безлепкін*

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

Досвід українсько-російської війни підкреслив важливість використання різноманітних засобів повітряного нападу противником, які діють як окремо, так і у групах. У російсько-українській війні провідну роль у забезпеченні.

Незважаючи на це, завдяки ефективній роботі підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ), ворог не зміг здобути повітряну перевагу над територією України, що призвело до зниження його потенціалу на землі. У зв'язку з цим противник був змушений відмовитися від масованого застосування авіації у глиб країни та надати перевагу безпілотним авіаційним комплексам та крилатим ракетами.

Основним елементом в ЗРК NASAMS є радіолокаційна станція (РЛС) AN/MPQ-64 (Х-діапазон). Вона може розрізняти різні типи цілей, такі як ворожі літаки, вертольоти, крилата ракета (КР), безпілотні літальні апарати (БПЛА). Аналіз застосування засоби повітряного нападу РФ показав, що одним із можливих напрямків подолання протиповітряної оборони, є використання в ешелоні прориву БПЛА та КР, які діють малими групами. Це, в свою чергу, вказує на важливість такого параметру в РЛС, як роздільна здатність.

Роздільна здатність радіолокаційних станцій визначає їх здатність розрізняти цілі, розташовані поруч, що є важливою характеристикою для ефективності зенітних ракетних комплексів та їхньої здатності нейтралізувати повітряні загрози. Актуальність питання розпізнавання групових цілей полягає у своєчасному виявленні та розрізненні цільових груп, що сприяє розширенню інформаційних можливостей та підвищенню точності радіолокаційних станцій.



## **РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ КАНАЛУ ОБМІНУ ДАНИМИ З ПУСКОВИМИ УСТАНОВКАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ IRIS-T SLM**

*Є.М. Світлий; Є.В. Морзун*

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

Під час російсько-української війни провідну роль у захисті повітряного простору нашої держави займають зенітні ракетні війська, на озброєнні яких знаходяться різні ЗРК у тому числі іноземного виробництва, найбільш новітнім з яких є ЗРК IRIS-T SLM, в яких для передачі даних використовується система SDR.

Аналіз побудови та функціонування передавального тракту в SDR необхідний для розуміння його здатності до гнучкого налаштування та адаптації до різноманітних умов зв'язку та передачі даних. Вивчення архітектури та компонентів передавального тракту в SDR дозволить зрозуміти, як використовуються ресурси пристрою для оптимальної передачі даних, що є ключовим для забезпечення ефективності та продуктивності системи.

Розробка імітаційної моделі передавального тракту дозволить проводити тестування та оптимізацію процесів передачі та обробки даних в SDR без потреби у реальних пристроях та зовнішніх умовах зв'язку, а також дозволить досліджувати вплив різних параметрів, таких як шум, спотворення, затримки та інші, на ефективність та якість передачі даних в SDR.

Оцінка технічних характеристик передавального тракту дозволяє визначити його потужність, пропускну здатність та інші параметри, які впливають на ефективність передачі даних та допоможе виявити слабкі місця та проблемні аспекти передавального тракту, а також визначити можливості для його оптимізації та покращення. Дозволить виявити потенційні ризики та загрози безпеці передавання даних через канал обміну та вжити відповідних заходів для їх запобігання.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАЕКТОРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЕРОБАЛІСТИЧНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ЯК ЦІЛЕЙ ДЛЯ ЗРК З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЗНИЩЕННЯ**

*А.С. Біленко*

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

Для дослідження траєкторних характеристик аеробалістичних засобів повітряного нападу як цілей для зенітного ракетного комплексу (ЗРК) можна розглянути декілька підходів, які перераховані нижче.

Аналіз траєкторій: вивчення різних типів траєкторій аеробалістичних засобів, таких як горизонтальні, вертикальні, криволінійні траєкторії. Це дозволить краще розуміти їхні можливості та шляхи захисту.

Аналіз характеристик руху: швидкості, прискорення, зміни курсу, кутів нахилу траєкторій тощо.

Оптимізація систем ЗРК: розробка та вдосконалення систем ЗРК з урахуванням отриманих даних для підвищення ефективності їхнього функціонування проти аеробалістичних цілей.

Оптимізація систем ЗРК може бути виконана за допомогою декількох підходів.

Покращення систем наведення: розробка алгоритмів наведення, які забезпечують точне визначення траєкторії цілей та ефективне вирішення завдання знищення.

Використання нових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання для покращення швидкості та точності реакції систем ЗРК.

Розвиток нових видів боєприпасів: створення більш швидкісних та ефективних ракет для ураження аеробалістичних цілей з врахуванням їхніх траєкторних характеристик.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РОЗШИРЕННЯ ШКАЛИ ПРІОРИТЕТУ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ КП ЗРС С-300П ТА УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ВТОРИННОЇ ОБРОБКИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО КЛАСИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ**

*О.О. Шатов*

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

В даній роботі була розглянута така актуальна тема, як “Розробка пропозицій щодо удосконалення алгоритму вторинної обробки радіолокаційної інформації в КПС 5Н83(С)”, а саме був розроблений алгоритм уточнення типу цілі.

Першим етапом розробки алгоритму був аналіз засобів повітряно-космічного нападу, як цілей для ЗРС 75Р6, був проведений аналіз ефективної площі розсіювання літаків стратегічної і тактичної авіації, розглянуті їх маневрені можливості, способи подолання системи ППО та імовірні профілі польоту при нанесенні ударів п'об'єктам і військам. Аналіз цих показників довів, що використання їх для удосконалення існуючого алгоритму вторинної обробки радіолокаційної інформації є доцільним.

Другим етапом був аналіз існуючого алгоритму вторинної обробки радіолокаційної інформації, з метою пошуку шляхів його удосконалення були розглянуті основні принципи вирішення задач вторинної обробки радіолокаційної інформації в КП ЗРС С-300П, наведені основні співвідношення для роботи алгоритму оновлення позначок цілей (фільтрації координат), розглянута спрощена блок-схема алгоритму вторинної обробки радіолокаційної інформації та існуючі підалгоритми визначення типу цілі та згладжування координат.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЦІЛЕРОЗПОДІЛУ КП ЗРС С-300П В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИДУШЕННЯ**

*М.О. Кузніченко*

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

Проведено аналіз постановників активних шумових завад радіолокаційним засобом ЗРС С-300П, зроблені висновки про можливість придушення РЛС ЗРК і ЗРС спеціалізованими постановниками АШЗ ймовірного противника.

Проведений аналіз бойових алгоритмів КП ЗРС С-300П і зроблений висновок про необхідність їх удосконалення в умовах радіоелектронного придушення.

Розроблений модифікований алгоритм цілерозподілу КП ЗРС С-300П в умовах стрільби по постановнику АШЗ.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАПАМ'ЯТОВУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЦОК 5E26 ЗРС С-300П**

*Ю.В. Михайловський*

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

Досвід експлуатації ЦОК 5E26 у військах показує, що, навіть у звичайних умовах роботи при власному виконанні графіків регламентних робіт, надійність функціонування з часом експлуатації зменшується. Це проявляється у вигляді постійних несправностей та відмов роботи. Таким чином усунення несправності може займати досить великий проміжок часу.

У ЦОК 5E26 використовуються апаратурний і програмний методи контролю. Апаратурний контроль характеризується тим, що він ведеться безперервно у процесі роботи ЦОК за допомогою додаткового (контрольного) обладнання. Сукупність тестів, використаних при програмному контролі ЦОК створює тестове забезпечення ЦОК і призначена для перевірки працездатності ЦОК, а також для встановлення місця та причину несправності чи характеру відмови, що виникла.

Перевірка модулів апаратурними засобами дає можливість виявити недоліки на 50 %. ПВНЧ. Враховуючи те, що ОЗП ЦОК 5E26 є найбільш слабкою ланкою, то виникає необхідність пошуку способів, що дозволяють виявляти несправні чарунки пам'яті в процесі бойової роботи. Таким чином забезпечується контроль працездатності чарунок ОЗП у процесі роботи ЦОК 5E26 та шляхом їх заміни з резервної пам'яті зберігається несправний модуль ОЗП в конфігурації ЦОК 5E26. Якщо ПВНЧ виконати на нових елементах то проблеми з затримкою перевірки несправних чарунок пам'яті будуть незначні та часу на цей процес буде витрачатися небагато.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЇВ РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПІВ ЦІЛЕЙ В РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІ НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*Д.І. Васько*

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

Для обґрунтування та розробки функціональної схеми пристроїв розпізнавання типів цілей у радіолокаційній станції наведення зенітного ракетного комплексу середньої дальності (ЗРК) спочатку потрібно визначити основні вимоги до системи розпізнавання цілей.

Потім можна приступити до розробки функціональної схеми, в якій визначається послідовність операцій для розпізнавання цілей. Це може включати такі етапи, як прийом сигналів від цілей, їх обробка та аналіз, виокремлення характеристик цілей та порівняння їх з відомими образцями. Крім того, важливо врахувати можливість оновлення бази даних цілей та адаптацію системи до нових умов бойової діяльності. Розробка такої функціональної схеми потребує спеціалізованих знань у галузі радіотехніки та сигнальної обробки.

Ефективна площа розсіювання є основною енергетичною характеристикою цілі.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТІ В ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ЗРС С-300П**

*Д.С. Перерва*

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

Основними причинами несправності є:

- старіння елементної бази;
- недостатня підготовка особового складу та обслуговуючого персоналу;
- невчасне проведення поточних ремонтів;
- невміння або неможливість проведення більш складних ремонтних робіт на місцях експлуатації;
- відсутність резервних комірок пам'яті у ОЗП та ЗПК;
- відсутність ефективних засобів захисту від ймовірних дій різноманітних дестабілізуючих факторів.

Згідно проведеного аналізу у військах, найбільш ненадійними міжблочні з'єднання (шлейфи) мають обриви.

Ремонт даних шлейфів у військах здійснюється за допомогою мультиметра. Рукоятку керування приладу переводять в положення "ЗУМЕР", якщо така функція відсутня, то встановлюють режим виміру опору, який позначається знаком  $\Omega$  або буквою R. При цьому вибирають саму нижчу межу виміру. Діагностичні шупи прикладають до з'єднань. Якщо подається сигнал, то лінія працездатна.

Пропозиція щодо удосконалення процесу пошуку несправності – це розробка пристрою, який буде прозванювати зразу всі 50 ліній з ладу несправності.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ РАДІОЛОКАТОРА ПІДСВІЧУВАННЯ ТА НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ С-300, ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЇХ ПОКРАЩЕННЯ**

*В.В. Романенко*

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

Дослідження основних параметрів передавального тракту радіолокатора підсвічування та наведення зенітного ракетного комплексу С-300П включає в себе аналіз таких характеристик, як дальність дії, точність наведення, швидкість виявлення цілей, потужність передавача, кут сканування та інші параметри, що впливають на ефективність системи. Таке дослідження може бути проведене шляхом моделювання, експериментів або аналізу даних з експлуатації комплексу.

Додатково до вказаних параметрів, дослідження може включати аналіз таких аспектів, як електромагнітна сумісність, стійкість до перешкод і спотворень, швидкість відновлення після атаки, енергоефективність, можливості адаптації до різних умов експлуатації та інші фактори, що визначають загальну ефективність та надійність системи.

Можна розглянути такі аспекти як:

- можливості інтеграції з іншими радіолокаційними та оборонними системами;

- тривкість та надійність системи в різних погодних умовах;
- стійкість до електронних атак та засобів розвідки противника;
- можливості автоматизації та управління з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ РАДІОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ МІЖ ПІДРОЗДІЛАМИ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК В УМОВАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИДУШЕННЯ**

*Д.Д. Прасол*

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

Зв'язок – це обмін інформацією в системах управління військами і зброєю. Зв'язок є основним засобом управління військами, бойовими засобами та зброєю. Зв'язок виконує завдання по обміну інформацією в системах управління військами. Для виконання цих завдань зв'язок повинен задовольняти вимоги щодо своєчасності, достовірності, скритності.

Радіо-засоби застосовуються для організації лінії прямого зв'язку між пунктами управління як резервне, а в ряді випадків – основний засіб передачі (прийому) всіх видів інформаційних та інших повідомлень, а також для створення лінії радіо-доступу до мережі зв'язку загального користування.

Основною метою розвитку системи зв'язку Збройних сил України є створення єдиного інформаційно телекомунікаційного середовища на основі передових технологій, що забезпечить швидкий, надійний та безпечний обмін інформацією між всіма рівнями управління. За останні роки було досягнуто значного прогресу у цьому напрямку завдяки розгортанню сучасних засобів зв'язку, включаючи тракінговий зв'язок, а також модернізацію існуючого обладнання.

## **ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЇВ ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ В БОРТОВОМУ КООРДИНАТОРІ ПРИ РОБОТІ ПО МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЯХ**

*С.Ю. Володченко*

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

Аналіз застосування засобів повітряного нападу на малі та гранично малі під час збройної агресії може допомогти у визначенні ефективних стратегій протидії запланованим атакам, оцінці рівня загрози та визначенні можливих заходів безпеки. Аналіз дозволить зрозуміти, які засоби нанесення повітряних ударів використовуються, де та як їх застосовують, а також оцінити можливі наслідки цих дій для цивільного населення та інфраструктури.

Функціонування контуру наведення зенітної керованої ракети В-500 під час стрільби по маловисотним цілям необхідно для точного визначення місцезнаходження цілі, підтримання постійного відстеження для забезпечення успішного попадання ракети у ціль. Маловисотні цілі складні для виявлення і знищення через їх низьку видимість, тому контур наведення допомагає

підтримувати стабільний зв'язок між ракетою та ціллю, а також коригувати траєкторію ракети для досягнення точного ураження.

Розробка функціональної схеми має на меті забезпечити високу точність вимірювання координат при роботі з маловистоними цілями, що вимагає впровадження новітніх технологій та алгоритмів.

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗОВАНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ РЛС АН/МРQ-64**

*Р.Р. Запорожченко*

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

В даній роботі була розглянута така актуальна тема, як “Розробка моделі та дослідження характеристик ФАР РЛС АН/МРQ-64”, а саме був розроблений алгоритм уточнення типу цілі.

Першим етапом розробки були розглянуті антенні системи, радіолокаційні засоби, їх параметри, можливу взаємодію та вплив на технічні характеристики РЛС. Розглянувши ці параметри та технічні характеристики РЛС систем можна зробити висновки щодо подальшого дослідження питання.

Другим етапом були розглянуті методи, види моделювання та програми після їхнього порівняння можливе зручніше створити модель для дослідження даної РЛС. Порівнюючи всі можливі види та програми моделювання бюджетним та реальним в наших реаліях є програма CST Studio Suite.

Третім етапом було створення фазованої антенної решітки РЛС АН/МРQ-64 та подальше дослідження її характеристик та надання пропозицій щодо покращення цієї РЛС.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДОТІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ НВЧ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ СУЧАСНИХ РЛС ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬ, З МЕТОЮ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРК**

*К.А. Фельський*

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

У зв'язку із вторгненням російської федерації, виникла проблема з виявленням повітряних цілей, тому потрібно провести модернізацію радіолокаційної станції (РЛС).

У доповіді розглядаються такі питання: Аналіз побудови передавальних пристроїв РЛС з використанням електронно-вакуумних та твердотільних пристроїв, порівняльна характеристика; дослідження сучасних напівпровідникових НВЧ пристроїв; розробка функціональної схеми напівпровідникового передавального пристрою.

Можно відзначити що, одним з варіантів модернізації станції виявлення цілі (СВЦ) 9С18М1 є перетворення пасивної фазованої антенної решітки (ФАР), основної антени, в напівактивну ФАР за рахунок використання у кожному з 91 каналів напівпровідникових приймальних модулів (ПМ). При цьому здійснюється виключення зі складу апаратури РЛС штатного передавального пристрою.

Модернізація СВЦ за рахунок побудови ФАР за принципами активної антени дозволить істотно зменшити втрати при каналізації НВЧ енергії від

передавача. Використання нового твердотілого розподіленого передавача у складі 91 розташованого на антенному полотні ПМ забезпечить його високу надійність, швидкий час ввімкнення та готовності до роботи, відсутність високої напруги в колах живлення.

### **МОДЕЛЬ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ У РЕЖИМІ АВТОНОМНОГО ОГЛЯДУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*К.В. Сербиненко; В.В. Джус*

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

Для підготовки особового складу зенітних ракетних військ у Харківському національному університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба розроблені сучасні програмні засоби, що імітують роботу бойової обслуги зенітного ракетних комплексів середньої дальності.

Ці засоби призначені для набуття первинних та підтримання існуючих навичок ведення бойової роботи та проведення технічного обслуговування.

Недоліком цих засобів є відсутність можливості відображення інформації про повітряну обстановку у режимах автономного огляду простору, яка формується тренажно-імітаційним комплексом (ТІК) ВІРАЖ-РД. До складу ТІК ВІРАЖ-РД входять засоби формування інформації про повітряну обстановку, а саме сервер повітряної обстановки СПО-ВІРАЖ-РД. Оновлення інформації про повітряну обстановку оновлюється з темпом один раз на секунду.

Для розробки моделі функціонування ЗРК середньої дальності у режимі автономного пошуку проведено аналіз інформації, що формується ТІК ВІРАЖ, розглянуті особливості функціонування прийомного причетною огляду радіолокаційного засобу такого ЗРК, показано порядок відображення інформації на індикаторах робочих місць бойової обслуги зенітного ракетного комплексу середньої дальності.

Модель зенітного ракетного комплексу середньої дальності, що пропонується, доцільно застосовувати при вдосконаленні програмного забезпечення існуючих зенітних ракетних комплексів середньої дальності та при розробці засобів імітації перспективних зенітних ракетних комплексів.

### **МОДЕЛЬ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ “PATRIOT” У РЕЖИМІ ОГЛЯДУ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

*Д.В. Закревський; В.В. Джус*

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

Повітряні Сили Збройних Сил України продовжують отримувати сучасні зенітні ракетні комплекси від країн партнерів. Ці комплекси відрізняються високим ступенем автоматизації процесів їх роботи та застосуванням сучасних програмних засобів. Обмежена кількість таких комплексів, складні умови їх експлуатації, відсутність штатних тренажерів суттєво ускладнює процеси практичної підготовки фахівців зенітних ракетних військ. Для економії ресурсу таких комплексів є актуальним створення програмних засобів, що

візуалізують роботу операторів та забезпечують набуття первинних навичок ведення бойової роботи. Важливим у роботі операторів ЗРК є вивчення повітряної обстановки, тому пропонується модель робочого місця сучасного зенітного ракетного комплексу “Patriot”, яка забезпечує формування повітряної обстановки за даними тренажно-імітаційного комплексу ВІРАЖ-РД. Цей комплекс містить сервер повітряної обстановки, що формує поточну інформацію про координати та характеристики повітряних цілей.

Модель функціонування робочого місця зенітного ракетного комплексу “Patriot” передбачає візуалізацію органів керування робочого місця оператора, відображення повітряної обстановки з врахуванням особливостей класифікації цілей. Доцільно використовувати отримані результати при створенні сучасних тренажно – імітаційних комплексів зразків штатного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України.

## **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЛС**

*Г.О. Кротюк; О.В. Вигівський*

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

Аналіз ведення бойових дій під час повномасштабної агресії Російської федерації проти України показав, що вимоги для сучасного бойового середовища, покращення управління передавальним пристроєм РЛС вимагає комплексного підходу до розробки та впровадження нових технологій.

Для покращення побудови передаючих пристроїв багатофункціональних РЛС можна розглянути такі аспекти:

- дослідження інтегрованих систем і модульних підходів до побудови передаючих пристроїв для забезпечення більшої гнучкості та ефективності системи;

- оцінка впливу різних технологій виробництва (наприклад SiGe, GaN) на характеристики передаючих пристроїв у термінах потужності, ефективності та вартості.

- вивчення можливостей антенних пристроїв та систем керування сигналом для оптимізації взаємодії між передаючим пристроєм та приймальною апаратурою.

- аналіз тенденцій у розвитку мікрохвильових технологій та інтегрованих систем для підвищення ефективності та функціональності.

Для покращення керування сигналом за частотою, видом і потужністю можна розглянути такі аспекти:

- автоматичний вибір частоти;
- автоматичне перемикання режимів;
- автоматичне регулювання потужності;
- комплексне управління параметрами сигналу;
- адаптивне керування;

Ці підходи можуть бути реалізовані як окремо, так і в поєднанні один з одним для досягнення максимальної ефективності і надійності роботи передавального пристрою РЛС.



## **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТРЕНАЖЕРУ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*Ю.О. Мельничук; В.В. Джус*

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

У Харківському національному університеті Повітряних Сил продовжується робота по створенню програмних засобів, що забезпечують візуалізацію бойової роботи зенітних ракетних комплексів середньої дальності.

Під час російсько-української війни набувають актуальності питання підготовки операторів для ведення бойової роботи по повітряним цілям на засобах зенітного ракетного комплексу середньої дальності. Перспективним шляхом вирішення цього питання є створення сучасних програмних тренажерів, що імітують реальну роботу зенітних ракетних комплексів.

На даний час країнами партнерами Повітряним Силам України надаються зенітні ракетні комплекси іноземного виробництва, що потребує створення нових та вдосконалення існуючих засобів імітації їх роботи для набуття первинних навичок ведення бойової роботи особовим складом.

Для розробки алгоритму функціонування перспективного тренажеру зенітного ракетного комплексу середньої дальності проведено:

- аналіз засобів повітряного нападу по яких застосовується зенітний ракетний комплекс;
- особливості відображення цілей на екранах індикаторів під час ведення бойової роботи;
- узагальнені операції які виконуються на робочих місцях операторів ЗРК аналіз ведення ними бойової роботи під час російсько-української війни.

Алгоритм функціонування перспективного тренажеру робочого місця оператора зенітного ракетного комплексу середньої дальності в режимі ведення бойової роботи по поодиноким цілям, що пропонується доцільно застосовувати при розробленні нових тренажерів або для вдосконалення існуючих.

## **КОРЕКЦІЯ МОМЕНТУ СПРАЦЮВАННЯ РАДІОПІДРИВАЧА ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ ПРИ ВПЛИВІ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД**

*М.А. Гончарук; В.В. Борисов*

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

Аналіз застосування засобів повітряного нападу показує, що противник часто використовує засоби радіоелектронної боротьби, які в деяких випадках можуть призвести до передчасного спрацювання радіопідrivача зенітної керованої ракети, що, в свою чергу, зменшує імовірність знищення цілі.

У напівактивному фазодоплерівському радіопідrivачі зенітної керованої ракети 5В55 використовується два частотні та один фазовий канали, при цьому підriv бойової частини ЗКР відбудеться після спрацювання усіх трьох каналів. При впливі на ракету активних перешкод спрацювання частотних каналів відбудеться одразу після взведення радіопідrivача, отже виконавчим каналом його спрацювання буде саме фазовий.

Спрацювання фазового каналу радіопідrivача відбудеться, коли ціль буде знаходитись відносно повздовжньої вісі ракети на рівносигнальному напрямку антени радіопідrivача при досягненні нею оптимального кута спрацювання  $q_{OPT}$ . Цей кут розраховується завчасно перед пуском ракети. Недоліком цього методу є те, що в районі зустрічі ракети з ціллю після розмикання контуру керування ракетою і до моменту підриву бойової частини, антена радіопідrivача знаходиться у статичному положенні, отже завчасне виставлення кута  $q_{OPT}$  не завжди забезпечує оптимальне узгодження моменту підриву бойової частини з областю ураження.

Для оптимізації моменту спрацювання радіопідrivача пропонується введення до його складу слідкуючого вимірювача кутових координат, який забезпечуватиме відстеження кутового положення цілі відносно ракети від моменту розмикання контуру керування ракетою до підриву бойової частини.

### **АЛГОРИТМ ПОШУКУ ТА ЛОКАЛІЗАЦІЇ НЕСПРАВНОСТЕЙ, ЩО ВИЯВЛЯЮТЬСЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЕЛЕКТРОННОГО ПОСТРІЛУ В РАДІОЛОКАТОРІ ПІДСВІЧУВАННЯ ТА НАВЕДЕННЯ 5Н63С**

*А.Д. Мороз; В.В. Борисов*

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

В умовах інтенсивного ведення бойових дій надзвичайно важливою постає задача швидкого відновлення озброєння та військової техніки, що вийшли з ладу.

При проведенні електронного пострілу в радіолокаторі підсвічування та наведення можливе виникнення великої кількості різноманітних несправностей, оскільки ця перевірка охоплює всю апаратуру контуру наведення ракети на ціль. Таким чином усунення несправності може займати досить великий проміжок часу.

Електронний постріл може проводитись у різних режимах, завдяки чому контролюється працездатність апаратури окремих складових радіолокатору підсвічування та наведення – апаратного контейнера Ф2К та антенного поста Ф1С. Для візуального контролю команд і сигналів, що формуються для забезпечення роботи контуру наведення ракети на ціль, в апаратному контейнері Ф2К передбачений реєстр контролю інформації обміну, завдяки якому можна зробити попередні висновки про причину несправності, що виникла.

На основі цієї інформації запропонований алгоритм вирішує задачу локалізації несправності, що виникла, до конкретного функціонального вузла. Таким чином зменшується об'єм технічної документації, що використовується, та мінімізується час усунення несправності.

### **ШЛЯХИ РОЗШИРЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ДІАПАЗОНУ ПРИЙМАЧА СУПРОВОДЖЕННЯ ЦІЛІ РАДІОЛОКАТОРА ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*М.О. Шпак; А.Г. Мокряк*

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

Аналіз ведення бойових дій під час повномасштабної вторгнення Російської федерації в Україну показав, що вимоги до сучасних зенітних ракетних комплексів досить високі, зокрема до радіолокаційних засобів ЗРК.

В доповіді розглянуто методи розширення динамічного діапазону приймальних пристроїв. При встановленні максимальних значень коефіцієнтів посилення вхідні сигнали малої інтенсивності посилюються до рівнів, необхідних для нормальної роботи кінцевих пристроїв. Однак надходять при цьому більш інтенсивні вхідні сигнали призводять до перевантажень каскадів трактів, що викликає нелінійні спотворення і відповідне зниження якості їх обробки.

До пристроїв розширення динамічного діапазону відносяться підсилювачі з системами автоматичного регулювання, підсилювачі з логарифмічною амплітудною характеристикою і смугові підсилювачі-обмежувачі. Як правило, ці пристрої використовуються на проміжній частоті.

Запропоновано технічні пропозиції щодо розширення динамічного діапазону за рахунок пристрою автоматичного регулювання потужності випромінюваного сигналу багатофункціонального радіолокатора в залежності від дальності до супроводжуваної цілі.

Приведено структурну схему системи формування керуючої напруги автоматичного регулювання потужності зондувального сигналу для даного способу.

### **РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗМІН ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ПРИСТРОЮ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ПОТОЧНОЇ ВИСОТИ СУПРОВОДЖУВАНИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ РАДІОЛОКАТОРОМ ПІДСВІЧУВАННЯ ТА НАВЕДЕННЯ 5Н63С**

*Д.Д. Нечепуренко; А.Г. Мокряк*

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

Під час ведення бойових дій у РУВ зенітно ракетні війська показали великий результат й досягнення у знищенні повітряних цілей, а саме у знищенні літаків й ракет. Тому удосконалення техніки є великою потребою в Україні. А саме ми повинні вдосконалювати радіолокатори, командні пункти та пускові установки. Оцінювати їх можливості, потужність та чутливість до миттєвої зміни маневрових характеристик цілі.

Розробка технічних змін щодо удосконалення цифрового пристрою обчислення та відображення поточної висоти супроводжуваних повітряних цілей радіолокатором підсвічування та наведення 5Н63С є важливим кроком в покращенні зенітних ракетних військ, тому що це дасть змогу особовому складу швидше дізнаватись висоту цілі без зайвих дій й знищувати повітряні цілі. Таким чином це покращить роботу зенітно ракетного комплексу С-300, дасть змогу удосконалити кабінку Ф2К, особовий склад бойової обслуги не буде втрачати час на розрахунок висоти повітряної цілі й підвищить рівень ефективності при збитті цілей.

В доповіді розглядається питання щодо розробки технічних пропозицій та порядок підключення цифрового пристрою обчислення та відображення поточної висоти супроводжуваних повітряних цілей на базі плати обчислення "ARDUINO". Тому вміння працювати з цими пристроями, вбудувавши їх в існуючу елементну базу є важливим кроком у знанні точної інформації про висоту повітряної цілі в будь-який момент часу.

## **ТЕХНІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ РАДІОЛАКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*М.В. Шопінський; О.В. Гречка*

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

Аналіз ведення бойових дій під час повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну показав, що для покращення захисту зенітного ракетного комплексу від протирадіолокаційних ракет вимагає комплексного підходу.

Проаналізовані методи захисту РЛС від ПРР.

Пасивні методи захисту:

- підвищення стійкості РЛС до вражаючих факторів ПРР.
- підвищення енергетичної та просторової прихованої роботи РЛС.
- зміна режимів роботи РЛС.

Активні методи захисту потребують застосування додадкових засобів які самі або у разі спільної роботи з РЛС забезпечують знищення або самоліквідацію або відвід ПРР на безпечну від РЛС відстань.

Комбіновані методи захисту РЛС від ПРР включають в себе комбінування двох і більше методів, активних та пасивних.

В доповіді запропоновано захист РЛС від ПРР шляхом зміни потужності передавача в залежності від дальності до цілі, що дозволить також розширити динамічний діапазон приймального пристрою РЛС.

Показано, що запропонований спосіб забезпечить підтримання потрібного значення співвідношення сигнал/шум на виході приймального пристрою радіолокатора незалежно від його інтенсивності на вході.

Запропоновано структурну схему формування керуючої напруги автоматичного регулювання потужності зондувального сигналу.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПРИСТРОЇВ ОБРОБКИ НВЧ СИГНАЛІВ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В РЛС ЗРВ ПС ЗС УКРАЇНИ**

*Ю.І. Вурста; Д.М. Крючков*

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

За результатами аналізу ведення протиповітряного бою в сучасних умовах, застосування сучасних засобів повітряного нападу (ЗПН) у відкритій збройній агресії російської федерації проти України (літаків, гелікоптерів, балістичних та крилатих ракет, БПЛА) встановлена суттєва потреба зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил України (ЗСУ) в сучасних зенітних ракетних комплексах та системах для успішного виконання поставлених В зв'язку з наведеним була розглянута зенітна ракетна система середньої дальності С-300В1, яка представляє собою багатоканальну мобільну універсальну систему протиракетної та протилітакової оборони.

В даній системі використовуються багатоканальна станція наведення ракет (БСНР), до складу якої в свою чергу входить пристрій первинної обробки (ППО), який представляє собою цифровий обчислювальний пристрій, одним з недоліків якого є суттєва нелінійність дискретизації сигналів, що

ускладнює виявлення повітряних цілей, які віддаляються та мають малу ефективну поверхню розсіювання.

У зв'язку з цим пропонується розглянути сучасні пристрої цифрової обробки, які можуть використовуватись в існуючій БСНР, як пристрої первинної обробки радіолокаційної інформації, а саме мікроконтролери та мікропроцесори.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ТОЧНОСТІ ОРІЄНТУВАННЯ ТА ТОПОПРИВ'ЯЗКИ ПРИ РОЗГОРТАННІ ЗАСОБІВ ЗРК НА НЕОБЛАДНАНІЙ ПОЗИЦІЇ**

*К.І. Вурста; Д.М. Крючков*

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

За результатами аналізу застосування сучасних засобів повітряного нападу у відкритій збройній агресії російської федерації проти України (літаків, гелікоптерів, балістичних та крилатих ракет, БПЛА) встановлена суттєва потреба зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил України (ЗСУ) в сучасних зенітних ракетних комплексах та системах для успішного виконання поставлених завдань.

В зв'язку з наведеним була розглянута зенітна ракетна система (ЗРС) середньої дальності С-300В1, яка представляє собою багатоканальну мобільну універсальну систему протиракетної та протилітакової оборони.

В даній системі використовуються оптичні механічні засоби орієнтування та топоприв'язки, в зв'язку з цим доцільно розглянути більш нові прилади вимірювання а саме лазерні гіроскопи. Лазерний гіроскоп – оптичний прилад для вимірювання, зазвичай застосовується в системах інерціальної навігації. Лазерні гіроскопи використовують ефект Саньяка – поява фазового зсуву зустрічних світлових хвиль в обортовому кільцевому інтерферометрі. Основне застосування лазерного гіроскопа – навігація рухомих об'єктів, таких як літаки або ракети. Точність визначення координат такими гіроскопами дозволяє використовувати їх для орієнтування та топоприв'язки засобів ЗРС заданою точністю.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ЗВ'ЯЗКУ, ПРИНЦИПІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ПЕРЕШКОДОЗАХИСТУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В ЗРК ЗРВ ПС ЗС УКРАЇНИ**

*М.О. Панько; Д.М. Крючков*

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

Досвід бойового застосування зенітних ракетних комплексів (ЗРК) зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України під час російсько-української війни виявив потребу в сучасних перешкодозахищених засобах зв'язку між бойовими засобами комплексів та систем.

Метою роботи є розробка пропозицій щодо використання сучасних засобів для організації обміну інформацією в зенітних ракетних комплексах в різних режимах роботи. Засоби зв'язку повинні забезпечити обмін інформацією в режимах “Провід” та “Радіо” з можливістю оперативної зміни режиму. Існуючи штатні засоби мають низьку швидкість передачі інформації,

обмежену кількість частот перестроювання та низьку перешкодостійкість, що не зовсім відповідає сучасним умовам, обумовленим розвитком засобів радіоелектронної боротьби.

В доповіді розглянуті сучасні тенденції та принципи, що забезпечують перешкодостійкість обміну інформації. Наведені результати аналізу сучасних засобів, що відповідають сьогоденним вимогам, забезпечують можливість роботи в потрібних режимах, та можуть бути використані на заміну штатних засобів.

Встановлено, що існуюча система телекодового зв'язку не стійка до перешкод, що викликає переривання обміну інформації між засобами ЗРК та не відповідає сучасним стандартам. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на підвищення перешкодостійкості системи телекодового зв'язку.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КАНАЛУ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ЛЧМ СИГНАЛУ**

*О.С. Вершинін; О.М. Коломієць*

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

Аналіз досвіду ведення бойових дій зенітними ракетними підрозділами в російсько-українській війні показав, що не зупиняється розвиток та підвищення бойової ефективності засобів повітряного нападу, а також тактичних засобів їх бойового використання. Це у свою чергу потребує постійного пошуку шляхів покращення радіолокаційного озброєння ППО країни. У зв'язку з цим до радіолокаційних систем, призначених для виявлення координат повітряних цілей Розробка збуджувача, що формує сигнали необхідні для вирішення завдань з виявлення складу групових цілей та визначення типу цілі для підвищення інформативності РЛС і підвищення ефективності бойової роботи для цього може застосуватись використання нових або вдосконалення існуючих сигналів та більш потужні, що може покращити якість прийому та зменшити вплив шуму та спотворень, що є необхідним під час ведення бойових дій, коли противник використовує засоби РЕБ.

Оцінка технічних характеристик дозволить ідентифікувати його слабкі місця та здійснити необхідні покращення для підвищення загальної ефективності системи.

### **ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛУ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК, ОЗБРОЄНОГО ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ КОМПЛЕКСОМ “БУК-М1” ПРИ ПРИКРИТТІ НАЗЕМНИХ ОБ’ЄКТІВ РІЗНИХ ТИПІВ**

*К.С. Гладкий; В.О. Алексеєв*

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

У зв'язку з удосконаленням підходів до створення системи ППО держави в умовах активної агресії, існуючих оцінювань ефективності бойового застосування ЗРВ потребує уточнення.

У доповіді розглядаються такі питання як:

– аналіз бойового застосування ЗПН при нанесенні ударів по наземних об’єктах різних типів та дій підрозділів ЗРВ;

– основні положення оцінки ефективності бойового застосування підрозділу ЗРВ, при прикритті наземних об'єктів різних типів;

– методи підвищення ефективності бойового застосування підрозділу ЗРВ, озброєного зенітним ракетним комплексом “Бук-М1” при прикритті наземних об'єктів різних типів.

Для забезпечення необхідного рівня ефективності системи ЗРАП угрупування військ з вдосконалення форм та способів боротьби із сучасними ЗПН, в тому числі шляхом реструктуризації частин, підрозділів ЗРВ та перетворення їх в мобільні вогневі підрозділи, необхідно здійснювати заходи щодо удосконалення існуючих теоретичних та методичних підходів щодо організації та оцінювання системи ППО військ та об'єктів відповідно сучасних умов бойових дій

В подальшому доцільно проводити аналіз щодо можливості врахування значимості елементів угрупування військ, а також важливих об'єктів, що прикриваються.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ АНТЕННО-ХВИЛЕВОДНИХ СИСТЕМ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ТА НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*В.А. Деркач; Р.В. Титаренко*

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

За результатами аналізу застосування сучасних засобів повітряного нападу у відкритій збройній агресії російської федерації проти України (літаків, гелікоптерів, балістичних та крилатих ракет, БПЛА) встановлена суттєва потреба зенітних ракетних військ (ЗРВ) у сучасних зенітних ракетних комплексах та системах для успішного виконання поставлених завдань.

ЗРВ озброєні зенітними ракетними системами і комплексами ще радянських часів, які за характеристиками щодо розвідки та знищенню повітряних цілей не в повній мірі відповідають сучасним вимогам. Існують два шляхи вирішення даної проблеми: створення нових сучасних ЗРС та удосконалення існуючих з метою підвищення їх бойової ефективності. Стосовно удосконалення антенно-хвильових систем багатоканальної станції наведення ракет 9С32 та радіолокатору підсвіту та наведення 5Н63, їх технічної експлуатації для задоволення потреб підрозділів ЗРВ.

Відомо що технічні характеристики радіолокаційної (РЛ) системи повинні забезпечити виконання поставлених до неї тактичних вимог. Задані тактичні характеристики можуть бути забезпечені при різному поєднанні технічних параметрів. Тому вибір технічних параметрів поєднується зі складністю і надійністю системи в цілому, часом і засобами, що витрачаються на виготовлення системи, вартістю її обслуговування. У процесі експлуатації необхідні тактичні характеристики системи можуть бути забезпечені при підтримці її технічних характеристик у межах заданих допусків. Тому актуальним є питання зменшення втрат енергії надвисокочастотне опромінення РЛ системи до повітряної цілі, що надасть можливість покращити обробку характеристик цілей та збільшить їх точність.

## **АНАЛІЗ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОГЛЯДУ ЗА ДАЛЬНОСТЮ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ (ЗРК) МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*О.М. Суровцев; А.С. Луценко*

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

Проведено аналіз побудови та розташування дальномірного пристрою зенітного ракетного комплексу (ЗРК) малої дальності “БУК-М1” та надані технічні пропозиції щодо покращення побудови та розташування дальномірного пристрою ЗРК. Запропоновано покращення дальномірного пристрою ЗРК “БУК-М”, яке включає в себе вдосконалення системи виявлення цілей, що в свою чергу покращить точність вимірювання відстаней, підвищить швидкість обробки інформації та збільшить дальність виявлення та відслідковування цілей. Такі покращення можуть підвищити ефективність та надійність ЗРК за рахунок наступних факторів:

- вдосконалення систем антен та фільтрації сигналів підвищить стійкість до електромагнітних перешкод;
- використання швидшого обчислювального обладнання та оптимізованих алгоритмів приведе до зниження часу реакції;
- вдосконалення систем наведення ракет підвищить точність самонаведення ракет на ціль;
- інтеграція з мережею обміну інформацією забезпечить можливість обміну даними з іншими військовими платформами що призведе до підвищення координації та ефективності дій;
- розробка компактних та легших компонентів приведе до зменшення ваги та розмірів що в свою чергу полегшить транспортування та монтаж системи.



## **СЕКЦІЯ 4**

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ, КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ**

Керівники секції: д.т.н. с.н.с. полковник Дмитро КАРЛОВ  
Секретар секції: підполковник Дмитро НЕПОКРИТОВ

#### **ОПТИМІЗАЦІЯ ЗОНИ ПОКРИТТЯ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ НА БАЗІ БПЛА В МЕРЕЖАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*В.В. Рябков; О.І. Столяр*

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

Для успішного виконання завдань із стримування збройної агресії з боку російської федерації, війська ЗС України широко використовують сучасні комунікаційні засоби, які утворюють надійну систему зв'язку, що є однією з умов ефективного управління військами. В умовах ведення активних бойових дій, широкого застосування набули безпровідні системи, через простоту організації мереж на їх базі. Однак, при їх використанні, спостерігаються значні інформаційні втрати та погіршення технічних показників, що виникає в результаті дії факторів, спричинених шумами, завадами, архітектурними перешкодами, а також в умовах дії ворожої РЕБ. Саме тому було проаналізовано зону покриття безпровідних сенсорних мереж на базі БПЛА, та розроблено підходи щодо оптимізації існуючих мереж.

Враховуючи сучасні вимоги до мереж спеціального призначення, існує необхідність щодо їх оптимізації в умовах ведення бойових дій. Це особливо актуально при застосуванні БПЛА, які на даний момент є невід'ємною складовою для багатьох військових операцій.

В ході дослідження отримано експериментальні моделі для розрахунку розподілу сигналу у просторі для сенсорного поля та проміжної станції на основі БПЛА, які дають можливість прогнозувати покриття із врахуванням факторів впливу за допомогою інтервалів флуктуацій. Використання запропонованого підходу здатне ефективно розв'язати завдання підвищення ефективності безпровідної мережі, що дає можливість зменшити інформаційні втрати та оптимізації енергетичних параметрів радіоканалу при існуванні або появі факторів впливу.

#### **ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНОГО СЕРВІСУ NEXTCLOUD ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОКУМЕНТООБІГУ**

*О.М. Луценко; О.Ю. Ківшар*

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

Досвід впровадження інформаційних технологій в провідних країнах світу, показують, що пріоритетом цифрової трансформації є впровадження хмарних технологій, зокрема в оборонній сфері. Використання у військовому середовищі хмарних технологій дозволить оптимізувати та підвищити ефективність управління військовими частинами та підрозділами.

Для досягнення ефективного, оперативного управління підрозділами Повітряних Сил доцільно використовувати хмарну технологію на основі NEXTCLOUD.

Проведений аналіз показав, що хмарна технологія NEXTCLOUD максимально ефективно розподіляє ресурси мережі відповідно запитів кінцевих пристроїв, забезпечує створення захищеного віртуального середовища на базі діючої телекомунікаційної мережі. Програмне та апаратне забезпечення працює в хмарі, де зберігається вся інформація, яка доступна для підрозділів із будь-якої точки, при наявності абонентського терміналу із встановленим відповідними додатками та доступу до цифрової інтегрованої мережі Збройних Сил України.

Проведені розрахунки показали, що при доступі до електронних форм документів всіх служб військової частини, їх погодженні з відповідними посадовими особами, час на оформлення скорочується в 5 разів, особливо у випадках знаходження підрозділів або посадових осіб в різних місцях дислокації.

## **МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД ПЕРЕШКОД В БЕЗДРотовИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ**

*Т.В. Шаповалова; А.В. Шалімова*

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

У наш час процес розвитку технологій і збільшення використання сучасної зброї у військових операціях стає проблемою безпеки та захисту бездротових сенсорних мереж. Важливим для забезпечення дієвості Збройних Сил України є підвищення ефективності системи управління на всіх рівнях.

Бездротові сенсорні мережі широко використовуються в різноманітних реалізаціях, включаючи моніторинг навколишнього середовища, медичні програми та військові операції. Однак вони схильні до різних типів перешкод, таких як частотні перешкоди, спотворення сигналу, атаки на безпеку тощо, що може призвести до помилок мережі та втрати даних.

Одним із шляхів підвищення ефективності WSN є використання протоколів кластеризації HEED, LEACH і DESC, що дозволить зменшити кількість однотипної інформації та оцінити параметри джерел живлення. Завдяки цьому, залежно від достовірності отриманих результатів даних, можна збільшити автономність мереж у декілька разів.

Другим способом підвищення ефективності використання WSN є методи шифрування сигналів. Найбільш ефективним методом є шифрування за рахунок хаотичних перешкод. Для підвищення рівня безпеки та безпеки даних бездротових сенсорних мереж, для передачі даних використовуються хаотичні сигнали.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТРАНКІНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

*І.В. Пивовар; Т.О. Котик*

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

Досвід ведення бойових дій ЗС України свідчить про використання збройними силами рф великого спектру засобів вогневого ураження, засобів РЕБ та БпЛА направлених на зменшення стійкого управління військами. Саме

тому вирішення питання забезпечення якісного зв'язку впливає безперервність та стійкість управління військами при проведенні бойових дій. Однією із складових системи зв'язку, яка підтвердила свою готовність та мобільність з початку повномасштабного вторгнення збройних сил РФ, стала система транкінгового зв'язку. Але вирішення задачі із забезпечення належної стійкості системи транкінгового зв'язку, особливо тактичного рівня, залишається актуальною. Основою системи транкінгового зв'язку тактичного рівня стало обладнання Mototrbo, яке в цілому задовольняє вимогам, які пред'являються до засобів транкінгового зв'язку військового призначення.

Для забезпечення виконання завдань в умовах впливу різноманітних факторів на систему транкінгового зв'язку запропоновано комплексне застосування методів підвищення живучості, надійності та завадозахищеності на організаційному та технічному рівнях. Одним з таких методів можна визначити, як створення належної кількості основних, резервних та дублюючих засобів транкінгового зв'язку (ретрансляторів) з розміщенням на місцевості відповідно до географічних умов, розгортанням антен та підключенням дуплексерів з визначенням частотного розподілу кожного ретранслятора.

Для забезпечення надійності системи транкінгового зв'язку з метою дистанційного управління, моніторингу та діагностування технічного стану ретрансляторів пропонується застосування спеціалізованого програмного забезпечення Repeater Diagnostics and Control (RDAC) та Mototrbo Radio Management (MRM).

Для забезпечення зв'язку із укриттів, збільшення дальності радіозв'язку між радіостанціями, формування зон покриття запропоновано способи модернізації елементів антенно-фідерного тракту або антен різного типу, які дозволяють підвищити живучість та завадозахищеність системи транкінгового зв'язку.

Надані пропозиції щодо підвищення стійкості систем транкінгового зв'язку дозволять забезпечити вимоги своєчасного та достовірного обміну інформацією в системі управління військами в умовах ведення бойових дій.

## **ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ УПРАВЛІННЯ БПЛА У СКЛАДНІЙ ЗАВАДОВІЙ ОБСТАНОВІ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*Е.Р. Каценко*

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

Аналіз активної фази сучасної війни показав масове використання БПЛА обома сторонами, також відзначається їх вразливість у разі використання противником станцій радіоелектронної боротьби. Одним із вразливих місць у БПЛА є система супутникової навігації, яку можливо легко подавити за допомогою станцій радіоподавлення.

Один із нових підходів щодо покращення захисту каналу навігації від засобів РЕБ є використання на борту БПЛА антен типу CRPA (controlled reception pattern antenna).

CRPA – це антенна решітка, яка використовується для покращення можливостей запобігання подавлення приймачів супутникової системи навігації.

Розміщення супутників заздалегідь відомо, щоб відфільтрувати хибний сигнал, треба визначити напрям, звідки він приходить. Якщо сигнал приходить з боку, де супутників немає, значить це помилковий сигнал або перешкода.

Контрольована діаграма прийому дозволяє антені CRPA адаптивно спрямовувати свою чутливість до бажаних супутникових сигналів, мінімізуючи прийом сигналів, що заважають.

На основі цього можна визначити необхідність встановлення на борту БПЛА антен з контрольованою діаграмою спрямованості типу CRPA, для покращення захисту систем супутникової навігації від подавлення та радіоелектронного впливу засобів радіоелектронної боротьби.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ КАНАЛУ РАДІОУПРАВЛІННЯ БПЛА ПРОТИВНИКА ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*В.А. Попова*

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

Аналіз ведення бойових дій підрозділами Збройних Сил України показав, що противник має досить велику кількість БПЛА, які виконують широкий спектр задач.

Найбільш поширені варіанти боротьби з БПЛА це подавлення (перехоплення) каналу управління та системи супутникової навігації БПЛА.

Запропоновано модель малогабаритної, малопотужної, портативної системи постановника завад для протидії каналу управління БПЛА, на основі генератора, що управляється напругою.

Вихідними даними для проведення досліджень обирались площа місцевості та кількість станцій завад. Наприклад, визначено, що для об'єкта периметром приблизно 1200 м, для подавлення каналу управління БПЛА на визначеній частоті, найбільш оптимальним буде використання чотирьох станцій постановника завад у визначених точках місцевості.

Отже, при збільшенні площини об'єкта, конфігурації периметру та його географічного розміщення, вирішена задача щодо збільшення кількості станцій завад в залежності від структури об'єкта та його віддаленості від лінії ведення бойових дій.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖ УКХ ДІАПАЗОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ППРЧ**

*В.С. Андрієвський; Ю.О. Болбас*

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

Досвід ведення бойових дій Збройних Сил України в російсько-українській війні свідчить про те, що основу управління в тактичній ланці управління становить транкінговий зв'язок на радіостанціях типу Motorola і Hytera, та лиш частково наші радіомережі забезпечені радіостанціями Harris 7850M-NN. Враховуючи розвиток засобів РЕБ та засобів радіозв'язку з 2022 року планувався перехід на радіостанції типу Harris 7850M-NN які мають ППРЧ до 1000 змін частот за секунду, але цей план не вдалося втілити із-за російської агресії. З початком бойових дій проводилась мобілізація та формування нових з'єднань та частин, які терміново необхідно було забезпечити засобами зв'язку. Забезпечення проводилось за рахунок міністерства оборони і дуже

велику кількість прийшло за рахунок волонтерської допомоги. У цей період на озброєння прийшли радіостанції Hуtera, взаємосумісні з Motorola та дешевші від неї.

Аналізуючи стан радіозв'язку в тактичній ланці в армії РФ та їх недоліки в забезпеченні управлінням треба відмітити, на бронітехніці використовують Р-123 та Р-173. Розхвалена російська радіостанція "Азарт" виявилась не настільки гарною та із-за того що вона в основному працює з радіостанціями старого парку в аналоговому режимі, коли вона зовсім не ефективна у використанні. Ще одним із варіантів застосування радіостанцій "Азарт" є сумісна робота з цифровими радіостанціями Р-167, але при цьому приводиться основний недолік в їх роботі – ППРЧ 100 змін за секунду, що не ефективно при сучасних технологіях РЕБ.

Враховуючи всі ці фактори необхідно провести модернізацію діючих радіостанцій Motorola і Hуtera за рахунок розробки додаткового модуля з ППРЧ, що продовжить термін їх використання та надасть переваги над засобами РЕБ противника.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ НАЗЕМНОГО УКХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

*Д.П. Олексіюк*

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

Під час відсічі повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України активно застосовується системи наземного УКХ радіозв'язку побудовані на основі технологічних рішень стандарту Digital Mobile Radio. В той же час значного розвитку набувають системи радіозв'язку на базі Mesh-мереж та мобільних мереж класу MANET (Mobile Ad-Hoc Networks).

Однією з вимог до системи зв'язку є забезпечення стійкості цієї мережі, тобто можливість виконувати завдання в умовах впливу різноманітних факторів.

На основі аналізу протоколів маршрутизації Mesh-мереж та MANET-мереж, можна запропонувати такі способи підвищення стійкості систем радіозв'язку:

– використання гібридних протоколів: (наприклад, протоколи, які поєднують маршрутизацію на основі проактивного та реактивного підходів);

– впровадження механізмів самовідновлення: реалізація алгоритмів та механізмів, які дозволяють мережі автоматично виявляти та усувати несправності або атаки;

– удосконалення алгоритмів маршрутизації: розробка та вдосконалення алгоритмів маршрутизації з урахуванням специфіки мережі та її можливих проблем;

– застосування технологій автоматичного сканування та оцінки середовища: використання додаткових датчиків та механізмів збору інформації про мережеве середовище для більш точного аналізу та прийняття відповідних рішень у реальному часі.

Таким чином, проведений аналіз мобільних мереж MANET та Mesh, дозволив сформулювати основні способи покращення стійкості систем наземного УКХ радіозв'язку, що забезпечить розподіли Сил оборони всією необхідною для прийняття управлінських рішень інформацією в режимі реального часу, що значно підвищить бойову ефективність даних підрозділів.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ МЕРЕЖ УКХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОГО РЕТРАНСЛЯТОРА**

*Ю.О. Трофімова; І.Д. Танц*

*Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В умовах інтенсивних бойових дій частин (підрозділів) Збройних Сил України проти військ країни-агресора РФ ефективно та різнопланово використовуються безпілотні літальні апарати (БПЛА). Основним їх призначенням є збір розвідувальної інформації, нанесення ударів по ворожим цілям, створення електричних перешкод, боротьба з дронами противника, перенесення вантажів та ін.

Перспективним напрямком бойового застосування БПЛА є розміщення на їхній платформі малогабаритних ретрансляторів з метою забезпечення комунікації й надійного функціонування наземних радіомереж. Це дозволить значно збільшити зону роботи радіозасобів, що працюють в ультракороткохвильовому діапазоні, підвищити завадозахищеність, забезпечувати зв'язок та частотну ефективність використання радіоканалів.

На даний час фірми-виробники випускають достатню кількість різних моделей БПЛА які здатні тривалий час знаходитись у повітрі в умовах впливу завад противника, мають високу стійкість до вітру, можуть працювати в широкому діапазоні температур, обладнані різноманітними сенсорами і здатністю автономного польоту й нести на своєму борту ретрансляційне обладнання та антенно-фідерні пристрої.

Повітряний ретранслятор дозволяє збільшувати дальність передачі радіосигналів за рахунок підсилення, перенесення їх на іншу частоту та перенаправлення (модуляцію) сигналу з метою забезпечення надійного та безперебійного радіозв'язку в умовах бойових дій й складної завадової обстановки.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПОТОЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ**

*О.Ю. Мороз; Н.Ю. Більчич*

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

З розвитком сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем завдання управління мережами та моніторинг їх стану на інформаційно-телекомунікаційних вузлах є актуальним та нагальним завданням. В умовах постійного підвищення кількості інформації, що передається, впливу зовнішніх загроз та кібератак надійність інформаційно-телекомунікаційних систем та якість сервісів, які надаються користувачам, набувають особливої важливості. Тому для забезпечення надійного функціонування телекомунікаційного обладнання й управління послугами необхідний постійний контроль їхньої роботи.

Для моніторингу мережевих пристроїв і компонентів існує велика кількість технологій й протоколів, основні з них: TMN, SNMP, ICMP, WMI, SSH та ін. Ці протоколи дозволяють забезпечити високий рівень надійного контролю мережі, виявляти та локалізувати загрози які впливають на передачу даних, продуктивність та доступність мережевих ресурсів.

Система управління мережею повинна забезпечувати оперативне й безперервне управління обладнанням, оптимальне використання ресурсів мережі, автоматичну реєстрацію подій та швидку зміну конфігурації мережі в реальному масштабі часу тощо. Прикладами засобів управління системою є такі програмні платформи як System Management Server компанії Microsoft або LAN Desk Manager фірми Intel. Тенденція подальшого розвитку систем управління полягає в комплексному застосуванні підходів та програмних засобів при забезпеченні сумісності нових технологій з існуючим обладнанням та засобами зв'язку.

## **ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ З МІМО ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО КОДУВАННЯ**

*В.А. Рубан; О.С. Саїдова*

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

Стійкість системи радіозв'язку є достатньо актуальною проблемою в умовах збройної агресії РФ проти нашої держави. Головним напрямком у підвищенні стійкості системи радіозв'язку є впровадження сучасних та перспективних технологій. До таких технологій відноситься технологія МІМО, яка використовує рознесення антенних елементів на передавальній та приймальній стороні. Це покращує якість зв'язку та збільшує пропускну спроможність каналу передачі даних. Останнє є доволі актуальним завданням з урахуванням потреб передачі інформації від БПЛА і не тільки.

При застосуванні засобів зв'язку з використанням технології МІМО, виникла потреба в покращенні характеристик системи радіозв'язку що вже використовує технологію МІМО. Покращення можна досягти за допомогою поєднання сучасних комунікаційних технологій. Одною з таких є використання технології МІМО зі зворотнім зв'язком. Ця технологія має наявність інформації про стан каналу зв'язку. Наявність такої інформації дозволить зменшити імовірність бітових помилок на приймальній стороні.

В роботі пропонується оцінка стану каналу зв'язку на приймальній стороні системи з метою врахування цієї інформації на передавальній стороні.

Для перевірки даного методу проведення імітаційне моделювання в пакеті Matlab, результати якого підтверджують певні переваги використання технології МІМО зі зворотнім зв'язком в порівнянні з класичною технологією МІМО. Наведені рекомендації щодо особливостей реалізації МІМО зі зворотнім зв'язком. До напрямків подальших досліджень слід віднести проведення експерименту з використанням Silvus 4200.

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ ЗІ ПСЕВДОВИПАДКОВОЮ ПЕРЕБУДОВОЮ РОБОЧОЇ ЧАСТОТИ**

*А.С. Бутенко*

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

Аналіз основних тенденцій розвитку озброєння та військової техніки показує, що одним з пріоритетних напрямків в забезпеченні ефективного управління військами і силами є удосконалення засобів зв'язку та ліній передачі даних. Важливість надійного та завадозахищеного зв'язку наочно продемонстрована в ході бойових дій Сил оборони.

У процесі функціонування радіоелектронні засоби (РЕЗ) піддаються різного роду впливам, що порушують їх нормальну роботу. Для протидії системам радіотехнічної розвідки та радіоелектронного придушення противника сучасні РЕЗ широко застосовують сигнали з розширеним спектром.

Одним з перспективних напрямків досліджень в галузі завадозахисту систем радіозв'язку спеціального призначення (СРЗ СП) є використання широкосмугових сигналів з псевдовипадковою перебудовою робочої частоти (ППРЧ).

Після аналізу сучасного стану авіаційних систем радіозв'язку країн НАТО, ми приходимо до висновку, що системи радіозв'язку з ППРЧ відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної та безпечної комунікації. SINGARS використовується для забезпечення надійного зв'язку на землі та у повітрі, забезпечуючи широку покриття та стійкість до перешкод. HAVEQUICK забезпечує швидку псевдовипадкову перебудову робочої частоти, що робить його ідеальним варіантом для авіаційних застосувань. SATURN, зі своїми передовими технічними характеристиками, забезпечує високу стійкість до перешкод та забезпечує безпеку і конфіденційність у комунікації, що робить його невід'ємною частиною сучасних та майбутніх авіаційних систем зв'язку.

Результати дослідження сучасних методів підвищення завадозахисту показують, що СРЗ з ППРЧ мають достатній рівень завадозахищеності в умовах впливу організованих навмисних завад противника та можуть бути використані у мережах радіозв'язку спеціального призначення.



## **СЕКЦІЯ 5**

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ, КОМПЛЕКСІВ І СИСТЕМ РАДІОЛОКАЦІЇ ТА СПОСОБІВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

Керівники секції: д.т.н. с.н.с. полковник Геннадій ЗАЛЕВСЬКИЙ  
Секретар секції: сержант Олександр ШЕЛЕСТ

### **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА**

*С.С. Барабаш; О.О. Шелест*

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

В доповіді, на основі аналізу досвіду проведення бойових дій під час відсічі широкомасштабної агресії російської федерації проти України розглянуто існуючі показники та критерій ефективності вирішення завдань системи розвідки повітряного противника, як функціоналу від узагальнених показників якості виконання поставлених завдань. Запропоновано удосконалення методики розрахунку узагальненого показника просторових бойових можливостей системи розвідки повітряного противника, а саме коефіцієнту реалізації потрібних рубежів видачі розвідувальної інформації підрозділам протиповітряної оборони (ППО). Удосконалення методики розрахунку узагальненого просторового показника бойових можливостей системи розвідки повітряного противника запропоновано здійснювати шляхом врахування вкладу додаткових інформаційних систем, а саме систем акустичних та візуальних датчиків виявлення повітряного противника. Врахування вкладу додаткових інформаційних систем, дозволяє покращити можливості систем виявлення та оповіщення про повітряного противника на малих та гранично малих висотах.

Використання запропонованих узагальнених просторових показників дає можливість підвищити об'єктивність результату порівняльної оцінки варіантів побудови бойового порядку угруповання радіотехнічних підрозділів та розміщення додаткових датчиків систем акустичного та візуального спостереження за повітряною обстановкою під час участі у відбитті ударів засобів повітряного нападу противника.

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ УДАРНИХ БПЛА ТИПУ “SHAHED” РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*А.Ю. Гармаш*

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

Протягом 2023-2024 років противник для ударів по військовим об'єктам та об'єктам критичної інфраструктури масово застосовує ударні БПЛА “Shahed-136/131” (“Герань-2”). Як радіолокаційний об'єкт БПЛА типу “Shahed” являє собою літальний апарат, виготовлений з вуглепластика, тобто відбиває електромагнітні хвилі як розсіювач з металевою поверхнею. Його розміри значно менші по відношенню до літаків тактичної авіації, які розглядалися, як основні цілі для РЛС старого парку. Як наслідок БПЛА типу “Shahed” мають і меншу ефективну поверхню розсіювання (ЕПР).

Ще одним фактором, який ускладнює своєчасне радіолокаційне виявлення і стійке супроводження зазначених об'єктів, є їх порівняно невелика швидкість.

Разом із тим необхідно відзначити, що довжина фюзеляжу (2,5 м) БпЛА типу "Shahed" і розмах його крил (3,5 м) порівняні із довжиною зондувальної хвилі РЛС метрового діапазону (1,5-2 м). Таким чином зазначені ударні БпЛА є радіолокаційними розсіювачами резонансних розмірів. У результаті при певних ракурсах ЕПР БпЛА "Shahed" буде мати максимальні значення.

Перелічені особливості радіолокаційного спостереження БпЛА типу "Shahed" впливають на інтенсивність відбитого сигналу та її зміни по траєкторії руху. Врахування цих факторів доцільно використовувати при розробці удосконаленого алгоритму дій операторів РЛС метрового діапазону.

### **ВИКОРИСТАННЯ АВТОКОМПЕНСАТОРА АКТИВНИХ ЗАВАД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*В.О. Пасічник*

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

Основним засобом для своєчасного виявлення повітряного противника є оглядові радіолокаційні станції (РЛС), що знаходяться на озброєнні радіотехнічних військ. При дії на такі РЛС активних шумових завод (АШЗ), які неодноразово застосовувались російською федерацією під час широкомасштабної агресії проти України, виконання завдань повітряної розвідки суттєво ускладнюється. Для захисту оглядових РЛС від АШЗ застосовуються різні способи, серед яких окреме місце займає використання автокомпенсаторів (АК) таких завод.

В аналогових РЛС метрового діапазону хвиль АК активних шумових завод застосовувався лише в станціях типу 5Н84А, а в РЛС П-18 він був взагалі відсутній. Глибока модернізація цих РЛС через перехід на цифрову елементну базу дозволила додати (опційно) автокомпенсатор лише в РЛС П-18 "Малахіт". В станціях типу П-18МА та 5Н84АМА АК не використовується, а захист від АШЗ в основному реалізований за рахунок безперервної перестройки частоти зондувальних сигналів від імпульса до імпульса.

В той же час конструкція антенно-фідерної системи РЛС 5Н84АМА не зазнала суттєвих змін, що дозволяє через неглибоку модернізацію приймального пристрою та доопрацювання програмного забезпечення реалізувати процедуру подавлення активних шумових завод на базі автокомпенсатора. При цьому стає можливим застосовувати один з двох варіантів побудови АК: з кореляційним зворотним зв'язком і прямим розрахунком вагових коефіцієнтів.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЇВ ПОСТАНОВКИ ЗАВАД ДЛЯ БАРАЖУЮЧИХ БОЄПРИПАСІВ**

*Р.В. Гусар*

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

Аналіз досвіду ведення російсько-української війни показує, що інтенсивне застосування авіаційної складової ураження, може значно впливати на хід бойових дій. У взаємодії з розвідувальними безпілотними авіаційними

комплексами, російські війська активно застосовують ударні безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як іноземного так і власного виробництва з метою знищення вогневих засобів сил оборони України, елементів системи протиповітряної оборони (ППО), радіолокаційних станцій (РЛС) та іншої бойової техніки.

У зв'язку із зростаючою кількістю різних типів БПЛА та їх можливостями, радіоелектронна протидія стала однією з найбільш важливих задач засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) сил оборони України.

Для успішної боротьби з ударним БПЛА необхідно вирішення наступних задач пов'язаних з їх виявленням та своєчасною постановкою перешкод каналам управління цих пристроїв. Для вирішення цієї задачі можливо використання недорогого програмно-апаратного комплексу у складі SDR приймача та персонального комп'ютера з відповідними програмним забезпеченням.

В роботі проведено оцінку сигналів випромінювання телеметрії та відеозображення БПЛА. Частотний та часовий аналіз їх параметрів дозволяє створювати бібліотеки даних з наступним розпізнаванням конкретних зразків безпілотних апаратів, що може бути автоматизовано.

Матеріали даних досліджень можуть бути використані для створення засобів радіотехнічної розвідки груп прикриття важливих об'єктів.

## **ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД НЕСИНХРОННИХ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД АНАЛОГОВИХ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ ЧЕРЕЗ ПЕРЕХІД НА ЦИФРОВУ ЕЛЕМЕНТНУ БАЗУ**

*М.М. Гончарова*

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

Одним з негативних чинників, що впливають на роботу радіолокаційних станцій (РЛС), є різного роду завади, які можуть бути як навмисними, так і ненавмисними. Серед навмисних завад на сьогодні окремо виділяються ті, що застосовуються засобами радіоелектронної боротьби Російської Федерації. Одним із видів таких завад є імпульсні завади. Ненавмисні завади створюються у випадку розміщення на позиції двох РЛС одного діапазону хвиль. При цьому має місце їх взаємна заважаюча дія, яка проявляється на екрані індикаторів кругового огляду у вигляді несинхронних імпульсних завад (НІЗ), що є маскуючими по відношенню до ехосигналів.

Серед способів, які використовуються для захисту від НІЗ, окремо виділяється спосіб, що базується на “недосконалості завади”, а саме – відмінності періодів слідування ехосигналів, прийнятих своєю РЛС, та зондувальних сигналів сусідньої РЛС. Такий спосіб в оглядових аналогових РЛС метрового діапазону хвиль реалізований на базі потенціалоскопів, які на теперішній час морально й фізично застаріли та фактично втратили спроможність придушувати НІЗ.

Пропонується в РЛС зазначеного класу залишити існуючий алгоритм захисту від НІЗ, а аналогову апаратуру у відповідних трактах станцій замінити на цифрову. Реалізувати це можливо на готових процесорних модулях, наприклад, типу Arduino Due. Такий варіант практичної реалізації додатково дозволить здійснити некогерентне накопичення обробленого сигналу.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВВЕДЕННЯ РЕЖИМУ ВИКОРИСТАННЯ НЕЛІНІЙНО-ЧАСТОТНО МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ У РЛС П-18 МАЛАХІТ**

*Д.О. Прокопенко*

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

Аналіз принципів побудови формувача зондувального сигналу РЛС П-18 Малахіт свідчить про те, що є потенційна можливість забезпечити формування нелінійно-частотно модульованого (НЛЧМ) сигналу шляхом модифікації тільки програмно-апаратного пристрою формування зондувального сигналу “Синхронізатор”, функції якого реалізуються виконанням програмного коду, завантаженого у його внутрішній модуль, що не потребує суттєвих схемних змін.

Також необхідно ввести зміни у систему цифрової обробки сигналів – реалізувати фільтр стиснення запропонованого НЛЧМ сигналу, для чого достатньо змінити його програмний код, який завантажується з послідовного конфігураційного постійного запам’ятовуючого пристрою. Зміна коду не вимагає конструктивних змін та може бути проведена за допомогою допоміжного пристрою для перекодування програмованої логічної інтегральної схеми зі складу цього модуля.

Таким чином, режим використання запропонованих НЛЧМ сигналів у РЛС П-18 Малахіт може бути введено у програмний спосіб шляхом модифікації програмного забезпечення відповідних програмно-апаратних пристроїв. У разі заміни існуючого лінійно-частотно модульованого (ЛЧМ) сигналу на НЛЧМ однакової тривалості та дев’яти частоти зазначених дій цілком достатньо. За умов введення НЛЧМ сигналу додатково до реалізованого ЛЧМ сигналу, необхідно модифікувати програмні коди пристроїв формування та обробки, а також передбачити подання відповідної ознаки, що потребує схемних та алгоритмічних змін.

## **КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ КООРДИНАТ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАНЕВРУЮЧИХ ЦІЛЕЙ РЛС САНТИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ**

*Г.А. Савченко*

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

Обговорюється практична реалізація каналу вимірювання куткових координат у РЛС з плоскою фазованою антенною решіткою (ФАР) L-діапазону у режимах кругового огляду і супроводження.

У режимі кругового огляду азимут вимірюється шляхом фіксації положення променя у горизонтальній площині при механічному обертанні антени. Оцінювання кута місця здійснюється паралельним методом шляхом формування на передачу і приймання набору вузьких променів, які перекривають одночасно весь сектор огляду у вертикальній площині.

Реалізація такого вимірювача дозволить скоротити час огляду кругового сектору при забезпеченні високої розділяючої здатності і точності вимірювання куткових координат. Демонструються результати розрахунку діаграми спрямованості ФАР, що пропонується у азимутальній і кутомісній площинах.

У режимі супроводження запропоновано структурну схему дискримінаційного вимірювача кутових координат: схеми із сумарно-різницевою обробкою амплітудного пеленгатора у азимутальній і фазового пеленгатора у кутomisній площинах. Потенційна точність вимірювання кутових координат погіршується на 15 % у порівнянні із режимом кругового огляду. Разом із цим така реалізація режиму супроводження дозволяє суттєво скоротити час на локацію значної кількості цілей і, як наслідок призводить до підвищення показників якості супроводження за кутовими координатами.

### **ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ДЕЦИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ХВИЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗСІЮВАННЯ**

*Д.С. Самарський*

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

У роботі проаналізовано дослід радіолокаційного спостереження тактичних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника у російсько українській війні. Визначено основні фактори, які ускладнюють своєчасне виявлення та стійке супроводження зазначених БпЛА.

Для покращення якості радіолокаційного спостереження тактичних БпЛА доцільно мати інформацію про їх характеристики радіолокаційного розсіювання. Для цього доцільно застосовувати комп'ютерне моделювання.

Для розрахунку характеристик радіолокаційного розсіювання моделей БпЛА застосовано електродинамічні методи, які дозволяють проводити моделювання тактичних БпЛА, конструкція яких містить металеві (вуглепластикові) та діелектричні елементи конструкції і мають різні електричні розміри у метровому, дециметровому та сантиметровому діапазонах хвиль.

Проведено розрахунок діаграм зворотного вторинного випромінювання моделі тактичного БпЛА для різних ракурсів, на двох ортогональних поляризаціях та у різних діапазонах довжин хвиль. На підставі аналізу отриманих даних обґрунтовано пропозиції щодо покращення якості радіолокаційного спостереження тактичних БпЛА радіолокаційними засобами різних діапазонів хвиль.

### **ТРЕНАЖНО-ІМІТАЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ОГЛЯДОВИХ АНАЛОГОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ НА БАЗІ СИСТЕМИ “ВІРАЖ-РД”**

*А.О. Сингаївський*

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

Під час агресії Російської Федерації проти України однією з головних задач є отримання інформації про повітряну обстановку. Джерелом такої інформації є радіолокаційні станції (РЛС), що знаходяться на озброєнні радіотехнічних підрозділів Повітряних Сил. Своєчасне надання достовірної радіолокаційної інформації у будь якій повітряно-завадовій обстановці (ПЗО) можливе лише при достатній підготовці операторів РЛС. Забезпечити таку

підготовку можливо при наявності якісних тренажерів, які б створювали ПЗО, максимально наближену до реальної.

Існуючі на сьогодні пристрої імітації, що вбудовані або додаються до оглядових аналогових РЛС, морально й фізично застаріли та не відповідають вимогам. Пропонується створити тренажно-імітаційний комплекс, в якому модель нальоту і заводова обстановка програмується в комп'ютері, а відображення обстановки здійснюється на штатних індикаторах кругового огляду РЛС.

Для створення ПЗО можливе використання системи оперативно-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання бойових дій "Віраж-РД". Для зв'язку комп'ютера та апаратури РЛС пропонується пристрій спряження, які здійснює синхронізацію роботи та перетворення цифрової інформації у аналогову з подальшою передачею її на РЛС. Реалізувати такий пристрій можливо на базі сімейства плат Arduino, що дає змогу зробити імітатор малогабаритним і низьковартісним.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЗАВАЗОЗАХИСТУ РЛС З ФКМ СИГНАЛОМ**

*Ю.Ю. Степаненко*

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

На етапі модернізації та побудови нових радіолокаційних станцій здійснюється пошук можливих рішень щодо покращення певних характеристик РЛС. Одним з варіантів є застосування нових типів радіолокаційних сигналів, таких як фазо-кодо-маніпульовані (ФКМ) сигнали.

Аналіз завдозахищеності РЛС з ФКМ сигналом, що використовує просторові методи захисту від активних шумових завод на основі квадратурного автокомпенсатору та використання додаткової виносної антени свідчить, що використання з просторовою обробкою ефективним виявляється і використання часової обробки сигналів на фоні завод.

Було проведено імітаційне моделювання в пакеті прикладних програм Matlab, щоб здійснити апробацію запропонованих рішень. Проведене моделювання дозволило дослідити сумісну часову та просторову обробку ФКМ сигналів на фоні завод та отримати результат, що доводить переваги сумісної просторової та часової обробки ФКМ сигналу на фоні активних шумових завод. Структурно автокомпенсатор розташовано після узгодженого фільтру, для того щоб виключити вплив потужного сигналу на настроювання кіл кореляційного зворотного зв'язку автокомпенсатора.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ РЛС СМ ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*С.Г. Шумейко*

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

В наслідок широкого використання радіолокаційних станцій, що були розроблені в 70-80х роках, виникає питання щодо старіння елементної бази, що призводить до погіршення тактико-технічних характеристик радіолокаційних станцій.

Однією з важливих систем, на яку критично впливають зміни параметрів зондуючих сигналів в наслідок зміни характеристик елементної бази, є

передавальний пристрій. Можливість формування високочастотного високостабільного зонduючого сигналу є актуальною задачею.

Рішення цієї задачі можливе за допомогою переходу на цифрову компонентну базу з метою поліпшення не тільки характеристик сформованого зонduючого сигналу, а і застосування нового виду радіолокаційних сигналів – складного сигналу типу ЛЧМ. Даний вид сигналів має ряд переваг по відношенню до простого радіоімпульсу, що використовувався в станціях старого парку.

Основними елементами формувачів широкосмугових сигналів є мікросхеми DDS (Direct Digital Sintethator – прямий цифровий синтезатор) і ЦАП. Проведений аналіз мікросхем показав, що в багатьох випадках доцільно використовувати мікросхему AD9858A. Цифрові методи формування сигналів дозволяють забезпечити високу роздільну здатність по дальності, скритність роботи і перешкодозахищеність радіоелектронних систем.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ЗАХИСТУ ВІД ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*О.І. Струтинський*

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

В сучасних умовах війни основним джерелом інформації про повітряну обстановку є радіолокаційні станції. Тому противник для їх знищення використовує широкий спектр засобів ураження, в тому числі і протирадіолокаційні ракети Х-58У, Х-22П, Х-31П.

Пошук шляхів захисту РЛС від протирадіолокаційних ракет може бути реалізований як організаційними так і технічними прийомами.

Для реалізації технічного аспекту даного питання необхідна реалізація комплексного пристрою, що буде представлений у вигляді окремого радіотехнічного пристрою. Застосування такого пристрою дозволить здійснювати прикриття радіолокаційних станцій в ближній зоні виявлення РЛС, що характеризується наявністю інтенсивними перевідображеннями від місцевих предметів та зоною “мертвої” воронки, шляхом виявлення в метровому діапазоні хвиль протирадіолокаційних ракет та видачі сигналу управління на РЛС заборони на випромінювання. Одночасно формується сигнал керування на ввімкнення імітаторів випромінювання, що повинні знаходитись на відстані від прикриваємих РЛС, утворених або як окремі передавачі так і можуть являтися частиною самої радіолокаційної станції, для відведення протирадіолокаційних ракет.

Проведений аналіз довів, про практичну значимість рішення даної технічної задачі та можливості її реалізації.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАДАВАЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ**

*М.М. Чудак*

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

Сучасне воєнне мистецтво передбачає завоювання переваги у повітрі для успішного проведення масштабних наземних операцій. Це знайшло своє відображення у доктринах провідних країн світу. Тому з початку збройної

агресії сил російської федерації проти України активно почали застосовувати увесь арсенал засобів повітряного ураження. При насиченні лінії оборони засобами ППО традиційне використання авіації відходить на другий план, а головним критерієм відбору зброї являється дистанційна керованість та радіолокаційна малопомітність. Аналіз застосування показує використання їх на малих висотах, що потребує від засобів ППО вміння виділити малорозмірну ціль на фоні пасивних перешкод. Традиційне використання сигналів з прямокутною огинаючою не задовольняє цим вимогам із-за високого рівня бічних пелюсток стиснутого сигналу. Вирішити цю задачу можливо за рахунок використання сигналів з частотною або фазовою модуляцією. Особливий інтерес представляють сигнали з нелінійною частотною модуляцією. Застосування таких сигналів, до останнього часу, стримувалось можливостями по швидкодії як формувачів так і пристроїв обробки. Однак, сучасний розвиток цифрової техніки дозволяє стверджувати про можливе використання таких сигналів в РЛС вітчизняного виробництва.

В роботі представлені результати математичного моделювання розрахунків частотно-часових параметрів нелінійних ЧМ сигналів які забезпечують низький рівень бічних пелюсток стиснутих сигналів. Розглянуто можливі шляхи побудови та реалізації таких формувачів сигналів. Приводяться практичні рекомендації щодо їх застосування в сучасних РЛС.

### **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ**

*А.Є. Коба*

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

Виходячи з необхідності своєчасного виявлення та стійкого супроводження засобів повітряного нападу противника, виникає питання комплексного підходу з підвищення спроможності радіотехнічних військ, шляхом удосконалення засобів радіолокаційного озброєння. Це можливо досягти за рахунок вдосконалення параметрів зондувальних сигналів радіолокаційних систем, зокрема за рахунок оптимізації їх частотних та часових характеристик.

Одним з ключових напрямків вдосконалення радіолокаційних систем є використання у якості зондувальних імпульсів складних сигналів, яким може бути багаточастотний сигнал, отриманий при фазовій модуляції простого імпульсного сигналу періодичною функцією. Багаточастотне зондування простору дозволяє зменшити вплив флуктуацій на кутові координати цілей, що призводить до значного покращення супроводу цілей та зменшення ймовірності виникнення помилок у визначенні їхніх координат. Відбитий сигнал може розглядатися як результат перетворення зондуючого сигналу лінійною системою (фільтром), з заданою імпульсною характеристикою  $h(t)$  й передатною функцією розсіювання  $K(2\pi f)$ . Узгодження зондувального сигналу з характеристиками протяжної цілі може бути реалізовано шляхом врахування імпульсної характеристики  $h(t)$  радіолокаційного каналу й вводячи з урахуванням її передспотворення в зондувальний сигнал, можна досить ефективно виділити ціль на тлі інтенсивних пасивних перешкод – інверсійне зондування. Таким чином отримується самонастроювальна система із настроюванням по еталону.



## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИДУШЕННЯ ПАСИВНИХ ЗАВАД В ОГЛЯДОВИХ АНАЛОГОВИХ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ**

*О.П. Торба*

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

Досвід російсько-української війни показав, що чимала кількість засобів повітряного нападу може супроводжуватись на фоні відбитків зондувальних сигналів від підстеляючої поверхні. Такі відбитки для радіолокаційних станцій (РЛС) є різновидом пасивних завад (ПЗ), які суттєво ускладнюють процес виявлення повітряних цілей, а іноді роблять його зовсім неможливим. Тому питання якісного придушення ПЗ в оглядових РЛС, які ведуть повітряну розвідку, є актуальним.

В аналогових оглядових РЛС для захисту від ПЗ використовується пристрій, яких реалізоване двократне черезперіодне віднімання (ЧПВ). Апаратурно воно виконане на потенціалоскопах, які виконують функції віднімання та затримки сигналів на один такт зондування. На теперішній час потенціалоскопи морально й фізично застаріли та не забезпечують необхідне значення коефіцієнта придушення ПЗ.

Запропоновано в оглядових аналогових РЛС метрового діапазону хвиль модернізувати пристрій СРЦ через використання цифрових елементів. Такий пристрій зберігає процедуру двократного ЧПВ, і в той же час суттєво підвищує значення коефіцієнта придушення ПЗ. Схема пристрою містить аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі, реєстри та суматор. Реалізувати схему пропонується на базі мікроконтролера, наприклад, типу Arduino, або окремих логічних елементів.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АЗИМУТУ ЦІЛЕЙ В ОГЛЯДОВИХ АНАЛОГОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ**

*Р.М. Шеремета*

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

В оглядових аналогових радіолокаційних станціях (РЛС) для вимірювання азимуту цілей застосовуються системи передачі азимута, які виконані на сельсинних парах або синусно-косинусних обертових трансформаторах (СКОТ). Такі системи при визначенні кутового положення антени потенційно мають похибки, які обумовлені в більшій мірі принципом дії електромеханічних пристроїв. Тому, актуальним є питання підвищення точності вимірювання азимуту цілей в оглядових аналогових РЛС.

При застосуванні в РЛС сельсинної пари інформація про кутове положення ротора сельсин-датчика на сельсин-приймач передається по трьох проводах за допомогою відповідно трьох напруг мережевої частоти, які зсунуті за фазою на 120 градусів одна відносно одної. Пропонується перетворити ці напруги з виходу сельсин-датчика у меандр, а далі за допомогою спеціальної схеми порівняння створити з них цифрові азимутальні імпульси та цифровий код поточного азимутального положення антени.

При застосуванні в РЛС СКОТ інформація про кутове положення ротора передається за допомогою двох ортогональних напруг мережевої частоти.

Пропонується опорну напругу формувати з окремого джерела. Далі її та роторну напругу перетворити у імпульсний вигляд. Після цього з отриманих імпульсів за допомогою цифрових елементів сформувавши код поточного азимутального положення антени.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ СИСТЕМОЮ РЛС З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ БАГАТОПОЗИЦІЙНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ**

*А.І. Сіренко*

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

Аналіз досвіду російсько-української війни засвідчує, що з початку широкомасштабної збройної агресії росії проти України роль засобів повітряного нападу зростає, і це особливо важливо в умовах стрімкого розвитку малопомітних засобів повітряного нападу різного призначення, насамперед безпілотних літальних апаратів оперативно-тактичного призначення, включаючи ударні БПЛА, тактичні комплекси та крилаті ракети, що значно ускладнюють роботу з ведення радіолокаційної розвідки повітряного простору в складних умовах виявлення. Такі засоби повітряного нападу можуть застосовуватися в широкому діапазоні швидкостей, на малих висотах з використанням рельєфу місцевості та на великих та середніх висотах з проведенням пусків керованих авіаційних бомб та крилатих ракет.

В таких умовах важлива якість бойової інформації. Тому підвищення якості бойової інформації актуальна задача. Отже запропоновано покращення якості ведення радіолокаційної розвідки за рахунок об'єднання окремих РЛС в радіолокаційну систему, що забезпечить можливість визначення висоти повітряних цілей системою двокоординатних РЛС завдяки використанню методів багатопозиційної радіолокації. В роботі будуть надані пропозиції щодо побудови просторової структури радіолокаційної системи та способів визначення висоти в системі на базі типових двокоординатних оглядових РЛС П-18, буде проведена оцінка можливостей з визначення висоти повітряних об'єктів, параметри точності для оцінки ефективності запропонованих рішень.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ ПРИ ОБ'ЄДНАННІ РЛС В РАДІОЛОКАЦІЙНУ СИСТЕМУ**

*А.А. Котелевець*

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

З досвіду російсько-української війни відомо, що в умовах інтенсивного ведення бойових дій для досягнення успіху реалії вимагають постійного вдосконалення озброєння і техніки та розвитку тактики їх застосування, що має безпосередній вплив на хід війни. Засоби повітряного нападу противника розширюють свою номенклатуру, застосовують нові технічні рішення та вдосконалюють тактику застосування.

Для виявлення засобів повітряного нападу противника необхідні сучасні радіолокаційні станції. Засоби радіолокаційної розвідки, які вже надходять від країн-партнерів на озброєння підрозділів радіотехнічних військ, сприяють вирішенню цього завдання, але їх кількість недостатня. Проте на

озброєнні перебуває та застосовується велика кількість вітчизняних надійних двокоординатних РЛС типу П-18, та різні варіанти їх модернізацій.

За результатами аналізу тактико-технічних характеристик РЛС впливає, що вони були розраховані на виявлення повітряних цілей типу винищувача МіГ-21 (МіГ-29). Тому при виявленні сучасних та перспективних малопомітних та малорозмірних повітряних об'єктів спостерігається погіршення можливостей РЛС РТВ. Об'єднання таких РЛС в радіолокаційну систему забезпечить підвищення дальності виявлення цілей з малими ефективними поверхнями відбиття. Отримати такий ефект дозволить застосування відомих методів багатопозиційної радіолокації. Ефективність роботи системи буде залежати від ступеня когерентності та кількості РЛС в системі.

### **РОБОТА КОМАНДИРА ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ВИКОНАННЯ БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ**

*Д.О. Вітрук*

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

Командир радіотехнічного підрозділу при підготовці до виконання бойового завдання аналізує отриманий бойовий наказ та проводить оцінку обстановки. Одним з елементів оцінки обстановки є оцінка можливостей противника та оцінка своїх бойових можливостей. Данні види оцінки потребують проведення розрахунків. На підставі отриманих результатів командир підрозділу визначає першочергові заходи для підготовки, приймає рішення на виконання бойового завдання та надає пропозиції щодо бойового застосування старшому командирі.

Єдиним шляхом вирішення проблеми підвищення оперативності проведення розрахунків є автоматизація цього процесу. Особливостями бойового застосування окремого радіолокаційного взводу є виконання завдань в польових умовах, при відсутності промислової електромережі та без доступу до мережі Інтернет. Тому використання ПЕОМ зі спеціалізованим програмним забезпеченням "Віраж-РД" практично неможливо.

В зв'язку з цим є необхідність створення єдиного програмного додатку на базі Microsoft Excel, який не є енергоємним, інтуїтивно зрозумілим та може використовуватися в тому числі на смартфоні.

Це дозволить командирі окремого радіолокаційного взводу своєчасно провести оцінку бойових можливостей свого підрозділу, оцінити просторові та кількісні можливості повітряного противника, надати старшому командирі пропозиції щодо бойового застосування та безумовно виконати бойове завдання в умовах обстановки, що склалась.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОБУДОВИ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ТРАКТУ РЛС 19Ж6**

*К.С. Колесник*

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

Основним засобом ведення постійної розвідки повітряного простору є станції бойового режиму. Тривалий час у військах РТВ такими засобом радіолокаційної розвідки є РЛС 19Ж6.

Для модернізації передавального тракту РЛС 19Ж6 з метою додаткового придушення побічних небажаних випромінювань в роботі розглянуті та проаналізовані основні вимоги до передавальних систем РЛС. У зв'язку з завданням по удосконаленню передавального тракту 19Ж6 був проведений його аналіз та загальний принцип роботи. Аналіз показав, що придушення найближчих паразитних спектральних складових на виході передавального тракту складає не менше 37 дБ, що у сучасний час є недостатнім. Також був проведений порівняльний аналіз можливості різних методів формування сигналів з односмуговою модуляцією та на його основі обраний цифроаналоговий метод з використанням квадратурної амплітудної модуляції. В роботі проведена обґрунтування структурної схеми збуджувача сигналів, що забезпечує можливість формування сигналів з низьким рівнем небажаних комбінаційних складових. Проведено математичне моделювання формувача за допомогою пакету “Mathcad Professional”. Проаналізовано спектр сигналу на виході квадратурного фазового модулятора та показано, що при обранні необхідних фазових зсувів в квадратурних каналах можливо придушення небажаних паразитних складових без використання додаткових складних багатокоштовних смугових фільтрів.

## **ІННОВАЦІЯ СРЦ В РЛС**

*Д.Д. Сорока*

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

Важливим фактором покращення якості виявлення БпЛА, який потрібно враховувати при розробці нових або модернізації наявних РЛС, є забезпечення необхідного рівня подавлення пасивних та активних завад. В першу чергу, доцільно обговорити особливості роботи РЛС на фоні пасивних завад (ПЗ). Враховуючи малі висоти та швидкості польотів БпЛА, компенсація пасивних завад повинна бути високою. Крім того, зазначені особливості вимагають створення систем селекції рухомих цілей з високою роздільною здатністю за доплерівською частотою та створення достатньо вузьких “провалів” в амплітудночастотній характеристиці системи СРЦ.

Останній нюанс разом з вимогою точного вимірювання координат вимагає здійснити розумний компроміс з вибором діапазону частот:

– в “метровому” діапазоні енергетичний спектр флуктуацій ПЗ вузький і простіша реалізація процедури суміщення спектрів завад із амплітудночастотною характеристикою системи СРЦ;

– з іншого боку, в “сантиметровому” діапазоні забезпечується висока роздільна здатність за кутовими координатами.

Найбільш перспективним для якісного виявлення БпЛА є використання “дециметрового” діапазону, в якому суміщуються переваги сусідніх діапазонів і додається можливість використання резонансної області розсіювання ЕПР об'єктів.

Остання обставина потенційно дозволяє отримати приріст значення ЕПР цілей на порядок, що суттєво покращує якість виявлення цілей. Важливо додати, що забезпечення компенсації ПЗ на рівні (50–60) дБ вимагає використання високоефективних структур та алгоритмів роботи системи СРЦ.

## **ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ТА ПЕРЕВІРКИ ГОТОВНОСТІ БОЙОВОЇ ОБСЛУГИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ДО НЕСЕННЯ БОЙОВОГО ЧЕРГУВАННЯ**

*В.С. Левченко*

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

Згідно досвіду російсько-української війни, щоб зруйнувати систему протиповітряної оборони України, наступ російської федерації (рф) містить кілька хвиль: безпілотники, що летять на низькій швидкості і мають малу висоту, наступними йдуть дозвуківі крилаті ракети, а наприкінці балістичні ракети.

Для своєчасного виявлення засобів повітряного нападу рф, суттєву роль відіграють радіотехнічні війська Повітряних сил Збройних сил України, які мають завдання безперервного ведення радіолокаційної розвідки повітряного простору і видачі радіолокаційної інформації на забезпечувані та взаємодіючі командні пункти. Під час несення бойового чергування РТВ в повному обсязі виконує своє завдання.

В ході проведення повномасштабної війни рф проти України більша частина радіотехнічних підрозділів розміщені на бойових позиціях, локація яких весь час змінюється. Згідно цього становища, щоб підготувати чергову бойову обслугу важливо створити тест який можна використовувати для перевірки правильного виконання бойовою обсергою, своїх обов'язків.

За підсумками оцінки перспектив сучасних програмних комплексів слід відзначити, що програма "My test X" дає можливість перевіряти знання, а також приймати заліки, не вимагає поглиблених знань ПЕОМ і споживання ресурсів для складання тесту. Це гарантуватиме гідний рівень підготовки осіб бойової обсергою до виконання бойового завдання.

## **ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПЛАНШЕТИСТІВ-ОПЕРАТОРІВ ВВОДУ ІНФОРМАЦІЇ КОМАНДНИХ ПУНКТИВ ПІДРОЗДІЛІВ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК**

*К.І. Стороженко*

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

Своєчасна передача вірної та якісної інформації про повітряні цілі є запорукою успішності виконання бойового завдання підрозділами протиповітряної оборони. Тому підготовка планшетистів – операторів вводу інформації на командних пунктах підрозділів РТВ відіграє при цьому велике значення.

Для кращої підготовки таких спеціалістів пропонується створення інтерактивного навчального додатку, що містить характеристики усіх типів можливих повітряних цілей, які застосовуються ворогом при нанесенні ракетно-авіаційних ударів по об'єктах на території нашої держави.

Інтерактивний додаток – це програма, що дозволяє користувачу отримувати необхідну інформацію за запитом, навіть якщо часу на це обмаль. Інформація про усі можливі засоби повітряного нападу (ЗПН) противника, їх озброєння та можливості різноманітного оснащення, тактико-технічні та льотно-тактичні характеристики знаходиться всередині такого додатку. Одразу

за запитом користувача, в даному випадку оператора вводу, інформація про ту чи іншу ціль висвітлюється на екрані монітора перед очима для уточнення та правильності її вводу.

Пропонується створення інтерактивного додатку за допомогою програмного забезпечення Microsoft PowerPoint, що може використовуватися також на нетбуках, планшетах, смартфонах, та містить значну кількість важливої інформації про різноманітні ЗПН противника.

## **РОЗРБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ ТА УСУНЕННЮ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ДИСКРЕТНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ СИГНАЛІВ ТА СИСТЕМИ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ**

*К.В. Ахременко*

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

Найпоширенішою радіолокаційною станцією одного радіолокаційного взводу є РЛС 19Ж6, яка виконує бойові завдання під час бойових дій з відсічі збройній агресії з боку Російської Федерації. Одними з найважливіших компонентів РЛС є система дискретного перетворення сигналів і система первинної обробки інформації. Від ефективності цих систем залежить своєчасне виявлення та постійна супроводження повітряних об'єктів, таких як крилаті ракети та ударні безпілотники-камікадзе. Однак через тривалу роботу РЛС 19Ж6 ці системи часто виходять з ладу. Сучасні реалії вимагають якнайшвидшого відновлення роботи РЛС у разі втрати боєздатності.

У доповіді аналізуються найпоширеніші несправності систем дискретного перетворення сигналів, систем автоматичного виявлення цілей і систем автоматичного вимірювання координат. Розглянемо безперервний та періодичний контроль працездатності. Досліджено пристрій візуального контролю системи автоматичного виявлення сигналів, який є інтегрованим способом керування пристроєм обробки ехо-сигналу. Його наявність дає можливість керувати цифровою обробкою сигналів у звичному аналоговому вигляді.

Рекомендації, розроблені для покращення пошуку та усунення несправностей, можуть бути використані як допоміжний матеріал начальником зразка РЕТ, техніками ремонтно-відновлювальних підрозділів, щоб скоротити тривалість ремонту РЛС.

## **РОЗРОБКА СПОСОБУ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИДАЧІ КООРДИНАТ БПЛА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ БАГАТОПОЗИЦІЙНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ**

*А.Р. Руденко*

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

В умовах ведення російсько-української війни виникає проблема побудова надійної системи протиповітряної оборони (ППО). Ця задача значно ускладнюється з появою великої кількості малорозмірних повітряних об'єктів (ПО). Малі розміри, мала ефективна поверхність розсіювання (ЕПР) цих ПО не дозволяють своєчасно їх виявляти засобами радіотехнічних військ (РТВ), що веде за собою пропуск цілі або несвоєчасне її знищення

силами та засобами зенітноракетних військ (ЗРВ), засобами ППО сухопутних військ (СВ) та винищувальної авіації повітряних сил Збройних Сил України (ПС ЗСУ) тощо. Враховуючи вище сказане можна зробити висновок що існуюча система радіолокаційної розвідки (РЛР) неспроможна забезпечити гарантоване виявлення та супроводження повітряних об'єктів які мають малі розміри та діють на малих та гранично малих висотах.

Перед РТВ стоїть проблема щодо виявлення повітряних цілей як можна на дальшій відстані від об'єкта, що прикривається. Одним із варіантів рішення цієї задачі є використання енергії сторонніх джерел випромінювання та реалізації режимів рознесеного прийому. Таким джерелом можуть бути телевізійні або вежі мобільного зв'язку, тому що на повітряну ціль діють електромагнітні хвилі як від наших радіолокаційних станцій (РЛС) так і електромагнітні хвилі від веж.

В доповіді доводиться що при комплексному використанні властивостей бістатичної та моностатичної ЕПР (об'єднання режимів рознесеного та однопозиційного прийому), може забезпечити збільшення розміру зони виявлення малорозмірної цілі, тим самим дати більше часу щодо прийняття рішення вогневим засобом які знищують такі повітряні об'єкти. Таким чином за рахунок використання математичного модулювання і проведення розрахунків доводиться ефективність цього методу.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ**

*О.С. Скавронов*

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

До управління окремим радіолокаційним взводом, як процесу, пред'являються вимоги, виконання яких є необхідною передумовою досягнення його мети. Основними з них є: оперативність, стійкість, безперервність, скритність, якість.

Таким чином, підвистити надійність управління окремим радіолокаційним взводом можна шляхом обладнання захищеного пункту управління (бліндаж, захисна споруда), автоматизацією процесу знімання інформації з РЛС та передачею її на робоче місце оператора вводу (з використанням АЦПРЛ та бездротової передачі на робоче місце оператора вводу), використанням декількох каналів зв'язку (сучасні засоби радіозв'язку, супутниковий зв'язок, LTE модеми).

Мобільний телекомунікаційний комплект дозволяє забезпечити голосовий зв'язок командирів підрозділу зі старшим та взаємодіючими КП (IP-телефонія), видачу радіолокаційної інформації та відображення загальної повітряної обстановки в системі "Віраж-планшет" з використанням LTE модему в національній мережі стільникового зв'язку. Невелике енергоспоживання та наявність зовнішнього акумулятора ємністю 60000 mAh забезпечує автономну роботу комплексу до 8 годин. Використання LTE модему "MikroTik R11E" при відсутності GSM мережі дозволяє під'єднувати термінал супутникового інтернету "Starlink" Мобільний телекомунікаційний комплект дозволяє забезпечити голосовий зв'язок командирів підрозділу зі старшим та взаємодіючими КП (IP-телефонія), видачу радіолокаційної інформації та відображення загальної повітряної обстановки в системі "Віраж-планшет" з використанням LTE модему в національній мережі стільникового зв'язку.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ З ПОКРАЩЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ НИЗЬКОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ ТИПУ “SHANED-136” В САНТИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ХВИЛЬ**

*Ю.В. Літвінов*

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

Важлива проблема для Повітряних Сил України під час війни росії проти України – це пошук безпілотних літальних апаратів та їх знешкодження. Тому, задача створення малогабаритної необслуговуємої дистанційно-керуваної РЛС, яка забезпечує виявлення маловисотних цілей на неприкритих радіолокаційним полем напрямках є надзвичайно актуальною.

У роботі пропонується передбачити в РЛС два режими роботи. Перший режим – режим виявлення. На даному етапі пропонується використовувати КФМ сигнал, РЛС здійснює вимірювання радіальної швидкості цілей і приблизно вимірює їх дальність. В режимі вимірювання доцільно використовувати квазібезперервний ЛЧМ сигнал.

Проведено вибір робочого діапазону довжин хвиль та розрахунок потужності зондувального сигналу, його ширини спектру.

В роботі показано, що для формування ЛЧМ сигналу доцільно використовувати комбінований метод. Формування КФМ сигналу запропоновано використання активного аналогового методу на основі на фазовій маніпуляції гармонічних коливань.

В якості методу обробки сигналів пропонується кореляційно-фільтрова обробка, яка забезпечує ефективне виділення корисного сигналу на фоні завад. Обробку інформації в РЛС виявлення пропонується здійснювати за допомогою ЕОМ за алгоритмом швидкого перетворення Фур'є.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОЦІНКИ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ КОМАНДИРОМ ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ**

*К.В. Соколко*

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

Досвід російсько-української війни показав важливість оцінки повітряної обстановки з метою підвищення якості своєчасного виявлення та супроводження повітряних цілей. Оцінка повітряної обстановки є одною зі складових процесу прийняття рішення на виконання бойового завдання.

Аналіз виконання завдань в ході російсько-української війни окремими радіолокаційними взводами (ЗвП) чи окремими РЛС показав, що практично всі вони змінювали свої позиції. Розгортання їх здійснювалося в більшості у першому ешелоні чи на лінії зіткнення, при цьому слід враховувати дальність ураження зенітно-артилерійськими засобами противника. Дальність до вогневих засобів противника можливо визначити використовуючи “Віраж-Планшет”. Для оцінки повітряного противника необхідно знати: типи літальних апаратів, що задіяні в ударі; ЛТХ засобів повітряного нападу; підлітний час засобів повітряного нападу; напрямок основного удару. Оперативне проведення розрахунків зони виявлення РЛС (зони інформації підрозділу) надають можливість оцінити не тільки правильність вибору позиції, а також рубежі виявлення ЗПН, особливо БпЛА. Використовуючи



програмне математичне забезпечення “Віраж-РД, -П”, та оперативне введення вихідних даних вибраної позиції, можливо в короткі терміни розрахувати рубіж виявлення цілей на заданій висоті та визначити напрямок головного удару повітряного противника. Запропоновані пропозиції для оцінки повітряної обстановки підвищать можливість своєчасно виявлення повітряного противника, вірного визначення режимів бойової роботи ЗРЛ, своєчасної зміни позиції для збереження особового складу та РЛС.

## **ПРИДУШЕННЯ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО АВТОКОМПЕНСАТОРА БЕЗ ЗВОРОТНОГО ЗВ’ЯЗКУ**

*О.О. Грамак*

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

Одним із ефективних засобів боротьби з активними завадами є просторова селекція, практична реалізація якої основана на застосуванні кореляційних автокомпенсаторів завад. В більшості РЛС РТВ ще використовуються автокомпенсатори у аналоговому виконанні, хоча подальша обробка виконується у цифровій формі.

Одним з основних недоліків автокомпенсаторів є наявність зворотних зв’язків, що є причиною нестабільності його роботи при швидкоплинній зміні потужності завади.

Сутність модифікації автокомпенсатора полягає у заміні аналогового автокомпенсатора на цифровий варіант АКЗ без зворотного зв’язку. Головна принципова відмінність цього АК полягає у використанні розімкнутої петлі спостереження. Практична реалізація такої схеми можлива тільки при використанні цифрової техніки.

Вихідні сигнали основного і компенсаційного каналів на проміжній частоті поділяються на синфазну і квадратурну складові і перетворюються в цифрову форму.

Для виміру кореляції між основним і допоміжним каналами використовується метод ковзного вікна з усередненням відліків.

Варіант АК, що пропонується, має менший час настроювання, потенційно дозволяє реалізувати краще відношення сигнал/завада на виході АКЗ та принципово не може самозбуджуватись. Ефективність запропонованого варіанту модернізації пристрою АКЗ підтверджена шляхом імітаційного моделювання.

Схемний варіант цифрового автокомпенсатора відрізняється автономністю, технологічністю і високою швидкодією.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ МАЛОРОЗМІРНИХ ОБ’ЄКТІВ**

*К.А. Закарлюка*

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

На сьогодні технології безпілотних літальних апаратів (БПЛА) не тільки значно розширюють функціональні можливості авіаційної складової збройних сил, а також можуть мати переваги перед традиційною авіацією.

Шляхом рішення задачі щодо покращення якості виявлення БПЛА є розробка нових типів радіолокаторів, які призначені для отримання інформації

про малорозмірні радіолокаційні об'єкти. Такий шлях вимагає великих фінансових вкладень, значних працевитрат та займає тривалий час.

Аналіз можливостей по виявленню безпілотних літальних апаратів радіолокаційними станціями, які потребують модернізації показав, що здатність виявляти безпілотні літальні апарати різного призначення в межах своїх тактико-технічних характеристик недостатня для своєчасного виконання поставлених задач по виявленню та отриманню інформації про радіолокаційний об'єкт. Варіантом рішення задачі щодо покращення якості виявлення БпЛА є модернізація існуючих зразків радіолокаційного озброєння, які мають переваги у виявленні й спостереженні артилерійських снарядів. Такі радіолокаційні станції та комплекси можуть бути достатньо швидко переорієнтовані для рішення задач виявлення малорозмірних, маловисотних та малошвидкісних цілей, якими є БпЛА. Проведений аналіз показав, радіолокаційні засоби, які перебувають на озброєнні потенційно здатні виявляти оперативні-тактичні БпЛА в межах своїх тактико-технічних характеристик. Використання оглядових радіолокаційних станцій для виявлення тактичних міні-БПЛА є недоцільним і невиправданим. Надані пропозиції по вирішенню задачі виявлення тактичних БпЛА.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ У ПРИЙМАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*Ю.Г. Міщеряков*

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

Досвід застосування противником великої кількості та різноманіття засобів повітряного нападу вимагає пошуку шляхів щодо нарощування радіолокаційного поля, для прикриття як об'єктів критичної інфраструктури. В наслідок використання не тільки сучасних радіолокаційних станцій, а і застарілих станцій старого парку, необхідно здійснювати їх модернізацію з метою покращення показників якості виявлення в сучасних умовах ведення бойових дій. Одним з шляхів модернізації є покращення обробки сигналів в приймальному пристрої. В більшості РЛС РТВ оглядового типу реалізована некогерентна обробка прийнятого сигналу, при якій мають місце втрати у відношенні сигнал-шум в порівнянні з когерентною обробкою. Когерентне міжперіодне накопичення прийнятої пачки призводить до збільшення відношення сигнал-шум за потужністю. Тому пропозиція зі збільшення відношення сигнал/шум полягає в застосуванні рециркулятора, з метою накопичення енергії сигналу.

Накопичення імпульсів в рециркуляторі забезпечується в результаті сумування вхідного одиночного імпульсу пачки з сумою імпульсів, які повернулися на вхід по колу зворотного зв'язку і отриманих на попередніх етапах роботи.

При цьому шуми сигналу не приймають участь у накопиченні та залишаються на тому рівні, на якому і були. Таке удосконалення має важливе значення, воно дасть нам підвищення точності визначення координат та достовірності з видачі бойової та розвідувальної інформації по маловисотним ЗПН з малою ефективною площею розсіювання.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ В ПРИЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНОМУ ТРАКТІ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*О.А. Міронов*

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

Обговорюється практична реалізація системи фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) генератора в приймально-передавальному тракті РЛС метрового діапазону хвиль.

Для покращення якості роботи приймально-передавального тракту РЛС, вирішувалась задача щодо розробки системи фазового автопідстроювання частоти, що дозволяє покращити оптимальну обробку сигналів в вузькосмуговому приймальному пристрої.

Розроблено функціональну структуру та побудовано схему математичної моделі, за допомогою якої оцінюється якість функціонування системи ФАПЧ генератора. В якості основного методу дослідження використовувалось математичне моделювання процесів що протікають в системі ФАПЧ. Після перетворення та спрощення схеми математичної моделі системи побудовано SIMULINK модель, що входить до пакету прикладних програм MATLAB.

Проведено вибір параметрів системи ФАПЧ генератора, які забезпечують необхідні показники якості функціонування в режимі захоплення та утримання частоти. Встановлено що, зі зростанням коефіцієнта підсилення розімкненої системи смуга захоплення збільшується, але на ряду з цим зростає величина перерегулювання в режимі захоплення частоти. Також, при виборі параметрів системи ФАПЧ враховано що, смуга захоплення має бути не менше точності функціонування каналу грубого підстроювання частоти.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ АЗИМУТАЛЬНОГО ОБЕРТАННЯ РАДІОВИСОТОМІРА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ**

*Д.А. Романенко*

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

Обговорюється варіант побудови аналого-цифрової системи автоматичного керування азимутальним положенням антени радіовисотоміра, та проведення оптимізації параметрів електромеханічної слідкуючої системи з використанням SIMULINK моделі.

В радіовисотомірах отримали широке розповсюдження силові слідкуючі приводи призначені для механічного розвороту антени на відповідний азимут, чи обертання з постійною швидкістю. Керування антеною може здійснюватися автономно, з командного пункту, або синхронізацією з іншою РЛС.

Запропонований варіант аналого-цифрової системи автоматичного керування азимутальним положенням антени радіовисотоміра з використанням цифрового датчика кута (енкодера) дозволяє зменшити та осучаснити кількість необхідного обладнання, не знижуючи якість роботи системи обертання антени.

Розроблено математичну модель, за допомогою якої оцінюється ефективність функціонування системи автоматичного керування азимутальним положенням антени радіовисотоміра.

Проведено дослідження якості функціонування та оптимізацію параметрів системи обертання з використанням програмного забезпечення щодо моделювання динамічних систем SIMULINK пакету прикладних програм MATLAB.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ КРИЛАТИХ РАКЕТ ТИПУ “КАЛІБР” РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПІВДЕННОМУ НАПРЯМКУ**

*К.С. Задерей*

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

Російські військові регулярно з різних видів озброєння – ударними БПЛА, ракетами, КАБами, РСЗВ – атакують українські регіони. Попри докази і свідчення, Москва від початку повномасштабного вторгнення заперечує цілеспрямовану атаку на цивільних. Збройні сили росії з першого дня повномасштабної війни в Україні використовують ракети “Калібр”. Калібри були націлені на цивільні об’єкти нашої країни. Ракети “Калібр” досить точні та мають велику дальність, здатні накрити практично всю територію України. Також Калібр використовує систему автоматичного відбору маршруту, яка дозволяє ракеті самостійно коригувати шлях, якщо виявляються перешкоди, такі як, наприклад, міста.

Крім того, ракета має спеціальну систему зменшення відбитків радіо- та інфрачервоного випромінювання, що фактично маскує її перед ворожими силами. Якщо відштовхуватися від ефективності нашої ППО, то можна припустити, що зенітно-ракетні підрозділи і підрозділи радіотехнічних військ успішно маневрують і зберігають боєздатність.

Крилаті ракети типу “Калібр” ми виявляємо на відстані десятків кілометрів, іноді більше – залежить від висоти польоту і розміру цілі. Іноді це технічно неможливо.

Тому розробка пропозицій щодо виявлення крилатих ракет на стартовій траєкторії є важливим для розрахунку зони радіолокаційної інформації радіотехнічних підрозділів.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ “SHAHED” РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ПІВДЕННОМУ НАПРЯМКУ**

*В.О. Очерedyкo*

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

З вересня 2022 року російська федерація почала активно застосовувати БпЛА “Shahed” для ураження важливих державних об’єктів у глибині території України. БпЛА “Shahed” призначені для ураження наземних нерухомих об’єктів шляхом наведення та контактного підриву бойової частини БпЛА.

В даний час є актуальним питання з приводу виявлення даного типу БпЛА на південному напрямку. Оскільки противник постійно намагається знищити критичну інфраструктуру, військові об’єкти, а також ускладнити перевезення зерна через порти Одеси. Внаслідок цих дій завдати достатньо великих втрат економіки України.

Тому за допомогою спеціального програмного математичного забезпечення “Віраж-РД” розраховані маршрути польоту БпЛА “Shahed”. Було встановлено, що маршрути є достатньо складними, маневруючими, використовується рельєф місцевості, а також саме головне, польоти на малих та гранично малих висотах, що ускладнює їх виявлення радіолокаційними станціями. Розраховані зони виявлення радіолокаційних станцій.

Проведено моделювання процесу виявлення та оцінено якість виявлення повітряних об’єктів радіолокаційними станціями радіотехнічних частин. Надано рекомендації щодо розміщення радіолокаційних станцій на південному напрямку.

### **ЗАХИСТ РЛС ВІД ВИСОКОТОЧНОЇ ЗБРОЇ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВІДВОЛІКАЮЧИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

*І.Г. Шишина*

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

В ході повномасштабної війни російські військові неодноразово використовували протирадіолокаційні ракети (ПРР) типу Х-31 та Х-58, які призначені для знищення оглядових радіолокаційних станцій (РЛС), зенітних ракетних комплексів та радіостанцій зв’язку. Сьогодні радіотехнічні війська є головним джерелом інформації про повітряну обстановку над Україною та навколо неї. Саме на них покладене завдання своєчасно попередити про повітряний напад зі сторони противника. Тому збереження сучасних оглядових РЛС у боєздатному стані є важливим завданням.

Основними способами захисту РЛС, що стоять на озброєнні підрозділів РТВ, від ПРР є:

- вимикання випромінювання РЛС при виявленні ПРР і включення помилкового передавача, що випромінює сигнали в напрямку ПРР;
  - перенацілювання ПРР на додаткове джерело випромінювання, що забезпечує безперервну роботу РЛС;
  - відворот антени від напрямку на ПРР для здійснення підсвічування ПРР випромінюванням, відбитим від встановленого поряд екрану металеві сітки;
  - випромінювання зустрічної активної перешкоди у бік підльоту ПРР.
- Досвід застосування високоточної зброї в ході війни показав, що найефективнішим способом захисту є своєчасного виявлення ПРР та зміщення точки наведення ПРР від місцезнаходження РЛС за рахунок застосування відволікаючих пристроїв.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЛС 79К6 “ПЕЛИКАН”**

*М.В. Вовченко*

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

Для підвищення ефективності радіолокаційних систем необхідні радіопередавальні пристрої, здатні формувати різноманітні прості та складні сигнали. При цьому велике значення має точність формування і можливість швидкого переходу від одного виду сигналу до іншого. У цих умовах практична реалізація пристроїв формування тісно пов’язана з їх метрологічним

забезпеченням, зокрема, з питаннями виміру та контролю параметрів складних зонduючих і гетеродинних сигналів та їх нестабільностей.

Проведений в роботі аналіз показав, що жоден із методів виміру часових та частотних параметрів не може задовольнити вимогам по контролю всіх необхідних параметрів простих та складних сигналів.

Запропонована структурна схема вимірювального стенду та алгоритмів, що дозволяють вимірювати параметри сигналу з зазначеною точністю.

Підвищення точності методів вимірювання забезпечується за рахунок використання алгоритмів з накопиченням статистичної інформації про структуру сигналу.

В роботі запропоновано статистичний підхід що дозволяє оперативно оцінити чи не перевищує відхилення параметрів допустимі межі шляхом порівняння отриманих статистичних оцінок з полем допуску. Такий допусковий контроль здійснюється шляхом порівняння АКФ і ВКФ тестового і досліджуваного сигналів.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ МАЛОРОЗМІРНИХ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ ЗА РАХУНОК ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ СЕЛЕКЦІЇ РУХОМИХ ЦІЛЕЙ**

*В.О. Лобанов*

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

Досвід російсько-української війни відзначає важливість модернізації радіолокаційної техніки, зокрема ПРВ-13 для відповідності сучасним вимогам завадозахищеності та виявлення повітряних цілей.

Аналіз бойових дій в Україні свідчить про те, що російські війська часто використовують комбіновані повітряні атаки, що поєднують в собі швидкісні цілі, як крилаті ракети, з малозшвидкісними, наприклад, БПЛА типу “Shahed 136/131” або баржуючі боєприпаси “ZALA Ланцет”. Модернізація потребує вдосконалення системи СРЦ з аналогової на цифрову, так як аналогові системи не відповідають вимогам сучасності і не здатні повністю придушити пасивні перешкоди.

В умовах обмеженого фінансування та складнощів з повною заміною застарілого обладнання на нове, модернізація системи СРЦ може стати вигідною альтернативою. Цей підхід дозволить суттєво покращити тактико-технічні характеристики (ТТХ) існуючого парку машин, не потребуючи значних капіталовкладень.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ В РЛС САНТИМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*О.С. Красулін*

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

Обговорюється розробка структурної схеми багатоканальної РЛС на основі застосування хаотичних сигналів.

Загальною тенденцією розвитку сучасних РЛС є перехід від простих до різних видів складних сигналів з кутовою модуляцією і змінюваними параметрами. В роботі проведений порівняльний аналіз властивостей ФКМ,

ЛЧМ та хаотичних сигналів, які визначають основні характеристики РЛС. Проведено вибір хаотичного сигналу, який доцільно застосовувати в РЛС в якості зондуючого та розроблено функціональну схему його формування.

Аналіз властивостей і характеристик хаотичних сигналів показав, що ці сигнали мають вищу енергетичну і структурну скритність ніж гармонійні сигнали з різними видами модуляції. Висока чутливість до початкових значень формування хаотичних сигналів дозволяє сформувати на основі однієї хаотичної парадигми безліч ортогональних хаотичних сигналів в одному частотному діапазоні. Такі сигнали мають “голкоподібне” або “кнопкове” тіло невизначеності наближеного до ідеального, при цьому рівень бічних пелюсток складає не більше мінус 20Дб. Застосування хаотичних сигналів в РЛС дозволить підвищити такі характеристики як: розрізнявальна здатність за дальністю, скритність функціонування та забезпечення ЕМС при роботі в обмеженому діапазоні частот. На основі ортогональності хаотичних сигналів пропонується побудова багатоканальних РЛС, які доцільно об'єднувати в мультирадарну систему.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ BDS-СТАТИСТИКИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КЛАСІВ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ В РЛС**

*О.С. Ляшенко*

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

Вирішення проблеми ідентифікації цілі під час радіолокаційного виявлення дозволяє оптимізувати розподіл завдань між цілями та адаптувати засоби ураження враховуючи характеристики класу цілей. Таким чином, актуальним є розширення вже відомих методів ідентифікації повітряних цілей за їхніми дальнісними портретами та ехо-сигналами за допомогою непараметричної BDS-статистики. Автори пропонують використовувати розпізнавання радіолокаційних цілей за їхніми категоріями шляхом оцінки ступеня взаємозв'язку елементів спостережуваного ехо-сигналу (часового ряду). Цей ступінь взаємозв'язку виражений у значеннях BDS-статистики. Було виявлено залежність значень BDS-статистики для дальнісних портретів (ехо-сигналів) крилатих ракет (AGM-86C та TAURUS KEPD 350) та артилерійських снарядів (системи “Град” калібру 122 мм та ОФ25 калібру 152 мм) в залежності від ракурсу цілей при вертикальній та горизонтальній поляризації. Значення BDS-статистики при горизонтальній поляризації значно змінюються в залежності від ракурсу цілі, що ускладнює ідентифікацію, оскільки діапазони значень для різних цілей перекриваються. Показано, що при вертикальній поляризації отримані значення BDS-статистики для ехо-сигналів кожної цілі відповідають конкретному діапазону. Отримані дані про діапазон значень для кожного типу цілі свідчать про потенційну можливість розпізнавання цілі з високою достовірністю незалежно від ракурсу цілі. Значення BDS-статистики пропорційні розмірам та складності форми цілі, яка виявляється в структурі ехо-сигналу при високій роздільній здатності за дальністю. Основною відмінністю від відомих методів є те, що здійснюється не порівняння еталонних радіолокаційних зображень, частотних спектрів ехо-сигналів, які відрізняються залежно від ракурсу цілі, а визначення діапазону значень BDS-статистики для конкретного повітряного об'єкту, що враховує зміну з ракурсом.

## **ПРОПОЗИЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДНО-MОДУЛЬОВАНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ В ПРИЙМАЛЬНОМУ ТРАКТІ РЛС П-37**

*В.В. Старовойт*

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

В умовах сучасної війни рф проти України, де ворог активно використовує засоби радіоелектронної протидії і радіоелектронної розвідки, для засобів радіолокації РТВ на перший план виходять питання підвищення чутливості приймальних пристроїв та зменшення радіолокаційної помітності. Висока чутливість приймача дозволить своєчасно виявляти малорозмірні БПЛА противника, а зменшення середньої потужності випромінювання РЛС сприяє більш скритному веденню радіолокаційної розвідки українськими засобами радіолокації, в умовах, коли противник активно застосовує засоби радіотехнічної розвідки такі як: Красуха-4, такого роду літаки дальнього радіолокаційного виявлення як А-50, М-55 й аналогічні.

Одним із шляхів вирішення поставлених задач може бути використання в приймальному тракті РЛС старого парку, таких як П-37, складномодульованого зондувального сигналу. Досвід ведення роботи підрозділами радіотехнічних військ, зокрема сучасними РЛС з таким сигналом, свідчить про перспективність даного напрямку модернізації РЛС старого парку. Характерною рисою обраного шляху є незначний об'єм робіт по модернізації приймального тракту, а головною складністю буде перебудова саме передавального пристрою.

В роботі пропонується використання для РЛС П-37 лінійно-частотно модульованого сигналу із девіацією частоти 700 кГц тривалістю 200 мкс – для дальнього виявлення цілей, а для їх виявлення в “мертвій” зоні – гладкого радіоімпульсу тривалістю 2,7 мкс.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ BDS-СТАТИСТИКИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИМІРЮВАННЯ ЧАСУ ЗАПІЗНЮВАННЯ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ В РЛС**

*І.Ю. Дубовий*

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

В наш час БПЛА мають низьку ефективну поверхню розсіювання, що в свою чергу призводить до зниження показників якості їх виявлення РЛС, зокрема точності вимірювання дальності. Тому актуальним постає питання розробки алгоритмів вимірювання часу запізнення сигналів в РЛС з метою підвищення точності вимірювання дальності повітряних цілей при малих відношеннях сигнал шум.

Запропоновано вдосконалений метод вимірювання дальності до цілі на основі застосування BDS-статистики, який на відміну від відомого враховує відмінності топологічних властивостей образів відбитих від цілі сигналів в псевдофазовому просторі. Це дозволяє понизити вплив порогового ефекту, який проявляється при малих відношеннях сигнал-шум. Показано, що це дає можливість понизити пороговий рівень вимірювання часу запізнення сигналів до 3 дБ і підвищити точність вимірювання дальності повітряної цілі в 2 рази при значеннях відношення сигнал-шум 3...6 дБ. Розроблено



функціональну схему вимірювача часу запізнювання сигналів, яка може бути використана при модернізації приймального тракту РЛС.

Запропоновані технічні рішення ґрунтуються на необхідності поліпшення характеристик РЛС з урахуванням проведеного аналізу ЗПН та РЕБ противника, які можуть застосовуватись при повномасштабному вторгненні. Застосування розробленого алгоритму в РЛС дозволить підвищити точність вимірювання координат БПЛА.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ НАПРЯМКІВ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ РЛС**

*Д.Д. Селезньов*

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

В реаліях сучасних конфліктів, час на підготовку операторів радіолокаційних станцій (РЛС) значно зменшується, через потребу постійного поновлення кадрів, тому виникає потреба покращення напрямків підготовки спеціалістів, а саме, через застосування методів навчання, одним з таких методів є створення інтерактивного додатку, який скоротить час навчання, та полегшить постійний доступ до потрібної інформації. Електронна презентація – це сучасний спосіб представлення інформації різноманітного спрямування. Як правило, в ній задіяні всі сучасні мультимедійні можливості: графіка і анімація, текст і таблиця, фото-, відео- і аудіоматеріали.

За допомогою програмного забезпечення для підготовки та промотору презентацій можливо забезпечити: швидку підготовку операторів РЛС; постійний доступ до інформації, постійний доступ до актуальної інформації, що допоможе їм підготуватись до виконання обов'язків; зручну навігація та оновлення, що дозволяє швидко заходити зручну інформацію, а можливість оновлення матеріалів з боку розробників, забезпечує актуальність даних; адаптованість до змін в особливостях виконання завдань, що є надзвичайно важливим у підготовці фахівців. Інтерактивні презентації дозволяють операторам швидко оновлювати та адаптувати свої знання до змін у тактиці, що є надзвичайно важливим у сучасному воєнному середовищі.

Тож, використання інтерактивних презентацій скоротить час підготовки операторів РЛС, облегшить роботу керівників, відкриває можливість швидкого оновлення необхідної інформації та надає зручність використання будь яке, за допомогою смартфонів, планшетів та інших гаджетів.

## **ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМІВ КОМПЕНСАЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК З ЦИФРОВОЮ ОБРОБКОЮ СИГНАЛІВ**

*К.П. Єремєєнко*

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

На сьогодні в радіотехнічних військах поряд з радіолокаційними станціями старого парку все частіше почали використовуватися модернізовані оглядові РЛС П-18МА та П-18 “Малахіт” з цифровою обробкою радіолокаційних сигналів. Аналізуючи тракти цифрової обробки сигналів даних РЛС можна

помітити деяку схожість у підходах наукових колективів, які займалися модернізацією цих засобів радіолокації.

Наведено загальні підходи щодо створення візуально-імітаційних моделей алгоритмів компенсації імпульсних перешкод, що реалізовані в РЛС П-18МА та П-18 “Малахіт”. При створенні візуально-імітаційних моделей враховано те, що для захисту РЛС П-18 “Малахіт” від імпульсних перешкод використовується пороговий ранговий виявник, що має 16 рівнів амплітуди та фільтрує відеоінформацію залежно від встановленого порога виявлення. У свою чергу, для П-18МА це виявник з адаптивним порогом, який не реагує на короткі потужні імпульсні перешкоди (обмежує їх) та пропускає шуми, ехосигнали від цілей та протяжних місцевих предметів.

Візуально-імітаційне моделювання проведене з використанням пакета Simulink з бібліотеки системи MATLAB. Працездатність візуально-імітаційних Simulink-моделей алгоритмів компенсації імпульсних перешкод перевірялася в ході проведення низки експериментів, результати яких не суперечать вже відомим висновкам.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОБУДОВИ ВИМІРЮВАЧА КУТОВИХ КООРДИНАТ У РЛС З ПЛОСКОЮ ФАР**

*О.А. Томина*

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

Радіотехнічні війська Повітряних Сил Збройних Сил України є основним джерелом інформації про повітряну обстановку і призначені для ведення радіолокаційної розвідки повітряних об'єктів та оповіщення військ.

Вимоги до радіолокаційних станцій зростають одночасно з підвищенням можливостей засобів повітряного нападу. РЛС, що стоять на озброєнні РТВ, не відповідають сучасним вимогам щодо точності вимірювання кутових координат повітряних об'єктів, що у свою чергу впливає на точність цілевказівок.

Проаналізовано відомі методи вимірювання кутових координат, їх недоліки і переваги. Показано доцільність використання моноімпульсного методу вимірювання координат у режимі супроводження.

Пропонується структурна схема вимірювача кутових координат у РЛС з плоскою ФАР.

Запропоновані рішення дозволять підвищити точність цілевказівок за кутовими координатами і можуть бути реалізованими у перспективній РЛС у сполученні із алгоритмами (пристроями) захисту від активних і пасивних завад.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ МОДЕЛІ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ТРЕНУВАННЯ ОСІБ БОЙОВИХ ОБСЛУГ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ**

*Р.С. Телюков*

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

Сучасний досвід бойового застосування підрозділів радіотехнічних військ під час відбиття повномасштабної агресії російської федерації проти України свідчить про те, що вирішальним фактором успішності виконання бойового

завдання є час. Відповідно до цього виникає потреба підвищення рівня підготовки підрозділів РТВ.

Виявлення і супроводження повітряних цілей діючих на малих та гранично малих висотах є важливим і складним завданням для радіотехнічних підрозділів. Вирішальним фактором успішності виконання бойового завдання є час. У зв'язку з тим виникає необхідність підвищення спроможностей бойових обслуг підрозділів щодо виявлення повітряних цілей.

Істотну допомогу командирам при плануванні застосування підрозділів радіотехнічних військ надає застосування математичних моделей та інформаційно-розрахункових задач, які реалізовані на електронно-обчислювальних машинах.

Пропонуються моделі сигнально-завадової обстановки для тренування обслуг радіотехнічних підрозділів в пунктах постійної дислокації під час заходів бойової підготовки, що сприятиме підвищенню рівня підготовки, що в свою чергу забезпечить успішне виконання бойових завдань в умовах сучасної війни.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ З МАЛОЮ ЕФЕКТИВНОЮ ПЛОЩЕЮ РОЗСПОВАННЯ**

*А.М. Мілько*

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

Однією з найактуальніших проблем сучасної протиповітряної оборони є виявлення та супроводження повітряних об'єктів з малою ефективною площею розсіювання (ЕПР). При вирішенні даної проблеми доцільно розглядати не лише системи радіолокації, але й інші джерела інформації, зокрема цифрове телебачення, супутники та Інтернет.

Це можливе через те, що майже на всій території України наявне покриття мережі Інтернет (IEEE802.11 (Wi-Fi), IEEE802.16 (WiMax)), стільникових телефонних мереж GSM900 та 1800МГц, системи телебачення та радіомовлення (DVB-S, DVB-T(T2), DVB-M, T-DAB) тощо.

В роботі розглядаються характеристики додаткових джерел інформації про повітряну обстановку, основна увага приділяється сигналам цифрового ефірного телебачення стандарту DVB-T. Встановлено, що при використанні додаткових джерел інформації радіолокаційна станція буде працювати в режимі рознесеної локації.

Проведена оцінка зони виявлення оглядових радіолокаційних станцій в режимі рознесеної локації. Встановлено, що розміри зони виявлення повітряних об'єктів в режимі рознесеної локації залежать не тільки від характеристик передавальної та приймальної позицій, але й від геометрії системи та способу об'єднання інформації. Встановлено, що розмір та характер зон виявлення повітряних об'єктів в режимі рознесеного прийому залежить від відстані до лінії бази та ступеню придушення проникаючого сигналу в приймальній позиції. Проведена оцінка зони виявлення оглядових радіолокаційних станцій при об'єднанні режимів однопозиційної та рознесеної локації.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ПОЗИЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ**

*А.А. Шевчук*

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

На початку третього тисячоліття Україна, її громадяни та армія виявилися втягнутими у збройну агресію на території власної держави, що включає в себе відкриті бойові дії різної інтенсивності. Ця війна, що супроводжується значними людськими жертвами і завдає збитків нашій державі та її громадянам, виявив низку серйозних проблем у забезпеченні військ і викликав необхідність проведення детального їх аналізу та вжиття адекватних заходів.

Збройна боротьба підкорюється об'єктивним законам розвитку і безупинно змінюється; це стосується її форм і засобів. Пошук найбільш ефективних з них є постійним завданням тактики.

Під час виконання завдань за призначенням у визначеному районі окремих радіолокаційний взвод постійно змінює позицію в межах району. На це витрачається ресурс техніки та паливо-мастильні матеріали. Але це дає суттєве зменшення ймовірності виявлення РЛС засобами оптико-електронної та радіотехнічної розвідки.

Використання системи оперативного-тактичних розрахунків "Віраж-РД" суттєво допомагає командирів підрозділу прийняти правильне рішення при виборі позиції; розрахунку просторових показників бойових можливостей підрозділу РТВ. Це дає можливість використовувати РЛС з максимальною реалізацією тактико-технічних характеристик та бойових можливостей радіотехнічного підрозділу в цілому.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОБУДОВИ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЧА ДАЛЬНОСТІ ОГЛЯДОВОГО РАДІОЛОКАТОРА МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*С.С. Зубченко*

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

Швидкий розвиток засобів повітряного нападу та способів їх застосування призводять до постійного підвищення вимог до радіолокаційних станцій різних типів, зокрема до РЛС метрового діапазону хвиль. Виявлення та супроводження ЗПН на малих і гранично малих висотах (крилаті ракети, безпілотні літальні апарати, винищувальна та штурмова авіація, вертольоти тощо) радіолокаторами, що стоять на озброєнні радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України, ускладнене. Однією з основних причин цього є те, що сигнал, відбитий повітряним об'єктом на малій висоті, спостерігається на фоні потужного відбиття від підстилаючої поверхні.

Для підвищення показників якості виявлення і супроводження маловисотних цілей доцільно розробляти перспективну РЛС метрового діапазону хвиль із високою роздільною здатністю за дальністю, у якій буде вжито заходів для зменшення інтенсивності сигналу, відбитого від підстилаючої поверхні.

Проаналізовано сучасні методи вимірювання дальності (часу запізнення) повітряних цілей. Здійснено вибір параметрів широкосмугового

багаточастотного зондувального сигналу, розраховано функцію розузгодження зондувального сигналу.

Пропонується структурна схема і алгоритм функціонування цифрового каналу вимірювання дальності перспективного оглядового радіолокатору метрового діапазону хвиль.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ РЛС 19Ж6 ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ**

*В.О. Мосієнко*

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

У сучасному світі, де технології розвиваються з неймовірною швидкістю, важливою є проблема удосконалення систем обробки інформації радіолокаційних станцій (РЛС), зокрема РЛС 19Ж6. Ця система вже давно використовується і має певні обмеження, пов'язані зі старінням елементної бази. Однак, завдяки використанню сучасних технологій, можливо значно підвищити ефективність цієї системи.

Сучасна елементна база дозволяє значно підвищити швидкість обробки даних, точність визначення координат об'єктів і стабільність роботи системи в цілому. Використання новітніх мікросхем, процесорів, а також програмного забезпечення може дозволити системі РЛС 19Ж6 працювати більш ефективно, надійно і точно.

Однак, необхідно розробити конкретні пропозиції щодо того, які саме компоненти елементної бази і які технології слід використовувати для модернізації системи. Це може включати в себе використання новітніх процесорів, мікросхем, а також впровадження нових алгоритмів обробки даних.

Враховуючи все вищесказане, можна зробити висновок, що розробка пропозицій щодо удосконалення системи обробки інформації РЛС 19Ж6 за рахунок використання сучасної елементної бази є актуальною і важливою задачею, яка може значно підвищити ефективність роботи цієї системи

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО- БАЗОВИХ СИСТЕМ РЛС ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ**

*І.О. Раковський*

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

Розглядається питання виявлення локаційних цілей, визначення їх просторових координат з високою точністю за принципом побудови комплексів базово-кореляційних систем. Базово-кореляційна система забезпечує пеленгацію та точне визначення координат цілей. Застосування приймачів з кореляторами дає можливість з високою імовірністю здійснити ототожнення приймальних сигналів. Даний приймальний пристрій вирішує завдання уточнення значення різниці ходу сигналу, що впливає на точність визначення координат локаційних цілей.

Удосконалення засобів повітряного нападу і тактики їх застосування приводять до необхідності розвитку і використання перспективних методів

отримання радіолокаційної інформації. Одним з напрямків підвищення завадозахищеності, живучості і інформативності радіолокаційних засобів ППО є розробка багатовищарпаних позиційних радіолокаційних комплексів (БП РЛК). Основу цих систем складають рознесені в просторі приймальні пункти, що реалізують взаємну кореляційну обробку сигналів. Звернення до ідей кореляційної обробки сигналів в даних умовах є істотним, оскільки точна структура спостережуваних сигналів, що представляють собою випадкові процеси, невідома. Основними елементами систем, окрім приймальних пунктів, являються: лінії зв'язку (ЛЗ), що забезпечують передачу прийнятих на виведені приймальні пункти (ВПП) перешкодових сигналів на центральний пункт, кореляційні вимірювачі – виявлювачі сигналів на кожному з використовуваних вимірювальних баз, за допомогою якого здійснюється первинна обробка інформації в системі.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ІНДИКАТОРНОЇ АПАРАТУРИ РЛС 5Н84А ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ**

*Д. Коваленко*

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

Провівши аналіз отриманого досвіду із ведення радіолокаційної розвідки підрозділами радіотехнічних військ під час виконання заходів по безпосередньому відбиттю збройної агресії показав, що сучасні радіолокаційні станції метрового діапазону, в яких реалізовано цифрова обробка даних, є сучасні засоби відображення мають кращі бойові можливості з виявлення, особливо в зоні місцевих предметів, відображення та супроводження повітряних цілей особливо з малою ефективною поверхнею розсіювання та низькою швидкістю польоту, ніж радіолокаційні станції з аналоговими засобами відображення та з аналоговою обробкою даних. Модернізація індикаторної апаратури аналогових станцій метрового діапазону дозволить покращити їх можливості з пошуку, виявлення, визначення координат, відображення та супроводження повітряних цілей. Візуальний спосіб та відображення інформації на електронно-проміневій трубці мають ряд недоліків, які враховуючи недоліки пов'язані з обробкою сигналів, не дають вчасно, точно виявити, а в деяких випадках взагалі не виявити, повітряні цілі. Використання сучасного елемента відображення дозволить збільшити інформаційні та точнісні характеристики індикаторної апаратури та безпеку обслуговування в результаті модернізації виносної індикаторної апаратури. Перетворення аналогових сигналів на цифрові сигнали системи відображення дозволить розширити можливості по спряженню та передачі даних до відповідних споживачів.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ВІЗУАЛЬНО-ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ АЛГОРИТМУ ОБРОБКИ КОМБІНОВАНОГО СИГНАЛУ РЛС П-18МА**

*А.В. Ткалич*

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

РЛС П-18МА є вдосконаленою версією рухомої аналогової РЛС дальнього виявлення метрового діапазону хвиль П-18 виробництва української компанії товариства з обмеженою відповідальністю "Аеротехніка-МЛТ". Вона має

покращені характеристики виявлення та забезпечує автоматичне супроводження повітряних об'єктів, приймання даних від інших РЛС і РРВ, обмін радіолокаційною інформацією по каналах обміну даними в узгодженому протоколі обміну.

В РЛС П-18МА використовується зондувальний сигнал, що складається з трьох або чотирьох частин, які випромінюються по черзі. Це звичайний імпульсний радіосигнал ("гладкий" імпульс) тривалістю 6 мкс, фазоманіпульований (ФМ) сигнал сформований за кодом Баркера тривалістю 78 мкс, а також ще один чи два ФМ-сигнали тривалістю 168 мкс і 252 мкс, відповідно. При цьому для огляду повітряного простору в ближній зоні використовується, як правило, короткий імпульсний сигнал, а в дальній зоні – внутрішньо модульований імпульсний сигнал великої тривалості, що дозволяє зберегти точність виміру дальності до цілі.

Алгоритм обробки такого складного комбінованого сигналу пропонується змоделювати за допомогою програмного забезпечення Simulink з пакету моделювання MATLAB, який дозволяє провести інтерактивну візуалізацію вихідних сигналів передавального пристрою будь-якого засобу радіолокації, має відповідну наочність і не дуже складний для створення візуально-імітаційних моделей.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ, ЩО НАДАНІ КРАЇНАМИ-ПАРТНЕРАМИ ПО ВИЯВЛЕННЮ МАЛОПОМІТНИХ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*М.Є. Лицук*

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

Сучасні РЛС, які знаходяться на озброєнні частин та підрозділів РТВ, можуть забезпечити виявлення БПЛА типу "Орлан-10" на висотах від 100 м – на дальностях 15...30 км, на висотах більше 500 м – на дальностях 50...60 км, та на висотах більших 1000 м – на дальностях 70...90 км.

З метою покращення спроможностей угруповання РТВ щодо виявлення цілей такого класу країнами-партнерами були надані РЛС Ground Master 200, TRML-4D, AN/TPQ-64.

Вказані РЛС відносяться до класу багатофункціональних радіолокаційних систем повітряного спостереження. Вони здатні виявляти, супроводжувати та класифікувати різні типи повітряних цілей. Велика увага приділяється режимам виявлення малорозмірних, швидкісних крилатих ракетах, маневруючих літаків та вертольотів, що діють на малих та гранично малих висотах.

Дослідження показало, що розглянуті РЛС відносяться до класу маловисотних та забезпечують просторові показники зони виявлення близькі до РЛС вітчизняного виробництва, але показники завадозахищеності, можливості з спраження та мобільності на кращому рівні.

Слід відзначити високі експлуатаційні характеристики, розширену підтримку життєвого циклу, простоту операцій технічного обслуговування та сервісну підтримку виробником.

Суттєвим недоліком є їх висока вартість порівняно з вітчизняними РЛС та відсутність ремонтних підприємств на території України. Також загальною проблемою, що потребує вирішення є відсутність вбудованого запитувача системи державного впізнання "Пароль".

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АПАРАТУРИ ЗАХИСТУ ВІД ПАСИВНИХ ЗАВАД РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ**

*Е.М. Герасименко*

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

Розробка пропозицій щодо підвищення ефективності апаратури захисту від пасивних завад радіолокаційних систем (РЛС) метрового діапазону хвиль може включати наступні аспекти.

Адаптивні системи обробки сигналів: Ці системи можуть використовувати адаптивні алгоритми для зменшення впливу пасивних завад на роботу РЛС. Наприклад, можна використовувати двовимірні адаптивні решітчасті фільтри для сумісної просторово-часової обробки сигналів.

Мультирадарна обробка інформації: Сучасні РЛС можуть обробляти не лише власну інформацію, а й дані, отримані від інших РЛС. Це може допомогти в підвищенні ефективності захисту від пасивних завад.

Використання спеціальних методів захисту: Існують різні методи захисту РЛС від активних та пасивних завад. Вибір конкретного методу буде залежати від специфіки завад та вимог до РЛС. Ці пропозиції можуть бути використані як вихідний пункт для розробки більш детального плану щодо підвищення ефективності апаратури захисту від пасивних завад РЛС метрового діапазону хвиль. Зверніть увагу, що для реалізації цих пропозицій може знадобитися додаткове дослідження та експериментування.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ПОКРАЩЕННЯ ЗАХИСТУ РЛС П-37 ВІД АКТИВНИХ ЗАВАД**

*В.П. Міроненко*

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

Застосування засобів радіолокації ЗС України в умовах сучасної війни обов'язково повинно враховувати використання противником активних завад. Війська РФ мають на озброєнні величезну кількість й номенклатуру засобів РЕБ та активно їх використовують.

В роботі пропонується конструктивні елементи існуючого поляризатора РЛС П-37, який використовувався для захисту від пасивних завад, доопрацювати для побудови швидкодіючого поляризатора захисту від активних завад. Застосування електромагнітних фазообертачів та аттенюаторів зі схемою керування дозволить оперативно змінювати поляризацію зондувального сигналу в залежності від поляризації активної завади. Для покращення ефективності бойових завдань радіотехнічних підрозділів проти РФ, в кваліфікаційній роботі запропоновано вдосконалення поляризатора антенної системи на РЛС П-37. Це дозволить швидко змінювати поляризацію, забезпечуючи більшу гнучкість. Замість механічного фазообертача, який працює 11 секунд, пропонується використовувати електромагнітний фазообертач, змінювати якого можна майже миттєво. Додавши керований аттенюатор, можна забезпечити різні види поляризації, такі як лінійна вертикальна, горизонтальна, кругова та еліптична.

Отже модернізувавши даний пристрій дозволить швидко реагувати на зміни в обстановці та зменшити вплив активної завади майже до нуля або мінімуму.



## **ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ РУХОМИХ РАДІОВИСОТОМІРІВ**

*С.А. Гончаров*

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

У зв'язку з тим, що запас зразку РРВ-13 значно зменшується, а їх заміна та ремонт ускладнюється відсутністю застарілої на цей час елементної бази, виникає питання модернізації застарілих зразків. Враховуючи необхідність збереження боездатності системи радіолокаційної розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України для виконання завдання за призначенням, у період російсько-української війни.

З метою забезпечення продовження терміну служби (на 8-10 років) рухомих радіовисотомірів, покращення їх тактико-технічних і експлуатаційних характеристик, а також раціонального використання державних коштів, які спрямовуються на підтримку та розвиток озброєння радіотехнічних військ, ТОВ НВП "Аеротехніка-МЛТ" проводить роботи з модернізації РРВ. Модернізація РРВ-13 забезпечується за рахунок: модернізації апаратури передавального пристрою при збереженні частотного діапазону; заміни аналогової апаратури обробки сигналів та інформації цифровою; заміни індикаторної апаратури сучасними автоматизованими робочими місцями; реалізації нових алгоритмів обробки і способів відображення інформації; модернізації опорно-обертальної системи та системи гойдання антени; заміни системи первинного електроживлення з переведенням її на частоту 50 Гц та використання сучасних дизель-електричних агрегатів. А також завдяки комплексам засобів автоматизації можна досягти видачу інформації за допомогою модемів, контролю стану та діагностики модернізованих функціональних вузлів РРВ.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПРИДУШЕННЯ ПАСИВНИХ ЗАВАД В РЛС ТИПУ 35Д6**

*А.О. Яворовенко*

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

Основним недоліком систем селекції рухових цілей (СРЦ) РЛС типу 35Д6 є відсутність штатній апаратурі фільтра придушення корельованих пасивних завад, що приводить до втрат ефективності обробки корисних сигналів на їх фоні. Його функції виконує бланкування сигналів нульового і сьомого фільтрів.

При такому підході навіть у випадку, коли завади не проникають у ці фільтри, буде придушуватись і корисний сигнал, відбитий від цілі, з радіальними швидкостями, що відповідають фазовому набігу першого і сьомого фільтрів.

Пропозиція щодо удосконалення системи СРЦ полягає у поверненні до класичної побудови системи у вигляді послідовного з'єднання фільтра придушення та фільтра накопичення. В таких системах СРЦ передбачається не тільки придушення завад, але і накопичення імпульсів пачки корисного сигналу. У якості останнього використовується штатна система на основі ДПФ. Фільтри придушення можуть бути не адаптивними і адаптивними.

Розроблено алгоритм і структура не адаптивного цифрового фільтра придушення перед фільтром накопичення на ДПФ. Дозволяє підвищити коефіцієнт придушення завади та якість обробки відбиттів від цілі, що рухаються з малими радіальними швидкостями.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОТИДІЇ БПЛА НА ПОЗИЦІЇ ОКРЕМОГО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВЗВОДУ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*Р.В. Балюк*

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

За досвідом російсько-української війни встановлено, що основними розвідувальними безпілотними літальними апаратами (БПЛА) російської федерації, що можуть бути використані на позиції окремого радіолокаційного взводу (орлв) є БПЛА серії “Zala”, “Орлан” та “SuperCam”.

Встановлено, що ворог активно використовує на війні два варіанти ударних БПЛА, так звані “баражуючі боеприпаси” – “Ланцет-1(3)”. Наведено їх основні відмінності та тактико-технічні характеристики.

Для ефективної протидії їм на позиції орлв запропоновано наступні пропозиції:

- радіоелектронна боротьба (РЕБ). Використання систем РЕБ для перехоплення та приглушення сигналів управління БПЛА може призвести до втрати їх контролю та втрати ефективності в бою;

- протиповітряна оборона, що передбачає розгортання зенітних ракетних комплексів та протиповітряних ракетних систем для знищення ворожих БПЛА на підході до позицій;

- активні системи захисту, зокрема системи лазерного впливу або системи перехоплення та руйнування противникової атаки для захисту позицій від ударів БПЛА;

- фізичні перешкоди у вигляді сіток, бар’єрів або екранувальних споруд для ускладнення проникнення БПЛА на позиції;

- заходи безпеки, які передбачають встановлення засоби укриття та екранування для захисту від атак з повітря;

- розвідка та розведення для вчасного виявлення та ідентифікації ворожих БПЛА, що дозволить прийняти необхідні заходи для їх знищення чи відвернення атаки;

Отже, перелічені підходи можуть бути інтегровані в комплексну стратегію захисту позицій орлв від атак зазначених БПЛА.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПРОПОЗИЦІЇ ДО СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ**

*О.М. Алістратов; О.О. Раковський*

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

Безпрецедентне зростання кількості польотів безпілотних літальних апаратів (БПЛА), стрімкий розвиток їх функціональних можливостей, глибока інтеграція безпілотників із вогневими засобами армійських підрозділів, а також безконтрольне застосування БПЛА створює загрозу для безпекової сфери України. На даний час відчувається потреба якісного виявлення різноманітних БПЛА та їх гарантованого супроводження в повітряному просторі України на гранично малих та малих висотах.

Діюча система в Україні з контролю повітряного простору радіотехнічними військами не розрахована на виявлення та супроводження кількох тисяч БПЛА з малою ефективною поверхнею розсіювання. Це свідчить

про необхідність значних систем-них змін в системі контролю повітряного простору держави. Бачиться доцільним здійснення переходу від діючої двоярусної побудови радіолокаційного поля до чотириярусного розділення зон відповідальності по висотах. Така система забезпечить нарощення спроможностей радіотехнічних військ з виявлення та супроводження як “класичних” повітряних цілей, так і БпЛА, без значних структурних змін діючої системи контролю повітряного простору.

Організаційна структура радіотехнічних військ повинна здійснити принципове зростання технічних та інформаційних можливостей засобів контролю повітряного простору з виявлення та супроводження великої кількості повітряних цілей. Нестачу радіолокаційних засобів для нового розділення на повітряні яруси необхідно вирішувати за рахунок розробки нових багатофункціональних та багаторежимних РЛС.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ БАГАТОЧАСТОТНОЇ РЛС L-ДІАПАЗОНУ**

*Т.А. Гура*

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

Застосування радіолокаційних зондувальних сигналів L-діапазону має ряд переваг при виявленні повітряних об'єктів невеликих електричних розмірів, до яких можна віднести тактичні безпілотні літальні апарати типу “Zala”, “SuperCam” та “Орлан”. Це пояснюється тим, що перелічені розсіювачі мають елементи конструкції, співрозмірні із довжиною зондувальної хвилі L-діапазону і таким чином є резонансними об'єктами.

Проведено аналіз сучасних пристроїв виявлення радіолокаційних об'єктів та віріантів їх технічної реалізації із застосуванням сучасних електронних компонентів.

Обґрунтовано вибір типу і параметрів зондувального сигналу для багаточастотної РЛС L-діапазону у режимі виявлення цілей. Запропоновано метод зменшення рівня бічних пелюсток прийнятого сигналу на етапі його обробки. Отримано результати розрахунку часово-частотної функції розузгодження обраного зондувального сигналу.

Розроблено структурну схему відповідного каналу виявлення та алгоритм його функціонування.

Запропонований варіант технічної реалізації каналу виявлення передбачає здійснення узгодженої обробки прийнятого сигналу. Після переходу на проміжну частоту обробка здійснюється у цифровій формі. При цьому одночасно з виявленням здійснюється і вимірювання дальності до цілі.

Перехід до цифрової обробки призводить до зменшення габаритів і ваги приймальної апаратури, підвищення надійності та мобільності радіолокатору у цілому.

## **СЕКЦІЯ 6**

### **РОЗВИТОК ОЗБРОЄННЯ, ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ. ПРОТИПОВІТРЯНА ОБОРОНА ВІЙСЬК В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ**

Керівники секції: к.т.н. доц. пр. ЗС України Станіслав ПСКУНОВ  
Секретар секції: старший солдат Ангеліна ВІВТАШ

#### **DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE USE OF COMPUTER VISION IN THE ELECTRONIC-OPTICAL INTELLIGENCE MODULE OF THE MOBILE COMMAND CENTER**

*A. Vityash*

*Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The high-intensity warfare that have been unfolding on the territory of our country since the full-scale invasion of the Russian Federation have been differs by the largest-ever use of cruise missiles (CR) and unmanned aerial vehicles (UAVs) by the aggressor in all previous history.

The development of computer vision (CV) technologies and artificial intelligence (AI) algorithms creates opportunities for improving the means of detection at mobile command units and control points of the Army Air Defense (Air Defense Forces).

PPRU – mobile reconnaissance and command unit for tactical air defence systems, designed to control the combat area of Army Air Defense systems such types as: Anti-aircraft Self-propelled Gun (ASG) ZSU-23-4 "Shilka", 2С6 "Tunguska", 9K35 "Strila-10".

The report highlights the development of proposals for the creation of software complex for a multispectral electronic-optical system and computer device, which uses a deep learning model (neural network) to finding, automatic tracking and recognize such types of air targets, with the aim of modernizing the PPRU equipment in accordance with the requirements of modern anti-aircraft combat.

#### **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СПОСОБІВ ПРОТИДІЇ БПЛА В ХОДІ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОГО БОЮ ЗЕНІТНОЇ РАКЕТНОЇ БАТАРЕЇ, ОЗБРОЄНОЇ ЗЕНІТНИМ РАКЕТНИМ КОМПЛЕКСОМ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ**

*Ю.Ю. Плохий*

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

За результатами аналізу застосування підрозділів протиповітряної оборони Сухопутних військ, озброєних комплексами малої дальності, у війні з російською федерацією здійснено формування переліку значимих чинників, що суттєво впливають на ефективність ведення протиповітряного бою. З метою підвищення такої ефективності визначено керуючі параметри процесу бойового застосування сил та засобів, за допомогою яких командири здатен

приймати оптимальні рішення у відповідності з обстановкою, що складається, як на етапі планування бойових дій, так і у ході бою.

Показником обґрунтованості таких рішень є результати математичного моделювання створеного комплексу моделей протиповітряного бою зенітної ракетної батареї, до якого увійшли:

– модель вогневого ураження з врахуванням двостороннього впливу протиборчих сторін;

– неординарна модель протиповітряного бою, що враховує невизначеність складу повітряних цілей та часові інтервали входу в зону відповідальності підрозділу;

– неповнодоступна модель протиповітряного бою з врахуванням бойового порядку засобів вогневого ураження підрозділу.

Під час розробки моделей застосований метод аналітико-стохастичного моделювання із використанням математичного апарату марковських процесів масового обслуговування з дискретними станами та безперервним станом.

Перевагами розроблених моделей є відповідність вимогам оперативності, достовірності, повноти результатів, що отримуються, вимогам системності, модульності та відповідності рівню керівництва.

Отримано дієвий інструмент для формування пропозицій для підвищення ефективності бойового застосування підрозділу та обґрунтування рішень командира, інших органів управління.

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЗЕНІТНОГО СНАРЯДУ ЗЕНІТНОЇ САМОХІДНОЇ УСТАНОВКИ “GEPARD”**

*Д.І. Страцев*

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

Війна російської федерації проти України, показала що противник масовано використовує високоточну зброю. Висока ефективність протидії високоточної зброї може бути досягнена подальшим зростання ефективності зенітного артилерійського вогню. Ефективність ведення зенітного вогню у достатній мірі буде залежати від правильно складених та збережених у пам'ять цифрового-лічильного пристрою таблиць стрільби для конкретного гарматного озброєння. Для вирішення цього питання потрібно розробити математичні методи та створити моделі опису руху зенітного снаряду в повітрі при стрільбі зенітних гарматних комплексів, що є на озброєнні протиповітряної оборони Сухопутних військ.

В доповіді наведено результати розробки математичної моделі руху зенітного снаряду калібру 35-мм з урахуванням впливу зовнішніх та внутрішніх факторів стрільби. Математична модель реалізується за допомогою пакету Mathcad. Вона дозволяє знайти параметри сумарного закону розподілу помилок стрільби та сформувані таблиці стрільби для 35 мм снаряду. Відповідно до вхідних величин за допомогою цієї моделі можна визначити ймовірності влучення 35 мм снаряду в ціль у будь-якій точці його польоту.

Модель може бути використана в дослідницьких цілях, з метою з'ясування подальших напрямків щодо модернізації та бойового застосування ЗСУ Гепард.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА ПІДРОЗДІЛІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО ПІДХОДУ**

*О.Я. Дядюк*

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

Досвід локальних війн та конфліктів сучасності, а також бойові дії України проти РФ вказує на необхідність вдосконалення процесу автоматизованого управління високотехнологічними міжвидовими угрупованнями (МУ), як взаємопов'язаної сукупності бойових груп, кожна з яких представляє собою окрему бойову систему, що взаємодіє з іншими системами.

Можливість вирішення цього питання може бути у розробці та впровадженні нових систем управління, якими можуть бути, наприклад перспективні мережецентричні системи управління (МЦСУ).

На початковому етапі при розробці МЦСУ доцільно розглядати урахування різноманітних умов обстановки, що впливають на МЦСУ.

У подальшому доцільно розглянути форми та способи застосування різних систем управління в умовах ведення бойових дій.

Основними вимогами при створенні сучасних систем управління МЦСУ можуть бути:

- врахування системного підходу до розробки сучасних систем управління, на базі аналізу їх підсистем і елементів;
- врахування безперервного розвитку сучасних систем управління;
- врахування необхідності модульної побудови сучасних систем управління та її основних елементів;
- врахування забезпечення можливості нарощування функціональних можливостей, модернізації і заміни застарілих елементів існуючих систем управління;
- врахування єдиної інформаційної бази для вирішення різних інформаційних, розрахункових задач та моделей з метою автоматизованого управління різними підсистемами;
- врахування взаємодії з іншими системами управління різних мережевих органів управління.

Таким чином доцільно розглядати форми та способи застосування мережецентричних систем управління з метою всебічного та якісного забезпечення ведення бойових дій.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ОПТИЧНОГО ПРИЦІЛУ 9Ш127 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ БМ 9А34(35)**

*К.Ю. Слободенюк*

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

Досвід виконання бойових завдань силами ППО в умовах високої інтенсивності, що розвернулися на території нашої держави з моменту повномасштабного вторгнення російської федерації показує, що організована

система ППО яка містить в собі ЗРК МД, СД примушує тактичну та армійську авіацію противника діяти на максимально можливих дальностях застосування. Саме тому в районах зіткнення широкого розповсюдження набули різні типи БпЛА, і оскільки ЗРК МД, СД за своїми ТТХ розраховані на боротьбу з відносно більш віддаленими та великими цілями, то боротьба з цілями які літають на малих, гранично малих висотах, маючи при цьому ЕПР в рази менший ніж у пілотованої авіації, падає на ЗК БД. Протидіють БпЛА усіма можливими засобами, серед яких і “Стріла-10”.

БМ 9А34(35) являє собою тягач МТ-ЛБ, на базі якого встановлена пускова установка з апаратурою та направляючими. БМ 9А34(35) призначена для виявлення, розпізнавання, захоплення, супроводження повітряної цілі, передпускової підготовки та пуску ЗКР.

У доповіді висвітлюється аналіз з будови БМ, на основі чого втілюється розробка пропозицій щодо удосконалення ОП 9Ш127 для підвищення ефективності стрільби, виходячи з аналізу специфіки застосування ЗПН противником.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СТЕНДОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ВИРОБУ 1А26 ЗСУ 2С6**

*О.О. Ляшок*

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

Здатність зенітної самохідної установки (ЗСУ) 2С6 виконувати завдання щодо прикриття об'єктів і військ від ударів повітряних цілей суттєво визначається станом цифрової обчислювальної системи (ЦОС) 1А26.

Процес технічного діагностування ЦОС 1А26 складається із вимірювання та аналізу вихідних сигналів контрольних роз'ємів за допомогою стендового обладнання машини технічного обслуговування та ремонту 1Р10, яка як правило не знаходиться в місті виконання бойової задачі. Виникає необхідність оперативної діагностики стану ЦОС 1А26 і виявлення несправності із точністю до блоку (панелі), які підлягають заміні.

В доповіді розглядаються пропозиції щодо створення автоматизованого стендового обладнання для діагностики виробу 1А26 ЗСУ 2С6, яке дозволить відслідковувати сигнали із діагностичних роз'ємів блоків пристрою введення і виведення ЦОС 1А26, видавати їх на відповідний носій: планшет(телефон).

Стендове обладнання складається із вимірювальних модулів, які перетворюють напруги на контактах діагностичних роз'ємів у цифровий код, що поступає на модуль збору інформації. Модуль збору інформації крім управління збором інформації виконує функцію перетворювача інтерфейсу. Інформація про значення напруг на входах вимірювальних модулів відображається у вікні програми.

Застосування наведеної вимірювальної системи скоротить час відновлення боєздатності ЗСУ 2С6 за рахунок оперативної діагностики ЦОС 1А26 до знімного блоку, зменшення помилки і втрат часу на проведення ремонтних робіт.

## **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСПЕКТИВНОЇ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ЗРК ЗА РАХУНОК ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ (ЧАСОВИХ) РЕСУРСІВ МІЖ РЕЖИМАМИ ВИЯВЛЕННЯ, СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ТА НАВЕДЕННЯ ЗРК**

*А.С. Бойко*

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

Бойові дії, що ведуться на теренах нашої держави визначили широке застосування озброєння нового покоління. Зміна характеру ведення бойових дій, напрямки розвитку перспективних зразків зенітних ракетних комплексів (ЗРК) обумовлюють пошук ефективних напрямків підвищення їх ефективності.

У розробці та модернізації таких ЗРК надають перевагу покращенню багатofункціональних радіолокаційних станцій (БФ РЛС).

Розглянуто пропозиції щодо підвищення ефективності БФ РЛС за рахунок відмови від сталих алгоритмів роботи та заміни їх на гнучкі, які дозволяють змінювати цикл управління режимами її роботи у залежності від поточної потреби. Був запропонований новий метод розподілу енергетичного (часового) ресурсу між режимами БФ РЛС на основі використання генетичного алгоритму.

Використання такого методу дозволяє підвищити пропускну здатність РЛС, і відповідно, підвищити ефективність роботи як станції, так і ЗРК у цілому.

## **ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ЗЕНІТНИМИ КОМПЛЕКСАМИ БЛИЖНЬОЇ ДІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КАНАЛУ**

*С.С. Кравченко*

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

Одним із засобів новітнього озброєння стали безпілотні літальні апарати (БпЛА), які довели свою здатність значно ефективніше вести повітряну розвідку, аніж пілотовані літаки, та виконувати інші завдання бойового призначення, завдаючи ударів по противнику. Безпілотні літальні апарати мають суттєві відмінності у порівнянні із типовими цілями комплексів протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ), що ускладнює організацію протидії за рахунок таких чинників, як малі геометричні розміри та мала ефективна поверхня відбиття БпЛА, що додатково забезпечується використанням в їх конструкції композитних матеріалів.

Тому найкращі характеристики щодо виявлення БпЛА мають засоби розвідки із найменшою довжиною хвилі.

Для недопущення розкриття вогневих (стартових) позицій, збереження життів особового складу та техніки доцільно буде використовувати оптичний спосіб виявлення та наведення на ціль. Оптичний спосіб виявлення повітряних цілей дозволяє вести скриту розвідку та забезпечити режим маскувannya вогневих (стартових) позицій. Проте, такий спосіб виявлення повітряних цілей



не дозволяє виявити повітряного противника на дальній границі зони пуску або в зоні вогню зенітними автоматами.

Для покращення розвідувальних можливостей комплексів ППО СВ, разом із оптичним каналом, доцільно використовувати тепловізійний. Такий спосіб дозволяє вести повітряну розвідку як вдень, так і вночі, забезпечувати режим скритності та збільшити дальність виявлення, розпізнавання та ідентифікації повітряних цілей.

## **РОЗРОБКА ЗАСОБУ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ БПЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ЦФАР**

*В.В. Сидоренко*

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

1. Досвід ведення бойових дій, в ході протистояння збройній агресії російської федерації із застосуванням ефективних засобів сучасного озброєння, що почали використовуватися у відбитті противника.

2. Оцінка можливостей вогневих засобів ППО старого парку щодо знищення та ураження, ефективності ракетних, зенітних та гарматних систем та комплексів яка включає такі параметри, як швидкість відслідковування та наведення, точність удару та швидкість реакції.

3. Аналіз поточного стану технологій функціонального ураження БПЛА та переваги використання циліндричної фазованих антенних решіток у порівнянні з традиційними системами ураження.

4. Проектування прототипу засобу функціонального ураження на основі циліндричної фазованої антенної решітки з урахуванням вимог ефективності та компактності.

5. Аналіз впливу електромагнітних імпульсів (ЕМІ) на радіотехнічні системи розвідувального та ударного обладнання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для їх ураження, що може призвести до втрати контролю над БПЛА та його подавлення.

6. Аналіз перспектив подальшого розвитку функціонального ураження БПЛА з використанням циліндричних фазованих антенних решіток та можливість їх комерціалізації.

7. Основні розрахунки для визначення робочої зони та структури поля сфокусованих радіоімпульсів, що випромінюються циліндричною ФАР, для оптимального керування напрямом та формуванням сигналів ураження.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГРАМ ЗВОРОТНЬОГО ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ У САНТИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ**

*І.О. Сапунов*

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

Метою даної роботи є математичне моделювання характеристик розсіювання різних типів керованих авіаційних бомб, що знаходяться на озброєнні в зс рф та оцінка зон виявлення даних цілей РЛС, задля видачі рекомендацій щодо боротьби з даним класом цілей та постановки вимог до перспективних РЛС військ ППО Сухопутних військ.

Одним з основних параметрів цілі що дозволяє визначити дальність її виявлення РЛС є її ефективна поверхня розсіювання (ЕПР).

В роботі обчислення ЕПР ракет класу “поверхня-повітря” проводилося з використанням методики розробленої в ХУПС.В якості основної розрахункової формули для знаходження розсіяного ракетною полем, що знаходиться поза розсіювачем було використано інтегральне уявлення типу Стрэттона-Чу.

Розрахунки поля розсіяного КАБ було проведено у наближенні фізичної оптики. При розрахунках вплив ребер об’єкту в розсіяне поле не враховувався.

Шляхом математичного моделювання були отримані та проаналізовані діаграми зворотного вторинного випромінювання КАБ, а саме залежність ЕПР ракет від кута їх опромінення.Отримані результати дозволили розробити рекомендації для зенітних підрозділів ППО СВ з метою підвищення імовірності виявлення та обстрілу даних типів цілей, а також пред’явити вимоги до перспективних РЛС.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ СТАНЦІЄЮ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ**

*Д.В. Мельник*

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

Виявлення безпілотних літальних апаратів (БПЛА) зенітними ракетними комплексами (ЗРК) в провідних країнах світу може відрізнятись у залежності від технологій та можливостей систем протиповітряної оборони (ППО). Однак, деякі країни – мають більш передові радіолокаційні системи розвідки та технологію спостереження за БПЛА, що дозволяє їх ефективно виявляти та вести спостереження, тоді як інші – можуть лише покладатися на більш традиційні методи візуального спостереження за БПЛА або – здійснювати збір розвідувальної інформації.

У доповіді розглянуто основні тактико-технічні характеристики ЗРК малої дальності та ближньої дії військ ППО Сухопутних військ Збройних сил України. Доведені їх переваги та недоліки з боку виявлення БПЛА і їх знищення. Розроблено пропозиції щодо підвищення ефективності виявлення БПЛА станцією виявлення цілей ЗРК.

### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ВЕДЕННЯ ОБ’ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ДІЙ ОБСЛУГИ ЗРК ОСА**

*О.О. Забабурін*

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

На даний час об’єктивний контроль відіграє важливу роль під час бойової роботи на ЗРК “Оса”.

Об’єктивний контроль призначений для фото або відеофіксації повітряної обстановки спрямований на отримання та збереження достовірної інформації про дії обслуги, під час виконання бойової роботи і при проведенні функціонального контролю.

В даній доповіді проведено аналіз існуючих засобів згідно яких виконується ведення об’єктивного контролю, також зазначено використання

програмно-апаратного забезпечення “РАМА” сутність якого полягає в використанні бездротової трансляції ширококутового потокового зображення в полі зору відеокamer, що розташовуються в середині зразку озброєння під час проведення об’єктивного контролю, бойової роботи та подальший прийом і відтворення зображення.

Розглянуті вимоги керівних документів згідно яких виконується об’єктивний контроль.

В данній роботі також висвітлені ідеї для вдосконалення об’єктивного контролю з використанням різного виду екшн камер для чіткості зображення повітряної обстановки а також для відеофіксації в нічний час чергування під час ведення бойової роботи.

Також можна зазначити підключення камер до супутникової мережі “Starlink” за допомогою планшетів і визначеної апаратури для передачі інформації про повітряну обстановку старшому начальнику на КП або передачу інформації мобільно-вогневим групам ЗРК “Оса”.

Таким чином розробка рекомендацій щодо удосконалення об’єктивного контролю дій обслузи ЗРК “Оса” є актуальною науковою задачею.

### **РОЗРОБКА ШТАБНОЇ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАРАНТОВАНОЇ ЗОНИ ПУСКУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТРІЛЬБИ З ПЗРК “ІГЛА” В УМОВАХ ПРОТИДІЇ СТРІЛЬБИ**

*О.І. Ігнат'єв*

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

Досвід ведення бойових дій та виконання завдань силами протиповітряної оборони під час АТО та ООС, а також після повномасштабного вторгнення говорити про те, що агресор активно використовує повітряний простір для застосування крилатих ракет, безпілотних літальних апаратів, та тактичної авіації.

У підрозділах протиповітряної оборони Збройних Сил України застосування ПЗРК “Ігла” стало незамінною протидією засобам повітряного нападу агресора.

ПЗРК “Ігла” 9К38 призначений для ураження реактивних, турбогвинтових і гвинтомоторних літаків, а також вертольотів на зустрічних курсах й навздогін в умовах природних (фонових) і хибних теплових завад при візуальній видимості цілі.

У доповіді висвітлюється аналіз бойових характеристик та досвід застосування для створення методики для визначення необхідних змінних для вирахування гарантійної зони пуску при умовах протидії стрільби.

### **МОДЕЛЮВАННЯ ДІАГРАМ ЗВОРОТНЬОГО ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ (ПРР) У САНТИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ**

*Т.В. Малиношевський*

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

В роботі проаналізовані тактико-технічні характеристики ПРР, особливості та порядок їх застосування носіями, траєкторії їх руху до об’єктів ураження при застосуванні в різних умовах. Проведено математичне моделювання

характеристик розсіювання ракет класу “повітря-поверхня”, зокрема Х-25МП, Х-31П, Х-58, що знаходяться на озброєнні військово-повітряних сил збройних сил росії. На підставі отриманих результатів оцінені зони виявлення даних цілей РЛС, задля видачі рекомендацій щодо боротьби з даним класом цілей та постановки вимог до перспективних РЛС військ ППО СВ, з метою доопрацювання існуючих зразків та формування вимог до перспективних засобів самооборони зенітних підрозділів.

Обчислення ЕПР ПРР проводилося з використанням методики розробленої в ХНУПС. Шляхом математичного моделювання були отримані та проаналізовані діаграми зворотного вторинного випромінювання ПРР, а саме залежність ЕПР ракет від кута їх опромінення.

Аналіз отриманих результатів показує, що з передньої напівсфери ракети при кутах опромінення від  $0^\circ$  до  $20^\circ$  середня ЕПР ракет “Х-31П”, Х-58 складає біля  $0,02-0,05 \text{ м}^2$ . Середня ЕПР ракети “Х-25МП” при тих самих умовах складає близько  $0,1-0,15 \text{ м}^2$ .

Отримані результати дозволили розробити рекомендації для зенітних підрозділів з метою підвищення імовірності виявлення та обстрілу даних типів цілей, а також пред’явити вимоги до перспективних РЛС зенітних комплексів.

### **ТЕСТ-ТРАКТОВІ СХЕМИ ПОШУКУ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ ТИПОВИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ РАДІОТЕХНІЧНОЇ АПАРАТУРИ БОЙОВОЇ МАШИНИ 9А33БМЗ**

*Н.Ю. Корнійчук*

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

Досвід технічної експлуатації зенітного ракетного комплексу 9К33МЗ в умовах ведення бойових дій вказує на велику складність та трудомісткість пошуку відмов та несправностей в радіотехнічній апаратурі (РТА) як основної операції під час відновлення боєздатності. Це має з декілька пояснень: по-перше наявна система контролю працездатності не завжди забезпечує повноту контролю да достовірність отриманих висновків, що працездатності зразка; по-друге існуюча система вбудованого контролю працездатності РТА БМ забезпечує проведення лише неавтоматизованого діагностичного методом послідовних поелементних перевірок з низькими показниками оперативності контролю. Застосування більш ефективних методів послідовних групових перевірок та комбінованого методу утруднено відсутністю наявних тест-трактових схем пошуку несправностей в РТА які не передбачено експлуатаційною документацією.

В доповіді представлені результати розробки тест-трактових схем для пошуку несправностей у тих системах РТА БМ, які мають порівняно гірші значення експлуатаційних показників безвідмовності роботи та ремонтно-придатності. Наведено результати оцінювання показників оперативності та достовірності контролю при застосуванні запропонованих тест-трактових схем пошуку несправностей.

Показано, що застосування тест-трактових схем пошуку несправностей є доцільним, особливо при проведенні пошуку відмов РТА БМ підрозділами технічного забезпечення у польових умовах.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ОРІЄТУВАННЯ ТА ЦІЛЕВКАЗІВКИ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ВОГНЕВОЇ ГУПИ В ТЕМНИЙ ЧАС ДОБИ**

*В.В. Белей*

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

Масове застосування противником ударних безпілотних летальних апаратів (БПЛА) спричинило широке використання мобільних вогневих груп (МВГ) для боротьби з ними.

БПЛА типу “ГЕРАНЬ-2” застосовується переважно більшість у темний час доби, що ускладнює їх виявлення особового складу МВГ. Видача своєчасного та точного цілевказання підвищення ефективності дій МВГ.

З метою видачі цілевказання, пропонується використовувати спеціальне програмне забезпечення (СПЗ) “Віраж-ППО”, яке може бути встановлено на смарт-пристрій, на операційній системі Android.

Це СПЗ в своєму функціоналі має компас, якій забезпечує точне визначення азимуту цілі як видано на мобільну вогневу групу, для її обстрілу, оскільки у функціоналі СПЗ є програмні засоби орієнтування, то застосування “Віраж-ППО” на мобільних пристроях з типовим набором датчиків положення стандартних мобільних пристроїв дозволяє точно реалізовувати цілевказівку по цілі по азимуту який входить до параметрів цілей, що призначено для знищення та видано на МВГ з пункту управління.

Для спрощення прийому та реалізації цілевказівки із застосуванням СПЗ “Віраж-ППО” на типових смарт-пристроях та їх закріпленні на елементах бойового екіпірування обслуги, в т.ч. на бронезилетах, сконструйовано допоміжний пристрій за допомогою технологій 3D-друку. Наведені приклади застосування запропонованого підходу підтверджують доцільність його використання для прийому та реалізації цілевказівки МВГ особливо в ночі.

## **РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ВТОРИННИХ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ БОЙОВОЇ МАШИНИ 9А33БМЗ**

*Д.В. Яхненко*

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

У зв'язку з веденням бойових дій та браку коштів на закупівлю в необхідних кількостях нової військової техніки, великого значення набуває модернізація старих зразків озброєння, з метою доведення їх тактико-технічних характеристик, можливостей бойового застосування до сучасних вимог.

Виконання таких завдань ускладнюється тим, що більша кількість радіотехнічної апаратури складається з елементів, які виготовляються країною агресор та не виготовляються вітчизняною промисловістю. До таких складових БМ 9А33БМЗ відносяться вузли вторинного джерела живлення.

Таким чином, виникає потреба у розробці технічних пропозицій, щодо модернізації вторинних систем живлення БМ 9А33БМЗ за рахунок використання сучасної елементарної бази. Так, одним із варіантів вирішення даного завдання є вдосконалення блоків вторинного електроживлення БМ за рахунок застосування безтрансформаторних джерел живлення.

## **РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗДІЙСНЕННЯ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ДІЙ СТРІЛКА-ЗЕНІТНИКА ПЕРЕНЕСНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКТУ**

*В.А. Гульпак*

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

Аналіз та розробка рекомендацій щодо використання засобів аудіо-відео фіксації об'єктивного контролю дій стрілка-зенітника ПЗРК, доцільність використання засобів фіксації, недоліки та переваги.

Проведення аналізу засобів повітряного нападу рф, тактико-технічні характеристики, недоліки та переваги, способи протидії, ураження.

Аналіз керівних документів, щодо організації дії об'єктивного контролю, накази та додатки, що використовуються під час організації об'єктивного контролю.

Розробка рекомендацій, щодо вдосконалення об'єктивного контролю, недоліки та переваги використання цієї розробки та її доцільність.

Рекомендуємо для проведення об'єктивного контролю використання шолома зенітника, на якому закріплена стріменгова камера, для здійснення об'єктивного контролю та передачі даних на командний пункт в реальному часі.

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ СУМІСНИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ППО СВ ТА РЕБ В БОЮ**

*В.О. Надьожин*

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

Аналіз досвіду ведення визвольної війни проти окупаційних сил противника, надає підґрунтя для ствердження, що майбутні повітряно-наступальні та протиповітряні операції будуть характеризуватись просторовим розмахом, високою динамічністю бойових дій, різкими погіршеннями умов використання РЕ систем управління військами та зброєю, в умовах масованого застосування засобів РЕБ та ВТЗ.

Зростає роль сумісних дій різних родів військ, так як ефективність засобів збройної боротьби залежить не тільки від пошуку кращого способу та часу застосування конкретних типів озброєння, але й від своєчасного визначення особливостей їх використання у сумісності з іншими бойовими засобами.

Комплексний характер РЕБ залучає в її веденні не тільки РЕС, як було можливо раніше, а й широкий спектр ОВТ. Для успішного ведення такого типу бойових дій, необхідно отримувати, обробляти та передавати стрімко зростаючі об'єми інформації в реальному масштабі часу з дотриманням високої якості.

В сучасних умовах вирішальну перевагу матиме той, хто зможе швидше, а головне ефективніше буде застосувати свої вогневі засоби та сили РЕБ для виведення з ладу та радіоелектронного придушення найбільш важливих (критичних) та вразливих елементів управління збройних сил противника. Зрозуміло очевидним є той факт, що в першу чергу необхідно впливати на ті радіоелектронні об'єкти та ланки, вихід із строю або радіоелектронне подавлення яких здійснюватиме найбільший вплив на

стійкість управління авіаційними засобами противника та ого озброєнням, особливо в початковий період ведення бойових дій.

У зв'язку з цим, постає питання, які радіоелектронні об'єкти або ланки необхідно вразити або подавити в першу чергу, на різних етапах протиповітряної операції. Отже, доцільно створювати тактико-вогневі підрозділи ППО СВ та тактико-спеціальні підрозділи РЕБ, які доцільно використовувати сумісно з метою впливу на найбільш важливі (критичні) та вразливі елементи управління збройних сил противника.

Самого лише узгодження планування вогню та постановки радіоелектронних завад в тактичній ланці виявляється недостатньо. Це пояснюється тим, що радіоелектронне придушення є найбільш ефективним, коли значення часу затримки інформації, яка циркулює в системах управління, порівняно з тривалістю циклу управління, впродовж якого ця інформація зберігає свою цінність.

Таким чином підрозділи РЕБ, які вирішують тактичні завдання, доцільно застосовувати у взаємодії з підрозділами ППО СВ. Основною формою бойових дій таких з'єднань буде протиповітряний бій, сутність якого складатимуть вогневе ураження засобів повітряного нападу противника підрозділами ППО СВ, дії підрозділів РЕБ з радіоелектронного придушення бортових радіоелектронних засобів повітряного нападу противника.

Таким чином, специфічні умови бойових дій сил та засобів ППО СВ і РЕБ в бойовому складі підрозділів ППО, недостатність теоретичних досліджень і практичних рекомендацій в даному напрямку, наштовхнули на необхідність проведення подальших наукових досліджень та експериментів. Також до необхідності розробки методики, яка дозволить оцінити очікувані результати сумісних дій підрозділів ППО СВ та РЕБ необхідно розробити науково обгрунтованій рекомендації щодо їх ефективного сумісного бойового застосування в складі підрозділів ППО або в складі зведених мобільних груп.

## **ПІДВИЩЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗЕНІТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ**

*А.Р. Оленюк*

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

В умовах сучасного високотехнологічного поля бою під час російсько – Української війни та широкого впровадження цифрових технологій традиційна військова міць вирішує далеко не все. Дуже часто для виявлення повітряного противника (ПП), стосується безпілотних літальних апаратів (БПЛА), в підрозділах протиповітряної оборони Сухопутних військ (ППО СВ) штатних засобів виявлення ПП недостатньо.

Традиційно в підрозділах ППО СВ застосовується два види розвідки ПП, а саме радіолокаційна та візуальна. Сили та засоби, які ведуть таку розвідку, в багатьох випадках дуже складно виявити малорозмірні БПЛА (квадрокоптери, FPV дрони, баражуючі боєприпаси типу “Ланцет”), які в свою чергу наносять значні втрати як особовому складу, так і озброєнню та військовій техніці (ОВТ) Сил безпеки й оборони України.

Розглядається можливість локального застосування радіоелектронної розвідки (РЕР) зенітними підрозділами під час виконання завдань по прикриттю військ від ударів ПП за допомогою портативних аналізаторів спектру. Засоби РЕР можуть розгортатися як на постах візуального

спостереження, так і на окремих бойових машинах, які безперервно ведуть розвідку ПП.

Пропонується використовувати портативний аналізатор спектру в інтервалі значень від 100 кГц до 6 ГГц, який показує повний частотний діапазон у 450 точках сканування і може працювати автономно із застосуванням як вбудованої батареї, так і від зовнішнього джерела живлення.

Порівняна робота аналізатору з використанням штатної антени приладу і додатковими зовнішніми: для підвищення точності та дальності виявлення, обґрунтована доцільність використовувати аналізатор спектру не зі штатною антеною, а поєднувати дві окремі антени діапазонами частот 2,4 ГГц та 900 МГц.

Проведено аналіз тактичного та технічного застосування РЕР з використанням можливостей портативного аналізатору спектру підрозділами ППО СВ по виявленню каналів управління малорозмірних літальних апаратів.

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ**

*Р.В. Ярошук*

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

Дослідження даної предметної області підкреслює зростаюче значення теорії нечітких множин, як фундаментальної концепції в рамках нечіткої логіки, для підвищення точності та ефективності прийняття рішень у військових цілях, особливо в складних і невизначених сценаріях, таких як протиповітряна оборона та ураження повітряних цілей.

В сучасних умовах ведення бойових дій важливо в режимі реального часу аналізувати повітряну обстановку для ефективного ведення протиповітряної оборони. Основою такого аналізу є ідентифікація та встановлення пріоритетів серед повітряних цілей, що беруть участь в повітряних ударах. Цей процес включає складний аналіз параметрів руху цілей і вимагає швидкого збору та обробки даних, часто отриманих з неперевіраних джерел. Важливо, що ця інформація використовується для цілерозподілу та знищення повітряних цілей вогневиими засобами. Тому критично необхідно впровадження алгоритмів, здатних обробляти неповні або невірні відомості.

Пропонується використовувати можливості нечіткої логіки для визначення пріоритетності повітряних цілей, використовуючи як нечіткі множини, правила, функції приналежності, так і процедури виведення та дефазифікації. Застосування нечіткої логіки дозволяє втілювати досвід і експертні знання операторів для формування відповідних правил, а процес фазифікації сприяє уточненню пріоритетів в умовах невизначеності.

Застосування принципів нечіткої логіки в управлінні вогневиими засобами може значно підвищити адаптивність і точність виявлення та ураження повітряних цілей, оптимізувати використання вогневих засобів, скоротити час реакції та збільшити шанси на успішне знищення цілей у різноманітних бойових ситуаціях.

Практичне значення дослідження полягає у забезпеченні більшої адаптивності та точності виявлення та знищення повітряних цілей за допомогою використання принципів нечіткої логіки під час управління вогневиими засобами. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання вогневих засобів, мінімізувати затримки часу реагування, та підвищити ймовірність успішного знищення цілей у різних бойових умовах. Це, у свою чергу, може сприяти підвищенню ефективності систем протиповітряної оборони та підтримки прийняття рішень в складних та невизначених умовах.



## **СЕКЦІЯ 7**

### **МЕТРОЛОГІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ**

Керівники секції: к.т.н. підполковник Надія КУРАВСЬКА  
Секретар секції: старший солдат Анастасія АНДРЕЄВА

#### **ПРОВЕДЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*Д.І. Басова*

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

Метою підготовки до проведення метрологічної експертизи технічної документації на виробі ОВТ є попереднє ознайомлення виконавців експертизи з об'єктом експертизи, розробка, погодження та затвердження програми експертизи технічної документації на виробі ОВТ.

Розробку Програм експертизи відповідно до покладених завдань здійснюють головна організація з військово-метрологічного супроводження ОВТ на всіх стадіях їх життєвого циклу або спеціалізована випробувальна організація з проведення державних та інших видів випробувань зразків ОВТ.

Програму експертизи погоджують: розробник (виробник) ОВТ, відповідне військове представництво МО України, а на стадії життєвого циклу “використання (експлуатування) ОВТ” – служба метрології та стандартизації командування виду (роду) військ (сил) Збройних Сил України. Програму експертизи затверджує керівник головної організації з метрологічної діяльності у МО України та ЗС України.

Затвержену Програму експертизи направляють до розробника (виробника) виробу ОВТ для організації підготовки до проведення експертизи. Програма експертизи на етапах випробувань дослідного зразка ОВТ (попередніх, державних, міжвідомчих) може бути включена як складова частина або розділ до програми випробувань.

#### **АНАЛІЗ АМПЛІТУДНО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОВТ В ПІДРОЗДІЛАХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Д.О. Литвинова*

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

Система контролю озброєння та військової техніки радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України постійно аналізує амплітудно-модульовані сигнали, що виникають під час техобслуговування озброєння військової техніки. Ці дані, особливо важливі в умовах повномасштабної агресії російської федерації, дозволяють виявляти повітряні засоби нападу супротивника та ефективно протистояти їм.

Модулометри – це засоби виміральної техніки, які використовуються для вимірювання характеристик амплітудно-модульованих сигналів. Вони

відіграють роль вимірювальних приймачів, налаштованих на досліджуваній амплітудно-модульований сигнал. Точність вимірювання коефіцієнта амплітудно-модуляції є найважливішою характеристикою модулометра.

З метою покращення точності вимірювання коефіцієнта амплітудної модуляції при технічному обслуговуванні зразків озброєння та військової техніки підрозділів радіотехнічних військ Повітряних Сил ЗС України пропонується використовувати проект методики визначення характеристик амплітудно-модульованих сигналів.

Методика встановлює гранично допустимі похибки вимірювання коефіцієнта амплітудної модуляції, які не повинні перевищувати 20-35% від значень допустимих похибок існуючих вимірювальних засобів.

Впровадження проекту методики сприятиме підвищенню загальної якості методів вимірювання коефіцієнта амплітудної модуляції, що, в свою чергу, призведе до покращення експлуатаційних характеристик озброєння та військової техніки.

### **НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СТАНЦІЙ КОНТРБАТАРЕЙНОЇ БОРОТЬБИ АН/ТРQ-36**

*К.І. Мілько*

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

Радіолокаційна станція контрбатареїної боротьби АН/ТРQ-36 призначена для виявлення вогневих позицій мінометів, артилерійської зброї та реактивних систем залпового вогню. Вона є когерентною імпульсно-доплерівською РЛС з розширеним круговим сектором огляду за рахунок механічного обертання антени. Станція може відслідковувати до 20 цілей за хвилину і корегувати стрільбу до 10 стволів власної артилерії. Після виявлення та відстеження міни, вона надсилає повідомлення оператору з координатами вогневої позиції та точки падіння. Система забезпечує безперервне спостереження снарядів як противника, так і своїх підрозділів.

Метрологічне обслуговування РЛС здійснюється особовим складом, кваліфікація якого встановлена у військовому стандарті. Результати оформляються протоколом та відображаються в документації. РЛС, яка визнана придатною до застосування, отримує акт-довідку.

В разі непридатності, вона направляється на ремонт, а при неможливості відновлення – стає непридатною.

### **ПРОПОЗИЦІЇ З УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРНОЇ МАШИНИ 9В839М ВІЇЗНИМИ МЕТРОЛОГІЧНИМИ ГРУПАМИ**

*А.В. Ольховікова*

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

Військова агресія РФ створює необхідність у постійній готовності всіх військових сил та засобів. Наразі великий акцент робиться на засоби протиповітряної оборони. Використання РФ безпілотників і крилатих ракет вимагає неперервної готовності засобів протиповітряної оборони по всій території України. Один з таких зразків військової техніки – ЗРК “Стріла-10”, призначений для ураження повітряних цілей на малих висотах.

Ефективність застосування цього комплексу залежить від багатьох факторів, включаючи якість та повноту технічного обслуговування. Одним з засобів технічного забезпечення підрозділів, що використовують ЗРК “Стріла-10”, є контрольно-перевірочна машина (КПМ) 9В839. Ця машина призначена для контролю основних параметрів ракет при їх обслуговуванні у військах.

Метрологічне обслуговування апаратури контролю 9В886 КПМ 9В839М здійснюється виїзними метрологічними групами (ВМГ) на місцях їх розташування. Відповідно до вимог керівних документів, засоби виміральної техніки (ЗВТ), необхідні для метрологічного обслуговування КПМ, частково знаходяться у складі КПМ, а частину забезпечує ВМГ. З урахуванням строків служби ЗВТ у складі КПМ та їх низької надійності доцільно застосовувати ЗВТ ВМГ. З метою зменшення чисельності ЗВТ при обслуговуванні та підвищення достовірності контролю параметрів апаратури контролю 9В886 пропонується їх замінити сучасними. Наприклад, для метрологічного обслуговування можна використувати такі сучасні ЗВТ, як В7-34, В7-16, Ц4353, зберігаючи необхідну точність.

Отже, доцільно переглянути методику метрологічно-го обслуговування апаратури контролю 9В886 КПМ 9В839М з урахуванням заміни ЗВТ сучасними. Впровадження наданих пропозицій дозволить уникнути проблем зі ЗВТ, скоротити час на обслуговування та підвищити достовірність контролю параметрів.

## **ВИКОРИСТАННЯ ТОЧНОГО ДАТЧИКА ТИСКУ З АНАЛОГОВИМ ВИХОДОМ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПУСКОВИХ УСТАНОВОК ЗРВ ПС УКРАЇНИ**

*В.М. Гармаш*

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

Вимірювання тиску в різних середовищах при перевірці засобів виміральної техніки (ЗВТ) на зразках озброєння та військової техніки (ОВТ) суттєво впливає на підвищення боєготовності пускових установок підрозділів Зенітно-ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил України (ЗСУ).

Проведено аналіз методів та засобів вимірювання тиску, визначено їхні переваги та недоліки. Це дозволяє визначити подальші шляхи щодо метрологічного забезпечення зразків озброєння підрозділів ЗРВ ПС ЗСУ.

Одним із перспективних напрямків є використання прецизійного датчика тиску з аналоговим виходом. Це може підвищити якість повірки та калібрування засобів вимірювання тиску системою контролю параметрів пускових установок підрозділів ЗРВ ПС ЗСУ.

Актуальність даного дослідження підтверджується необхідністю виконання завдань за призначенням підрозділів ЗРВ ПС ЗСУ.

Все це дозволяє підвищити якість повірки та калібрування засобів вимірювання тиску, розробити структурну схему вимірювача тиску приладів вимірювання тиску з аналоговим виходом для пускових установок підрозділів ЗРВ ПС ЗСУ, ввести мікро ЕОМ, яка дозволяє контролювати, запам'ятовувати та видавати значення напруги пропорційно вимірюваному тиску, а також середнє значення, середньовипрямлене та середньоквадратичне значення, ввести інтерфейсний пристрій, який надає можливість з'єднання аналого-

цифрового пристрою та блоку управління з мікропроцесором, а також надає можливість мати вихід на канал загального користування.

Даний прилад доцільно застосовувати, як у зразковому так і в технологічному вигляді, для перевірки та калібрування приладів тиску військового призначення засобів ОВТ.

## **ВПЛИВ МЕТРОЛОГІЇ НА СУЧАСНІ ВІЙСЬКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ**

*Я.В. Скорбач*

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

Військова метрологія гарантує точність вимірювань, що є критично важливим для ефективності озброєння та військової техніки. Від калібрування приладів залежить влучність артилерії, точність наведення ракет, надійність систем управління та зв'язку. Сучасні військові системи стають дедалі складнішими, роблячи метрологію ще більш важливою.

Метрологи забезпечують контроль за якістю вимірювальних приладів протягом усього їх життєвого циклу. Це включає калібрування, перевірку, ремонт та утилізацію. Метрологи також розробляють нові методи вимірювань та вдосконалюють існуючі.

Зростання складності та автоматизації військових систем ставить нові виклики перед метрологією. Потрібно розробляти нові методи калібрування та перевірки для складних електронних приладів. Метрологія повинна йти в ногу з розвитком штучного інтелекту, робототехніки та інших передових технологій.

Вона також включає стандартизацію, сертифікацію та акредитацію. Ці процеси гарантують, що військова техніка відповідає єдиним стандартам якості та безпеки.

Забезпечуючи точність та надійність вимірювань, метрологія робить значний внесок у обороноздатність країни. Вона гарантує, що українська армія має на озброєнні сучасну та ефективну техніку, здатну захистити країну від будь-яких загроз.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОСТІ ОЗБРОЄННЯ ЗРВ: ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД**

*О.О. Шелест*

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

Війна з РФ ставить нові виклики перед зенітно-ракетними військами Повітряних Сил Збройних Сил України.

Зокрема, виникає потреба у підтримці необхідного рівня точності вимірювальних приладів, які використовуються для контролю горизонтальності та вертикальності озброєння військової техніки.

Для вирішення цієї проблеми пропонується удосконалити прилад для визначення рівнів горизонтальності поверхонь, що застосовується в зенітно-ракетних військах.

Цифровий вимірник рівня здатен значно підвищити точність вимірювань, що, в свою чергу, призведе до кращого виконання бойових завдань.

Переваги запропонованого рішення:

– зменшення допустимої похибки вимірювань: це гарантує більш точні дані про положення озброєння військової техніки, що важливо для його ефективного використання;

– підвищення якості виконання завдань за призначенням: завдяки більш точним вимірам зенітно-ракетні війська зможуть краще виконувати свою роботу для захисту українського неба.

Важливо зазначити, що удосконалення приладу для визначення рівнів горизонтальності поверхонь є лише одним із заходів, спрямованих на підвищення боєздатності зенітно-ракетних військ.

Для досягнення успіху в цій сфері також необхідні інші кроки, такі як модернізація озброєння військової техніки, навчання особового складу та покращення тактики ведення бойових дій.

В цілому, запропоноване рішення є актуальним та перспективним. Воно може допомогти ЗРВ ЗС України успішно протистояти російській агресії.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОВІРКИ ЗВТ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ КАЛІБРАТОРІВ**

*Н.О. Ягодка*

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

Ефективність використання зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) залежить від якості та повноти проведення технічного обслуговування, правильної експлуатації та професіоналізму особового складу. Збройна агресія РФ потребує постійної готовності ОВТ до використання. Підготовка ОВТ включає контроль параметрів з використанням засобів виміральної техніки. Надійність контролю параметрів перш за все залежить від метрологічних характеристик ЗВТ. Тому необхідно обов'язково проводити своєчасну та якісну повірку ЗВТ.

Застосування сучасних калібраторів для повірки засобів вимірювання дає певні переваги. Наприклад, сучасні калібратори зазвичай мають високу точність, що дозволяє отримувати більш точні результати; можуть відтворювати ширший діапазон параметрів, таких як напруга, частота, опір, що робить їх універсальними для різних типів ЗВТ; мають автоматичні функції, які спрощують процес повірки та зменшують ризик помилок; дотримуються останніх стандартів та вимог, що забезпечує відповідність результатів повірки нормативним вимогам.

Тому актуальним питанням наразі є використання сучасних калібраторів для удосконалення і спрощення процесу повірки ЗВТ. Це допоможе покращити точність, розширити діапазон параметрів та автоматизувати процес.

## **ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*В.Д. Іванов*

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

Боєздатність Збройних Сил України і ефективність їх застосування залежать від рівня їх забезпеченості озброєнням, військовою технікою, матеріально-технічними засобами та боеприпасами. У сучасних умовах ведення бойових дій, провідні країни світу активно шукають нові методи та способи для поліпшення системи забезпечення своїх військ.

Одним із ключових елементів цієї системи є логістичне забезпечення, яке забезпечує своєчасне та якісне відновлення озброєння. Це включає відновлення озброєння та військової техніки, яке здійснюється за допомогою рухомих і стаціонарних засобів для технічної розвідки, евакуації та ремонту.

Зміни у формах і способах застосування військ призводять до збільшення завдань для підрозділів забезпечення, зокрема у відновленні озброєння з пошкодженнями. Для вдосконалення системи відновлення необхідно проаналізувати досвід минулих війн та конфліктів, щоб врахувати недоліки та переваги для покращення існуючої системи.

## **МЕТРОЛОГІЯ В СУЧАСНІЙ ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ, ЗРОСТАЮЧА ВАЖЛИВІСТЬ ТА НОВІ ВИКЛИКИ**

*О.В. Рогоза*

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

У сучасній військовій сфері роль метрології стрімко зростає. Це пов'язано з постійним збільшенням обсягів вимірювань та контролю, а також з високою насиченістю сучасних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) засобами вимірювання.

Ефективне використання та підтримання тактико-технічних характеристик ОВТ неможливе без належного метрологічного забезпечення (МлЗ). МлЗ – це комплекс заходів, спрямованих на:

- забезпечення єдності вимірювань: всі вимірювання, що проводяться з військовою метою, повинні бути узгоджені та відповідати прийнятним стандартам;

- достовірність контролю параметрів: дані вимірювань, що використовуються для контролю параметрів ОВТ, повинні бути точними та надійними.

МлЗ охоплює такі об'єкти вимірювання військового призначення:

- зразки ОВТ (вироби, що призначені для самостійного виконання завдань або у складі системи (комплексу) ОВТ);

- матеріальні об'єкти, використовувані ЗС України та іншими військовими формуваннями;

- навколишнє середовище, параметри чи властивості якого підлягають вимірюванню.

ОВТ становить основу бойової міці ЗС України. Стан ОВТ має безпосередній вплив на бойову готовність військ та обороноздатність держави. Тому забезпечення якісними засобами ОВТ є одним з ключових факторів національної безпеки.

Сучасні тенденції в розвитку ОВТ, такі як:

- підвищення точності у нових поколіннях ОВТ, особливо в системах високоточного озброєння;

- зростання об'єму та складності вимірювань;

- збільшення витрат часу на виконання завдань з метрологічного забезпечення;

- розширення сфери застосування та поява нових вимірювальних завдань;

- підвищення вимог до оперативності та швидкодії засобів вимірювань і контролю приводять до зростання ролі та значення метрологічного забезпечення у вирішенні завдань, пов'язаних з ОВТ.

Метрологія відіграє все більш важливу роль у сучасній військовій сфері. Для ефективного використання та підтримання бойових можливостей ЗС України необхідно постійно вдосконалювати систему метрологічного забезпечення, впроваджувати нові технології та методи вимірювань.

## **СЕКЦІЯ 8**

### **АВІАЦІЙНА ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ**

Керівники секції: д.т.н. проф. пр. ЗС України Юрій ШЕВЯКОВ  
Секретар секції: студент Маргарита КАРПЕНКО

#### **ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ І УПРАВЛІННЯ ФАКТОРАМИ РИЗИКУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛІТАКА ТИПУ BOEING 747**

*А.В. Рудакова*

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

Сучасна система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) повітряних суден (ПС) є однією із найбільш важливих складових системи забезпечення безпеки польотів авіакомпанії (СЗБП). На її ефективність, як і на ефективність інших складових СЗБП, впливають різні небезпечні фактори (НФ), які нажаль є невід'ємною частиною будь-якої авіаційної діяльності.

Оскільки обсяг повітряного руху з кожним роком зростає, а жорсткі вимоги до витримування розкладу комерційних рейсів призводять до необхідності ще більше збільшувати інтенсивність використання ПС, підвищуються вимоги й до своєчасності та якості виконання операцій з ТО і Р. У зв'язку з цим збільшуються ризики помилкових дій спеціалістів, що виконують ТО і Р ПС, виникають розриви у ланцюзі забезпечення безпеки, наслідки яких можуть бути значно віддаленими у часі та просторі від самої події. Прикладом цього є катастрофа літака Boeing 747SR-46 компанії Japan Air Lines, яка сталася 12.08.1985 року. Її офіційною причиною стало зниження міцності хвостової гермоперегородки в результаті розвитку втомних тріщин в місцях зрощування її стінок.

Докладний аналіз матеріалів звіту свідчить, що умови для виникнення авіаційної події були закладені за довго до її безпосереднього виникнення. Очевидним є, що діюча в авіакомпанії система виявлення НФ і управління факторами ризику дала збій, а це є безпосередньою підставою для її перегляду та модернізації з метою відновлення ефективності.

#### **УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПОМИЛКОВИХ ДІЙ ЛЬОТНОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПОСАДКИ ЛІТАКА BOEING 737-800 У ПОГАНИХ МЕТЕОУМОВАХ**

*В.О. Луговий*

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

Небезпечні фактори (НФ) є невід'ємною частиною авіаційної діяльності, можуть проявлятися в різних формах і у випадках, коли система контролю за ними дає збій, призводить до виникнення авіаційних подій (АП) чи інцидентів.

Серед визначених сьогодніх груп НФ особливе місце займають фактори, що пов'язані із навколишнім середовищем. Згідно із загально прийнятою класифікацією сюди відносяться: небезпечні метеорологічні умови; скупчення в повітрі пташок; наявність в повітрі супутніх слідів від повітряних суден, що пролетіли раніше; велика густина повітряного руху. Серед небезпечних

метеорологічних умов напевне найбільшу небезпеку становить таке явище, як зсув вітру, особливо, якщо мова йде про режими зльоту і посадки повітряних суден.

В своїй доповіді автором на прикладі реальної події, що сталася 19.03.2016 року з літаком Boeing 737-800 авіакомпанії “FlyDubai”, та забрала життя 62 людей (55 пасажирів 7 членів екіпажу), аналізуються НФ, які створили умови щодо зниження надійності льотного екіпажу та припущення ним помилкових дій в пілотуванні та втрати контролю за параметрами польоту при виконанні відходу на повторне коло. При виконанні аналізу та при оцінці ризиків, що мали місце в конкретній ситуації активно використовуються матеріали, що містяться в Додатку 3 до Чикагської конвенції та Doc. ICAO 9817, здійснюється дослідження процесу еволюціонування НФ спочатку в небезпеку, загрозу та в ризик для безпеки польотів, доводяться та пояснюються рекомендації комісії з розслідування АП.

## **УКРАЇНЬСЬКА АВІАЦІЙНА ТЕРМІНОЛОГІЯ З ПОГЛЯДУ ПОХОДЖЕННЯ**

*А.Б. Полякова*

*ВСП “Слов’янський фаховий коледж Національного авіаційного університету”*

Розвиток науки та техніки йде паралельно зі становленням системи називання понять. Авіація виникла на базі високого розвитку, але попри видатні досягнення наших співвітчизників, авіаційна термінологія української мови не розроблялася, не досліджувалася, тому почала формуватися відносно пізно.

До речі, в Україні з давніх-давен існують назви на позначення літальних апаратів, як-от, кораблі (літопис про похід Олега на Царгород: “І велів Олег своїм воїнам зробити колеса та поставити на них кораблі. І з попутним вітром підняли вони паруси і пішли зі сторони поля до города”).

Авіаційна термінологія української мови становить одну з мікросистем технічної термінології. Тож вона від початку вбирала у себе терміни із інших галузей знань. Так, у перше десятиліття ХХ ст. в авіаційну термінологію проникають автомобільні терміни у зв’язку із використанням автомобільного мотора на літаках – мотор, капот, циліндр, а в 10-і роки – морські терміни у зв’язку із створенням гідроавіації – навігатор, crew, fleet, hull.

## **ФОРМАЛЬНІ МОДЕЛІ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ**

*Б.В. Луговий*

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

Розробці інструментів аналізу та дослідження окремих аспектів забезпечення безпеки функціонування Міжнародної цивільної авіації сьогодні приділяється велика увага. Одним із таких аспектів є людський фактор (ЛФ). Наслідки його дії усім добре відомі – це помилки авіаційного персоналу, які можуть призвести до відмов техніки, або ж до виникнення безпосередньої загрози безпеці польотів повітряних суден. Специфіка прояву ЛФ та його небезпечність (на його долю щорічно приходиться приблизно від 60 до 80 %



усіх авіаційних подій (АП)) не дозволяють використовувати натурні методи дослідження. Що ж стосується звичного в таких випадках математичного моделювання, то воно також не може бути застосоване в повній мірі із-за надзвичайної складності самого об'єкту дослідження, тобто, людини. Саме це і є причиною широкого застосування в авіації таких формальних моделей, як модель SHELL Елвіна Едвардса в модифікації Френка Хокінса та модель "Швейцарський сир" Джеймса Різона.

В доповіді надається докладна характеристика моделей SHELL та моделі Джеймса Різона, наводяться практичні приклади їх застосування. Робиться акцент на тому, що хоча вказані моделі є досить різними по своїй суті, однак досить добре доповнюють одна одну. Перша визначає людину, як джерело помилок, інша – дає пояснення, як ці помилки переростають в АП. Доповідь представляє результати дослідження за тематикою роботи наукового гуртка кафедри 901 ФАТ ЦА ХНУПС.

## **ДВОФАКТОРНА АВТЕНТИФІКАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ У ВЕБ-РЕСУРСАХ**

*Є.С. Бешені<sup>1</sup>; О.В. Севєрінов<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

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

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

Захист інформаційних систем є актуальним завданням, оскільки вони використовуються для обліку, обробки та зберігання даних у таких системах різних компаній. Одним із основних методів захисту інформаційної системи є ідентифікація користувача на основі додаткового засобу захисту під час автентифікації.

У даний час поширюється використання різних веб-додатків, зростають обсяги інформації, що передається за їх допомогою, також зростає кількість загроз безпеці інформації. Тому необхідно більш уваги приділяти захисту інформації від несанкціонованого доступу в веб-додатках, а тема роботи є досить актуальною.

В роботі розглядаються основні принципи автентифікації користувачів, проводить аналіз існуючих однофакторних та двофакторних методів автентифікацією користувачів у веб-ресурсах. Проводиться розробка веб-застосування з двофакторною автентифікацією користувачів.

В результаті було створено веб-ресурс, який допомагає тим, хто хоче замовляти та оплачувати товари через Інтернет. Для захисту від хакерів, які намагаються вкрати дані карти, використовується двофакторний метод автентифікації, який можна зберегти для зручності користувача. Двофакторна автентифікація передбачає введення даних (включаючи номер мобільного телефону) та надсилання коду автентифікації.

## **ЄВРОПЕЙСЬКЕ АГЕНТСТВО БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ (EASA) І ЙОГО РОЛЬ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ МІЖНАРОДНОЇ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ**

*Д. Христенко*

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

Важливе місце в системі міжнародного співробітництва у сфері забезпечення безпеки польотів займає Європейське агенство з безпеки польотів (EASA – European Aviation Safety Agency). Взавши на себе функції

об'єднаних авіаційних властей (JAA – Joint Aviation Authorities) EASA об'єднало 27 країн Європейського Союзу (ЄС) та чотири країни, що входять до Європейської асоціації вільної торгівлі (Ліхтенштейн, Норвегія, Швейцарія та Ісландія). Сьогодні EASA співпрацює із 161 країною світу, забезпечуючи практично усі рівні міжнародного співробітництва у сфері забезпечення безпеки польотів в усіх регіонах світу.

У зону відповідальності EASA входить: аналіз і дослідження в галузі безпеки; розробка законодавства з безпеки польотів і надання технічних консультацій Європейській комісії та державам-членам ЄС; видача дозволів іноземним авіакомпаніям; впровадження та відстеження правил безпеки (включно з функціями інспекції в країнах-учасниках); видача сертифікатів типу на повітряні судна та компоненти, а також дозвільні функції щодо організацій, що займаються розробкою, виробництвом і обслуговуванням авіаційних продуктів.

В доповіді детально розглядаються напрямки діяльності, які тією чи іншою мірою стосуються забезпечення безпеки польотів та контролюються EASA. Особлива увага акцентується на особливостях здійснення співробітництва між EASA та ICAO.

Доповідь виконана за тематикою діяльності наукового гуртка кафедри авіаційного транспорту ФАТ ЦА ХНУПС.

## **ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЧИННИКІВ ТА УПРАВЛІННЯ ФАКТОРАМИ РИЗИКУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛІТАКА ТИПУ MD-83**

*М.А. Шпитальний*

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

Дослідження питань, що стосуються помилок персоналу з технічного обслуговування повітряних суден (ПС) та розробка заходів, націлених на зниження пов'язаних із ними ризиків для безпеки польотів (БзП) є надзвичайно актуальними та мають велике практичне значення для цивільної авіації. За даними, що наведені в документі CAP 716. “Aviation Maintenance Human Factors” проблема помилок при технічному обслуговуванні (ТО) та інспекції (ПС) посідає четверте місце серед факторів, що безпосередньо впливають на аварійність у цивільній авіації. При цьому, самі помилки технічного персоналу можуть призводити до відмов техніки, наслідки яких можуть бути відвернуті екіпажем, або ні, й тоді виникає безпосередня загроза БзП.

В останньому випадку помилкові дії технічного персоналу є особливо небезпечними й потребують оперативного виявлення факторів, що створюють сприятливі умови для їх виникнення, оцінки цих факторів та розробки корегуючих дій щодо усунення або мінімізації їх впливу на стан БзП.

В доповіді на прикладі реальної авіаційної події (АП), яка сталася 31 січня 2000 року із літаком DC-9-83 (MD-83) поблизу острова Анакапа (штат Каліфорнія, США), докладно аналізуються небезпечні фактори, що створили умови для її виникнення. Встановлено, що АП виникла в результаті дії організаційного фактору, що суттєво підвищило ризик виникнення критичної відмови системи поздовжнього управління літаком у випадку можливої помилки/порушення при ТО ПС.

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ В СКЛАДІ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*Р.С. Дрокін; В.Г. Рикун, к.т.н., доц.*

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

На сьогоднішній день світова енергетика продовжує широке використання палива такого як: нафта (~ 47 %), вугілля (~ 30 %), газ (~ 19 %), тоді як інших енергоресурсів, включаючи і уран, використовується близько 4 %. Для практичного використання природну енергію необхідно перетворити на теплову або на механічну та електричну енергію. Виникнення тих чи інших перетворювачів енергії визначається, з одного боку, потребами суспільства, з другого боку – можливістю їх побудови, тобто рівнем розвитку науки і виробництва. В сучасній енергетиці все більше застосування знаходять безмашинні перетворювачі енергії – термоелектричні, фотоелектричні, термоемісійні, магнітогідродинамічні.

Окреме місце серед перетворювачів енергії займають електрохімічні генератори (ЕХГ), в яких хімічна енергія палива безпосередньо перетворюється на електричну енергію, минаючи перетворення хімічної енергії на теплову. Вони мають найвищі ККД, працюють без шуму, без виділення токсичних продуктів реакції і вже знаходять досить широке використання в космосі та інших специфічних умовах експлуатації. Їх потужність може досягати десятків та сотень кВт, тому вони можуть використовуватися в електромобілях, а також як автономні та резервні джерела енергії. Найвагомим аргументом значення до вибору того чи іншого засобу перетворення енергії є галузь застосування перетворювача. Електрохімічні генератори використовуються переважно у діапазонах потужності від 1 кВт до кількох десятків кВт. На їх базі можливе створення автономних та резервних джерел енергії.

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АРХІТЕКТУР ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З РЕЛЯЦІЙНИМИ ТА ОБ'ЄКТНО-РЕЛЯЦІЙНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ**

*М.А. Карпенко; О.І. Соловійова, к.т.н., доц.*

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

У сучасному світі на підприємствах не обійтися без інформаційної системи, яка обробляла б отриману інформацію.

Основними ідеями сучасних інформаційних технологій є концепція того, що всі дані повинні бути створені та організовані в бази даних. Інформація може бути будь-яких видів, будь то інформація про співробітників, їх зарплату, клієнтів, товари, абонентську плату, адреси і т.д. Чим більше накопичується різномірної інформації, тим складніша потрібна база даних для її зберігання.

Робота полягає в тому, щоб знайти вирішення проблеми втрати відповідності. Проблема втрати відповідності полягає в тому, що між об'єктно-орієнтованим програмуванням та застосуванням реляційних баз даних, як постійного місця зберігання, існує конфлікт у моделі даних. Об'єктно-орієнтовані мови дозволяють визначати складні об'єкти та сприяють інкапсуляції бізнес-логіки (спадкування, поліморфізм). Втрата відповідності

стає очевидною при спробі відображення цих властивостей об'єктно-орієнтованої мови на реляційних базах даних, яка може лише приймати двовимірні структури (таблиці) скалярних типів (number, char, date).

Під час виконання цієї роботи, було створено реляційну базу даних та об'єктно-реляційну базу даних, порівняно їх і зроблено висновок, що для роботи з невеликими даними (до 7000 записів) краще та якісніше використовувати реляційні бази даних, а з великими даними (від 7000 записів) ефективніше працює об'єктно-реляційна база даних.

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ VPN**

*О.М. Лукашенко; Ю.О. Семеренко*

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

На сьогоднішній день актуальною і важливою задачею є проблема створення захищених розподілених інформаційних систем і інтегрованих мереж, що використовують прогресивні технології захисту інформації. Ці технології необхідні для забезпечення інформаційної безпеки в Internet-, intranet- і extranet-системах.

Проведений аналіз дозволив зробити висновок, що використання VPN-технологій для захисту інформації в розподілених мережевих інформаційних системах масштабу підприємства характеризується наступними перевагами:

– за допомогою засобів захисту може бути захищена вся корпоративна мережа – від крупних локальних мереж офісів до окремих робочих місць;

– забезпечується масштабованість системи захисту, тобто для захисту об'єктів різної складності і продуктивності можна використовувати адекватні по рівню складності, продуктивності і вартості програмні або програмно-апаратні засоби захисту;

– з повною безпекою для інформаційних ресурсів організації можуть використовуватися ресурси відкритих мереж як окремі комунікаційні ланки корпоративної мережі;

– разом із захистом трафіку забезпечується підконтрольність роботи мережі і достовірна ідентифікація всіх джерел інформації. При необхідності може бути забезпечена автентифікація трафіку на рівні окремих користувачів;

– програмні і програмно-апаратні засоби захисту інформації дозволяють сегментувати інформаційну систему і організувати безпечну її експлуатацію.

## **АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ**

*О.С. Малик; О.О. Ручка, к.т.н., доц.*

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

Управління електроприводами зводиться до здійснення пуску, регулювання швидкості, гальмування, реверсування та підтримування режиму роботи привода відповідно до вимог технологічного процесу. Воно може здійснюватись як за допомогою апаратів автоматичного керування, так і через апарати ручної дії. Автоматичне керування електроприводами є однією з основних умов підвищення продуктивності роботи механізмів. Автоматизація спрощує обслуговування механізмів, дає можливість здійснювати дистанційне керування електроприводами. Це має особливе значення для технічних систем,

де важко керувати двигунами в безпосередній близькості до них через територіальне розташування та особливості технологічного процесу.

Для автоматичного управління електроприводами використовуються релейно-контактні апарати в поєднанні з іншими засобами автоматизації: електромашинними та магнітними підсилювачами, електронно-іонними та напівпровідниковими приладами і логічними елементами. Все ширше застосовуються безконтактні електричні апарати на керованих вентилях, що мають значно менший час спрацювання та значно більший строк служби порівняно з контакторами та реле. Серед існуючих схем автоматичного управління електроприводами найбільш розповсюдженими в застосуванні є схеми управління “у функції часу”, оскільки вони використовуються для руху великої потужності та мають ряд суттєвих переваг перед іншими схемами автоматичного управління електроприводами.

### **ЗАСТОСУВАННЯ СТРУМОВОЇ ВІДСІЧКИ З ВИТРИМКОЮ ЧАСУ В РЕЛЕЙНИХ ЗАХИСТАХ**

*Р.С. Насиров; Д.С. Шимук, к.т.н., доц.*

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

Актуальність роботи пов'язана з необхідністю захистів елементів електроенергетичних систем від можливих коротких замикань.

Струмова відсічка є одним з основних видів струмових захистів електрообладнання. Основна її перевага полягає у швидкодії, за рахунок якої вдається суттєво зменшити пошкодженість електрообладнання внаслідок динамічної і термічної дії струмів короткого замикання.

В роботі розглянуті принципи застосування струмової відсічки для захисту ліній з однобічним і двобічним живленням, захисту трансформаторів, захисту нульової послідовності.

Разом з тим застосування струмової відсічки миттєвої дії має свій недолік: обмеженість зони дії. Внаслідок цього у багатьох випадках такий вид захисту не здатний захистити усю ділянку електричної мережі або весь об'єкт (наприклад, трансформатор).

Тому в роботі розглянуті застосування витримок часу що дає змогу розширити зону дії захисту струмової відсічки, і навіть використовувати її як додатковий резервний захист.

Наведені принципи розрахунку уставок спрацювання за струмом і за часом для різних умов застосування. Розглянуто порядок оцінки чутливості, а також схемотехнічна реалізація струмових відсічок.

### **АНАЛІЗ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ**

*П.О. Нестеренко; Д.Ю. Голубничий, к.т.н., доц.*

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

Сучасні комп'ютерні системи побудовані на мережі Internet, або об'єднані в локальну мережу з подальшим виходом до Internet. Ураховуючи сучасний стан інформаційних і комунікаційних технологій для концентрації інформації щодо комп'ютерних мереж постає проблема моніторингу. Доцільним є створення програм мережевого моніторингу для забезпечення доступу до інформації, стосовно мережевого контенту, топології, обладнання як спеціалістів так і користувачів.

Кількість комп'ютерних атак, що постійно збільшується, призводить до необхідності створення організованих (або таких, що здатні самоорганізуватись) структур, які призначені для забезпечення та надання актуальної інформації про виявлені кіберзагрози, кібератаки та кібервразливості системи, їх оперативне усунення, створення систем виявлення та запобігання вторгнень, та інших заходів.

В ході виконання даної роботи було проаналізовано методи та інструменти для моніторингу комп'ютерної мережі. Робота виконана з метою підвищення рівня захисту інформації від кібервпливів в комп'ютерних мережах та системах.

В роботі виконано аналіз сучасних методів та засобів захисту інформації від кібервпливів в комп'ютерних системах та мережах, проведено аналіз існуючих технічних рішень та програмних засобів моніторингу комп'ютерної мережі, розроблено функціональну модель управління системою інформаційної безпеки та модель бази даних загроз інформаційним об'єктам захисту комп'ютерних систем.

## **КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ НА БАЗІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

*Ю.С. Повстемська; О.І. Соловійова, к.т.н., доц.*

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

Штучні нейронні мережі застосовуються в медицині для допомоги у постановці діагнозів, вирішення завдань, пов'язаних з виявленням та визначенням захворювання, прогнозування розвитку захворювання, локалізації вогнищ запалення. Вони є одним з самих відомих і ефективних інструментів інтелектуального аналізу даних.

На сьогоднішній день серцево-судинні захворювання (ССЗ) вважаються одними з найбільш поширених захворювань в світі. Згідно даними Світової організації охорони здоров'я, щорічно в світі від ССЗ вмирає людей більше, чим від будь-яких інших хвороб.

Робота спрямована на вирішення проблеми, пов'язаної з труднощами діагностування серцево-судинних захворювань у пацієнтів. Для рішення поставленою задачі була запропонована комп'ютерна система діагностики серцево-судинних захворювань на основі нейронних мереж, що складається з трьох блоків. Результатом роботи системи є визначення діагнозу у пацієнта з точністю рівною 66,44 %.

Для перевірки правильності роботи системи, було проведено тестування, отриманих нейронних мереж. У результаті перевірки роботи моделі системи діагностики ССЗ діагноз був поставлено з відсотком помилки менше 33,56. Це означає, що дана система може бути успішно впроваджена. Це дозволить оптимізувати діяльність будь-якого серцево-судинного відділення.

## **ЗАСТОСУВАННЯ РЕКЛОУЗЕРІВ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

*А.В. Пірук; Д.С. Шимук, к.т.н., доц.*

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

Актуальність теми викликана необхідністю підвищення живучості розподільчих мереж напругою до 35 кВ в умовах збройної агресії російської федерації.

Підвищення живучості досягається шляхом секціонування магістральних мереж 6-10 кВ і підключенням їх до різних джерел живлення з одночасним застосуванням засобів релейного захисту і протиаварійної автоматики.

Засобом секціонування є реклоузер – комплектний багатофункціональний автономні пристрій зовнішнього встановлення на опорах повітряних ЛЕП. В реклоузері знайшли своє втілення передові технології комутаційної техніки й мікропроцесорного релейного захисту. Тому реклоузер здатний здійснювати відключення аварійної ділянки розподільної мережі з одночасним забезпеченням нормального функціонування основної магістралі та інших ліній, що від неї відходять.

При цьому кожний реклоузер є інтелектуальним пристроєм, що повинен аналізувати аварійні режими визначеної ділянки мережі й автоматично вибирати найбільш оптимальні рішення щодо поновлення електропостачання аварійної ділянки або локалізації місця пошкодження, а також забезпечувати електропостачання непошкоджених ділянок.

Пояснюються функціональна схема реклоузера, функції і задачі, що виконуються реклоузером. Наведені схеми пункту секціонування і розглянуті принципи реалізації секціонування розподільчих мереж.

## **ПРОТИАВАРІЙНЕ АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*Р.М. Сошка; О.О. Ручка, к.т.н, доц.*

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

Однією з найважливіших характеристик якості електроенергії є відхилення напруги в точках постачання електроенергії споживачам.

Навантаження більшості споживачів безперервно змінюється протягом доби і року. Зміна навантаження призводить до зміни втрат напруги в мережах і відхилення напруги у приймачів електричної енергії. Для споживача важливо, щоб відхилення напруги підтримувалися в точках постачання в таких межах, при яких забезпечується нормальна робота всього електроустаткування, бо у кожній електроустановки є технічні межі відхилень показників якості електричної енергії від номінальних значень, при порушенні яких устаткування може бути пошкоджене або не зможе виконувати свої функції в повному об'ємі. Зміна напруги відносно номінального значення, Уном, навіть у встановлених межах, несприятливо впливає на режими роботи, продуктивність і техніко-економічні показники всіх елементів електричної системи.

Регулювання напруги є важливим чинником під час проектування й експлуатації електричних мереж, не тільки в технічному, а й в електричному аспектах, оскільки воно іноді дає змогу зменшити вартість експлуатації мережі. Найефективнішим способом регулювання напруги на шинах електростанції і на шинах нижчої напруги понижувальних районних підстанцій, які виконують для споживачів роль джерела енергії, є зустрічне регулювання напруги. Розмаїття існуючих способів регулювання напруги дозволяє підтримувати задані параметри електричної мережі в її окремих точках у відповідних межах, що суттєво впливає на безаварійну роботу всієї електричної мережі.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ**

*С.В. Об'єдков; О.І. Соловійова, к.т.н., доц.; Ю.О. Семеренко;  
С.С. Бульба, к.т.н., доц.*

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

На сьогоднішній день велика кількість засобів та методів розробки веб-застосунків призводить до виникнення складності їх інтеграції та процесу тестування перед релізом. А також виникає необхідність відстежувати стан розробленого продукту після релізу. Для того щоб задовільнити всі потреби в тестуванні було розроблено велику кількість методів та засобів проведення тестування програмного забезпечення та методів відстеження його стану.

У доповіді розглядаються сучасні методи та засоби тестування веб-додатків, які допомагають розробникам та тестувальникам забезпечити високий рівень функціональності, надійності та безпеки. Тестування програмного забезпечення поділяється багато різних видів, але найпопулярніші це автоматизоване тестування та тестування безпеки.

Автоматизоване тестування є одним із основних методів тестування веб-додатків. Воно дозволяє ефективно перевіряти функціональність програми, прискорює процес тестування та підвищує його точність. Для автоматизації тестування веб-застосунків використовуються спеціалізовані інструменти, такі як Selenium WebDriver, Cypress, Puppeteer. Безпека є одним з найважливіших аспектів веб-застосунків, особливо при роботі з конфіденційними даними користувачів. Тестування безпеки дозволяє виявити вразливості у додатку, такі як SQL-ін'єкції, XSS-атаки, витоку даних та інші загрози. Для тестування безпеки веб-застосунків використовуються інструменти, такі як OWASP ZAP, Burp Suite, Acunetix.

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ПОШКОДЖЕННЯ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

*С.М. Токарев; В.Г. Рикун, к.т.н., доц.*

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

Порушення нормального режиму роботи електроенергетичних систем, як правило, відбуваються через пошкодження їх елементів, зокрема, ліній електропередачі (ЛЕП).

Пошкодження ЛЕП приводить до порушення електропостачання, зниженню якості й підвищенню втрат електричної енергії. Беручи до уваги якісний склад споживачів електроенергії, де комп'ютерні технології займають головне місце, збиток від не допуску й зниження якості електричної енергії виявляється значним. Це пояснюється тим, що комп'ютерна техніка чутлива до збоїв електропостачання й низькій якості електричної енергії.

Для відновлення нормального режиму роботи електроенергетичних систем, скорочення збитку й витрат необхідно швидко й точно визначати місця пошкоджень ЛЕП.

Можна виділити дві основні групи методів визначення місця пошкодження, які доповнюють один одного по вимогах швидкості й точності ВМП. Перша група – топографічні методи, які задовольняють вимогам точності ВМП, але забирають значний час, друга група – дистанційні методи,



що задовольняють вимогам швидкості, але менш точні в порівнянні з топографічними. На сьогоднішній день ВМП ЛЕП має високу погрішність. Беручи до уваги якісні зміни, що відбулися в галузі вимірювальних засобів, а саме перехід від аналогових пристроїв до цифровим, що виконуються на базі ЕОМ, з'являється можливість удосконалення методів і засобів ВМП.

## **РОЗРОБКА NAS-СЕРВЕРУ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА**

*О.В. Чекунов; Ю.О. Семеренко*

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

У даний час проектуванню серверних систем приділяється багато уваги. Робиться великий акцент на зменшення габаритів без втрати якості. Висока швидкість обробки даних, зручна форма подання інформації, гнучкий інтерфейс, всі ці та багато інших переваг роблять дані системи перспективними у розвитку та подальшому використанні в багатьох галузях виробництва.

Використання мінісерверів призводить до зменшення витрат за простір, дозволяє забезпечити безвідмовну роботу локальних обчислювальних мереж. Також мінісервери можуть забезпечувати стабільну роботу корпоративних мереж. Зараз, багато комп'ютерних серверів мають чималі габарити, що не завжди призводить до найбільшої продуктивності локальних обчислювальних мереж. Розробка даного мінісервера призведе до підвищення продуктивності пристрою за умови збереження його невеликих габаритів. Це дозволить розміщувати його у приміщеннях невеликого розміру.

Мета створення міні сервера полягає в тому, що існує необхідність зменшити розмір серверної станції і при цьому забезпечити максимальну продуктивність. При зменшенні розмірів відбувається зменшення споживання енергії та зменшується вміст небезпечних токсинів у повітрі.

Розроблено структурну схему, дано обґрунтування вибору елементної бази, розроблено принципову схему та друковану плату блоку живлення для мінісервера. Обрано засоби програмування та налагодження мікроконтролера. Реалізовано програму обробки переривань мікропроцесора PowerPC G5.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

*Д. Жуйков; В. Кархут; А. Риков*

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

У рішення головних задач цивільної авіації по забезпеченню безпеки польотів і високої ефективності використання авіаційної техніки (АТ) ведуче місце належить системі технічного обслуговування (ТО) повітряних суден (ПС). Ефективність системи ТО ПС багато в чому визначається експлуатаційними характеристиками АТ, стратегій ТО, якістю проведення профілактичних робіт, використовуваними засобами і методами контролю й ін.

Тому формування програм технічного обслуговування і ремонту є стандартом підприємства і являє собою комплексний документ, який

встановлює порядок виконання робіт і заходів з технічного обслуговування і ремонту, збереження й відновлення льотної придатності парку однотипних повітряних суден експлуатанта. Програма регламентує організацію, методи технічної експлуатації, стратегії і методи технічного обслуговування і ремонту, відповідальність і взаємовідносини підрозділів експлуатанта, підприємств ТО і ремонту та інших організацій, які забезпечують експлуатантам ТО і ремонт парку ПС за договорами.

Програму розробляє інженерно-авіаційна служба експлуатанта згідно з Авіаційними правилами України, загальною й типовою нормативно-технічною документацією.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ МОДЕЛЮВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВІОНІКИ**

*Є. Луценко; М. Мартинов; М. Рудник*

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

На сьогоднішній день великою популярністю користуються тренажерні комплекси, що дозволяють моделювати функції певних систем. Подібні системи являють собою певне програмне забезпечення, що розміщується на персональному комп'ютері. За допомогою інтерфейсу програми користувач може ознайомитись з принципами роботи та певними функціями системи, дослідити електричні сигнали у різних місцях, виконати тестування та інші завдання. При цьому в основі подібних комп'ютерних програм знаходиться математична модель певної системи, відтворена подібно до реального обладнання, що застосовується на повітряному судні.

На сьогоднішній день користувачам пропонується декілька навчальних комплексів. Переважна більшість існуючих навчальних програм побудовані за принципами електронного підручника. Вони містять детальний опис системи з роз'ясненням принципів функціонування, аудіо та відео матеріали, що відображають роботу TCAS у конкретних умовах. Проте відсутність у складі подібних навчальних програм електронного тренажера та відсутність комплексного підходу до вивчення спонукали до розробки нового навчального комплексу.

## **ЧИСЕЛЬНИЙ МЕТОД ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ СУЧАСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА**

*Д. Мазнев; Д. Сапожніков; А. Устимов*

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

У наш час існує необхідність у модернізації транспортного літака що знаходиться у експлуатації Державної авіації України з метою підвищення конкурентоздатності на авіаційному ринку і для розширення кола задач які він має виконувати.

Аналіз статистичних даних дав можливість сформулювати технічні вимоги до літака. Дослідивши основні параметри двигуна, можливо зробити висновок про те що, найбільш доцільнішим двигуном силової установки для літака Ан-178 є двигун із середньою ступеню двохконтурності який забезпечує високу тягу на крейсерському режимі польоту, високу паливну економічність і низьку питому масу двигуна, що в свою чергу покращує характеристику "вантаж–

дальність” для літака, збільшує дальність польоту. Двигун Д-436-148ФМ має високі показники економічності в порівнянні з аналогами, створює необхідну тягу для літака і забезпечує сталу роботу на великих висотах польоту до 11 км, при цьому має невелику масу, габарити і ціну, що також є немало важливим фактором з огляду на економічну ситуацію в країні. Технічна експлуатація вибраного літака і двигуна здійснюється досить просто, вона не потребує великої кількості технічного персоналу.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*Г. Мальянци; М. Свириденко*

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

В даний час існують технології, які дозволяють машині “бачити”, що відбувається навколо, визначати об’єкти на місцевості, виділяти ці об’єкти і навіть слідувати за ними. Застосування таких технологій допоможе БпЛА розпізнати об’єкти, що виділяються на землі, і скоригувати свою висоту і напрямок подальшого руху щодо них.

За допомогою фотографій, зроблених з борту, БпЛА зможе орієнтуватися у просторі, як це робить людина за допомогою очей. На кшталт алгоритму дії людини, у роботі досліджується система позиціонування надлегкого БпЛА, яка розпізнає виділений раніше об’єкт місцевості.

У ході роботи досліджено систему, яка вирішуватиме завдання орієнтування БпЛА на вже відомому заданому маршруті без використання систем супутникового наведення за допомогою даних із бортового фото-відео реєстратора та обробкою даних на борту. Ця система повинна виділити та запам’ятує на своїй карті характерні об’єкти місцевості, які БпЛА зможе розпізнати у разі потреби. Система в автоматизованому режимі повинна становити карту маршруту БпЛА при першому наборі польотів, а за наступних, коли несподівано станеться збій прийому сигналу супутників, запустити програму, яка дасть БпЛА потрібний напрямок до найближчого орієнтиру, а отримуючи з камери зображення шукає цей орієнтир.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

*О. Пех; Р. Коваль; М. Томчук*

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

До конструкції повітряних суден пред’являються ряд вимог: економічність, надійність, безпека, технологічність, експлуатаційні вимоги. Виготовлення літака – складний і трудомісткий процес. Як об’єкт виробництва він має ряд особливостей:

- велика номенклатура деталей планера, що спричиняє за собою застосування численних і різноманітних технологічних процесів;
- велика номенклатура матеріалів, що використовуються;
- складність просторових форм;
- велика трудомісткість складально-монтажних, регульовальних і випробувальних робіт;

– високі вимоги до якості літака. Якість літака як об'єкту виробництва є комплексом його тактико-технічних характеристик і показників, що характеризують надійність устаткування.

При виборі типа конструкції і проектуванні панелей необхідно враховувати, з одного боку, вимоги, що пред'являються до конструкції, з другого боку, технологічні можливості виготовлення, наявність необхідних матеріалів, надійність роботи.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН НА ПЕРОНІ**

*М. Потапчук; С. Камінський*

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

Одним із ключових завдань авіатранспортної системи є підвищення ефективності експлуатації повітряних суден (ПС). Це пов'язано насамперед зі збільшенням нальоту ПС протягом доби і, як наслідок, зі скороченням тривалості обслуговування ПС на землі.

Обслуговування ПС на землі є функцією служб аеропортового комплексу, спрямованої на забезпечення виконання польотів ПС. Для виконання зазначеної функції в аеропорту формується система наземного обслуговування ПС, що включає підсистему обслуговування ПС в оперативному циклі експлуатації. Ця підсистема призначена для підтримки льотної придатності ПС при його використанні за призначенням, а також для комплексної підготовки ПС до польоту під час виконання конкретного рейсу.

У зв'язку з цим необхідно всебічно впроваджувати сучасні економіко-математичні (у тому числі оптимізаційні) методи оперативного планування функціонування системи наземного забезпечення, які дають змогу забезпечити регулярність, безпеку польотів, а також техніко-економічну ефективність наземного забезпечення.

Таким чином, дослідження імітаційних моделей технологічних процесів наземного обслуговування ПС на пероні дозволяють визначати необхідну кількість ресурсів усіх видів, які має розташовувати авіапідприємство для забезпечення своєчасного обслуговування ПС.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ БПЛА**

*І.Г. Сігайло; Д.В. Чернявський; І.М. Хрупін*

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

Завдання автоматичного управління посадкою БПЛА залишається вельми актуальною науково-технічною проблемою. Обумовлено це, перш за все, істотною нелінійністю характеристик, багатозв'язністю і нестационарністю (зміна конфігурації) БЛА як об'єкта управління на цьому режимі польоту. І одним з основних напрямків вдосконалення БЛА як бойової одиниці (або одиниці транспортної системи), в даний час пов'язують з розробкою нових методів та принципів управління. Не тільки створення нових матеріалів, нових двигунів або застосування нових конструктивних рішень, але й удосконалення алгоритмів функціонування бортових систем управління, істотно розширюють область застосування, підвищують безпеку та надійність

БпЛА, є запорукою створення конкурентоспроможних зразків авіаційної техніки.

Розширення діапазонів зміни параметрів польоту та підвищення вимог до точності керування, особливо при посадці на необладнану ЗПС, з якими не справляються традиційні методи, ставлять питання про синтез нових алгоритмів автоматичного управління БпЛА. Тому проблема вдосконалення законів керування для забезпечення автоматичної посадки БпЛА політаковому залишається актуальною, про що свідчить поява цілого ряду досліджень у даній області.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСМІСІЇ ВЕРТОЛЬОТУ**

*К. Тригуб; І. Самойлов; М. Котляр*

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

Рішення завдань підтримки льотної придатності гелікоптерів пов'язане з тим, що є елементи конструкції, ресурси яких менші за ресурс планера вертольоту в два і більше разів. Їх називають елементами з обмеженим ресурсом, і до них в першу чергу відносяться найбільш навантажені елементи, відмови яких безпосередньо впливають на безпеку польотів (лопати, втулка гвинта, несущий та хвостовий гвинт, головний, проміжний і хвостовий редуктори, головний і хвостовий вали та інші).

Таким чином, виходом із ситуації є поетапне індивідуальне продовження ресурсів та термінів служби лімітуючих елементів до ресурсних характеристик довговічності планера вертольоту. Запропоновано порядок продовження ресурсів цим комплектуючим виробам трансмісії та запропоновано внесення до РТО робіт з метою підтримки справності, надійності та працездатності елементів хвостової трансмісії вертольоту при ТО. Шляхом аналізу можливостей методів неруйнівного контролю найбільш підходящим для виконання завдань контролю цілісності хвостової трансмісії вертольоту обраний ультразвуковий метод неруйнівного контролю. Внесення додаткових робіт у РТО вертольоту та визначення періодичності їх виконання виконані за допомогою використовуваної методики MSG-3.

## **MID-RANGE NARROW-BODY SINGLE AISLE PASSENGER AIRCRAFT. HYDRAULIC SYSTEM MAINTENANCE PROGRAMME DEVELOPMENT**

*Musa Ahmed Yagoub*

*Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The aviation business is a complex one in which providing safe, reliable and best-in-class transportation services has become a top priority for air carriers to meet customer demands and gain global competitive advantage.

As airlines constantly face complex technical air transport systems and intense competition, the consequences of unreliable service are critical and can include high operating costs, loss of productivity, incidents and the likelihood of accidents. To this end, airlines consider aircraft operability as one of the major requirements.

One such system is the aircraft hydraulic system. The need for hydraulic maintenance is determined over time by operating conditions of the various hydraulic components.

The final work examines the existing technical operation strategies at this stage of aviation development, their main advantages and disadvantages. A typical maintenance programme is considered. A programme for technical maintenance of the hydraulic system was proposed, and a task card for a separate operation was developed.

The final work also includes a calculation of the take-off weight of a medium-range single-aisle passenger aircraft in its zero approximation, a calculation of the range and duration of a passenger airliner flight between European airports, and considers some aspects of labor protection and compliance with safety regulations when servicing aircraft hydraulic systems.

## **STUDY OF THE PROBLEM OF STRUCTURAL CORROSION AIRCRAFT**

*A. Norov; D. Tsertsenyuk  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Corrosion, especially hidden corrosion, remains a significant problem in the operation of aircraft, primarily due to the difficulty of its detection and assessment.

Corrosion is the leading cause of structural problems (80 % of all problems) associated with aging aircraft, resulting in dozens of incidents each year caused by this phenomenon.

This indicates the need for inspection methods for timely detection of this type of damage, preferably effective, fast, accurate and inexpensive.

Also, for this purpose, corrosion prevention and control programs have been introduced based on the recommendations of specific aircraft manufacturers, which regulate the frequency of inspections, applied methods and methods of corrosion detection.

To this end, numerous approaches to corrosion prediction and detection have been developed and can be found in the literature. They include many different measures, but most of them use complex algorithms.

It is proposed to monitor operating conditions using environmental sensors to predict corrosion.

The challenge is to translate operating conditions into a corrosion intensity index that can be used to monitor the environmental impact on an aircraft structure.

The intensity of environmental exposure can be used to plan corrosion inspections and maintenance.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗАПРАВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

*Л.В. Андрусенко; В.Б. Бондаревич  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Авіаційна техніка (АТ) має велику чутливість до якості палива, як його хімічного складу, так і чистоти. Це пов'язано з особливостями роботи паливних систем та складною конструкцією насосів-регуляторів, специфічних фільтрів та інших агрегатів та апаратури паливних систем АТ.

Всі палива, які використовуються в авіації, проходять очищення після одержання їх з заводу-виробника, крім того, вони додатково очищуються в паливозаправниках, які в свою чергу мають складну систему фільтрації. Але, як показала практика, навіть найновіші паливозаправники, які є в експлуатації,

не говорячи вже про використання старих, які також ще використовуються, мають ряд недоліків і вад. Наприклад авіаційні паливозаправники (АПЗ) мають відповідні недоліки: мають велику вагу та не мають дублювання агрегатів заправного комплексу. Із-за великої ваги АПЗ не можуть пересуватися по розмоклому ґрунті, що не дозволяє використовувати їх, наприклад, на польовому вертодромі, при необхідності заправити гелікоптер при непередбаченій посадці не на аеродромі і т.п.

В такому разі збільшується ефективність використання мобільних модульних установок (ММУ) для заправки, який можливо перевезти навіть легковим автомобілем, джипом, а при необхідності перенести руками.

В даній роботі наведені приклади застосування ММУ для заправлення повітряних суден паливом, а також показана робота спроектованої ММУ для заправлення літальних апаратів (ЛА) паливом або його перекачування та очищення.

## **ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*М. Батюк; В. Моргунов; В. Селич*

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

Низькі показники ресурсів елементів трансмісії гелікоптерів одна з проблем вертолітобудування.

Для обґрунтованого збільшення ресурсу згаданої трансмісії необхідно мати об'єктивні дані щодо навантаженості елементів трансмісії на основних режимах польоту, результати стендових випробувань, розрахунків на міцність та ін.

В даний час обсяг таких матеріалів дуже обмежений, що диктує необхідність проведення спеціальних випробувань.

Проведений аналіз надійності вертольотів Мі-2 та порівняння з вертольотом Мі-8 покаже високу надійність елементів хвостової трансмісії вертольотів Мі-2 та Мі-8, що дозволяє:

- запропонувати порядок поетапного продовження призначеного ресурсу елементів хвостової трансмісії;
- визначити додаткові роботи, які необхідно ввести в Регламент ТО вертольоту Мі-2 при поетапному продовженні призначеного ресурсу елементам хвостової трансмісії за допомогою MSG-3 аналізу;
- визначити періодичність виконання цих робіт за допомогою MSG-3 аналізу.

## **ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО СУДНА У ПРОСТОРИ**

*О.С. Мотроненко; Р.Ю. Радіонов*

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

На сьогоднішній день розрізняють декілька способів керування сучасним повітряним судном (ПС), а саме – ручний (штурвальний), що здійснює суб'єкт керування, яким є людина (пілот); автоматичний, що здійснює об'єкт керування, яким є комп'ютеризована система автоматичного керування;

напівавтоматичний (директорний), який об'єднає в керуванні літаком як суб'єкт, так і об'єкт керування.

Для вдалого здійснення керування польотом, а саме – пілотуванням літака (утриманням його в повітрі) та власно літаководінням (перельотом за визначеним маршрутом) всіма цими способами, як суб'єкту керування так і САК необхідно “знати” ряд параметрів, які характеризують положення та рух ПС у тривимірному просторі. До таких параметрів відносяться повітряні параметри та параметри просторового положення. Ці завдання в повному обсязі вирішують різні типи навігаційних систем (НС).

НС тісно пов'язана з іншими системами і комплексами ПС і використовує електричні сигнали, пропорційні параметрам навколишнього середовища, отримані іншими системами і датчиками (СВС, ДІСС, РСБН).

У роботі розглянуті механічні, оптоелектронні та лазерні гіроскопічні прилади, як основа гіроскопії та визначення навігаційних параметрів в цілому. Також розглянуті такі важливі комплекси індикації як: авіагоризонти, інерціальні навігаційні системи (ІНС), лазерні курсоверткалі та система обробки пілотажних даних (FMS). Визначені переваги ІНС перед іншими навігаційними системами.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НЕСУЧОГО ГВИНТА ВЕРТОЛЬОТУ**

*Б.В. Щербак; Д.П. Головань; А.А. Горобець  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Несучий гвинт (НГ) вертольоту є одним з найбільш відповідальних агрегатів вертольота, від надійності якого багато в чому залежить безпека польотів. Тому технічний стан втулки і лопатей НГ необхідно контролювати при виконанні всіх видів технічного обслуговування (ТО) вертольота.

Особливу увагу слід звернути на стан лопатей НГ. При проведенні огляду на них не повинно бути льоду, снігу, пилу і бруду. Контролюючи стан лопатей, перевіряють відсутність спучування і відставання обшивки хвостових відсіків в місцях приклеювання до стільникового заповнювача, лонжерону, нервюрам і хвостовим стрингерам. Лопаті, що мають спучування і задираки обшивки, тріщини і пробойні хвостових відсіків, без виконання ремонту до експлуатації не допускаються. При наявності на обшивці подряпин без оголення металу, плавних вм'ятин без розриву металу глибиною до 2 мм і площею до 100 см<sup>2</sup> не більше двох на кожній стороні відсіку дозволяється подальша експлуатація лопатей.

При огляді гумових накладок противоабразивного захисту лонжерона лопатей звертається увага на відсутність тріщин, абразивного зносу механічних пошкоджень, здуття, викришування і відшаровування гуми. Допускається експлуатація лопатей з тріщинами, абразивним зносом і ушкодженнями гуми без оголення стрічок нагрівальних елементів і металу лонжерона, якщо вони не порушують нормальної роботи НГ.



## **СЕКЦІЯ 9**

### **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ У ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ**

Керівники секції: к.п.н. доц. пр. ЗС України Галина БОБРИЦЬКА  
Секретар секції: сержант Богдан РУДЬ

#### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПАРТИЗАНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*Н.В. Лемешева, к.ф.-м.н.; К.О. Лошик*

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

Модель бойових дій – це важливий аспект військової стратегії та тактики. Вона допомагає прогнозувати розвиток подій під час бойових дій.

Однією з таких моделей є модель партизанської війни. Це тип нетрадиційної війни, в якій невеликі групи озброєних сил, які зазвичай є цивільними, ведуть бойові дії проти значно більшої та краще оснащеної армії. Партизанська війна використовується протягом всієї історії, і вона може бути дуже ефективною стратегією для перемоги над більш сильним противником.

В роботі розглядається модель партизанських боїв з двома сторонами, в якій враховуються: інтереси та стратегії двох сторін, взаємодія між двома сторонами та вплив сторін на динаміку бою.

Основні модифікації моделі Ланчестера для партизанської війни:

– врахування асиметрії сил (партизанська війна, як правило, характеризується асиметрією сил, де партизанські сили значно менші за армію);

– врахування фактора місцевості (місцевість може давати значну перевагу партизанським силам);

– врахування підтримки місцевого населення (підтримка місцевого населення може бути вирішальним фактором для успіху партизанської війни).

Математичні моделі можуть бути корисним інструментом для вивчення партизанських боїв та розуміння факторів, які впливають на результат бою. А також можуть бути використані для планування та проведення партизанських операцій.

#### **ФРАКТАЛЬНА КРИВА КОХА ТА АЛГОРИТМ ЇЇ ПОБУДОВИ**

*О.І. Удодова, к.ф.-м.н., доц.; М.О. Колесник*

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

Фрактали – це геометричні об'єкти, які мають властивість самоподібності, тобто повторюють себе на різних масштабах. Крива Коха – це математична крива, яка конструюється за допомогою ітеративного процесу додавання нових відрізків до попереднього відрізка за певними правилами.

Алгоритм побудови кривої Коха:

1. Одиначний відрізок ділимо на 3 рівні частини.
2. Центральну частину заміняємо рівностороннім трикутником без основи (сегмента).
3. Повторюємо кроки 2-3 для кожної з 4 отриманих сторін.
4. Продовжуємо повторювати кроки 2-3 нескінченно.

Крива Коха має фрактальну розмірність  $\ln(4)/\ln(3) \approx 1,2619$ , що лежить між 1 (вимір лінії) та 2 (вимір площі).

Крива Коха неперервна, але ніде не диференційовна, тобто не має дотичних в жодній точці. Крива Коха має нескінченну довжину, три копії кривої Коха, побудовані на сторонах правильного трикутника, утворюють “сніжинку Коха”.

Крива Коха використовується в комп’ютерній графіці для моделювання природних форм, для створення фрактальних антен та інших об’єктів з незвичайними властивостями.

Крива Коха – це фрактальний об’єкт, який має багато цікавих та незвичайних властивостей. Вона нескінченно довга, нескінченно складна, не має дотичних, але при цьому всюди неперервна. Її можна використовувати для моделювання природних об’єктів, а також у комп’ютерній графіці та інших областях, наприклад, при побудові схем транспорту, у структурі спілкування в соціальних мережах, медицині.

## **ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ТРИГОНОМЕТРИЧНИМИ ПОЛІНОМАМИ**

*О.І. Удодова, к.ф.-м.н., доц.; Д.М. Медигулов*

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

Багатьом дослідникам у своїх наукових і інженерних розрахунках часто доводиться оперувати наборами даних, отриманими експериментально чи відібраних випадково з певної їх множини. На підставі цих даних потрібно побудувати таку аналітичну функцію, яка б з високою точністю давала можливість обчислювати відповідні її значення при заданих значеннях аргументу.

Інтерполяція функції – наближена заміна функції  $f(x)$  більш простою функцією, значення якої у вузлах інтерполяції  $x_i$  збігаються з відповідними значеннями  $f(x)$ . На практиці частіше інтерполюють функції  $f(x)$  або навіть експериментальні дані, задані таблично в вузлах інтерполяції  $x_i$  ( $i=0, 1, \dots, n$ ), якщо необхідно визначити  $f(x)$  при  $x \neq x_i$ .

Розглянуто наближення періодичних функцій тригонометричним поліномом

$$Q_n(x) = a_0 + \sum_{k=1}^n (a_k \cos kx + b_k \sin kx),$$

таким, що  $Q_n(x_i) = f(x_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, 2n$ , де  $0 \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_{2n} \leq 2\pi$  – точки з проміжку  $[0, 2\pi]$ .

Задача ставиться в наступній формі: знайти тригонометричний поліном порядку  $n$ , значення якого збігаються зі значеннями даної функції в точках  $x_i$ , тобто  $Q_n(x_i) = y_i$ .

Наведено розв’язання задачі інтерполяції періодичних таблично-заданих функцій многочленом Фур’є третього порядку, яка є простою та наочною. Така інтерполяція дає можливість обчислювати проміжні значення функції між вузлами інтерполяції, а також чисельно диференціювати функцію.

## **“ЕФЕКТ МЕТЕЛИКА” У МАТЕМАТИЦІ**

*О.І. Удодова, к.ф.-м.н., доц.; Б.Д. Лапціцький*

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

Ефект метелика – це концепція в теорії хаосу, яка припускає, що невеликі зміни початкових умов можуть призвести до значних відмінностей у результатах у складних системах.

Ефект метелика підкреслює чутливість і нелінійність, притаманну багатьом природним і штучним системам, кидаючи виклик нашим традиційним уявленням про причину і наслідок. Він поширюється на широкий спектр явищ, включаючи економіку, динаміку популяцій і навіть поведінку окремих організмів в екосистемах.

Основний принцип полягає в тому, що незначні зміни в одній частині системи можуть, зрештою, призвести до масштабних наслідків. Ця концепція має глибокі наслідки для розуміння складних систем і знайшла застосування в різних галузях.

Теорія хаосу стверджує, що будь-які відхилення закладені в природі складної системи і виробляються динамічною системою. Одним з відомих прикладів теорії хаосу у фізиці та математиці є проста система з двох з'єднаних маятників, які демонструють хаотичну поведінку. У математиці теорія хаосу зробила революцію в розумінні динамічних систем та їхньої довготривалої поведінки. Вивчення фракталів і дивних атракторів дало цінне розуміння складності та непередбачуваності математичних систем.

Ефект метелика слугує потужною метафорою, що нагадує нам про взаємозв'язок і чутливість цих систем до незначних змін. Вивчаючи теорію хаосу, ми можемо краще орієнтуватися в складнощах нашого світу, приймати більш обґрунтовані рішення та розробляти інноваційні відповіді на виклики, з якими ми стикаємося.

## **ЗАСТОСУВАННЯ КРИВОЇ ГІЛЬБЕРТА**

*О.І. Удодова, к.ф.-м.н., доц.; А.Р. Анікєєв*

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

Крива Гільберта – це неперервна крива, побудова якої базується на розподілі кожної з сторін одиничного квадрата на дві рівні частини, що ділить квадрат на чотири менші частини. Після цього, кожен з чотирьох одержаних квадратів, в свою чергу, ділиться на чотири менших квадрата і так далі. Крива Гільберта являє собою граничну криву, отриману в результаті такої побудови.

Основним елементом кривої Гільберта є П-подібний елемент.

Криві Гільберта можуть допомогти індексувати просторові бази даних; при пошуку запису, близького за географічним розташуванням вони дають можливість визначити пріоритет для пошуку.

Крім баз даних, ці криві іноді використовуються в обробці зображень. При перетворенні зображення у відтінки сірого через згладжування чорного і білого значення, якщо вони перевершують критичні, можуть бути перенесені за допомогою гільбертової кривої так, що на малюнку крайності будуть менш очевидними для очей.

У більш високих розмірностях вони можуть бути використані для планування завдань у комп'ютерних програмах з паралельною обробкою

даних, перетворення багатовимірною розподілу завдань в одновимірне та прив'язки близьких задач до точок розміщення з більш високим рівнем близькості.

## **ПРО ОДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ**

*Н.М. Черновол; Н.О. Танасюк*

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

Диференціальні рівняння є одним з найбільш популярних і потужних засобів математичного вирішення практичних завдань.

Розглянуто задачу, яка є прикладом застосування диференціальних рівнянь в аеродинаміці. Відомі швидкість зльоту літака, маса літака, коефіцієнт пропорційності, тяга двигуна. Вважається, що тяга двигуна є сталою, сила лобового опору пропорційно квадрату швидкості літака і нехтується тертям кочення коліс літака об землю. Потрібно визначити рівняння руху літака при зльоті, час та шлях його розбігу.

В роботі задача розв'язана шляхом виявлення сил, які діють на літак при зльоті та закону, якому підкоряється рух літака. Спроєктувавши рівнодійну силу на вісь абсцис, отримано диференціальне рівняння другого порядку, яке разом з початковими умовами утворює задачу Коші.

Розв'язавши відповідну задачу, знайдено рівняння руху літака при зльоті. За відомою швидкістю зльоту знайдено час розбігу, а по знайденому значенню часу розбігу знайдемо шлях розбігу.

Таким чином, розв'язана практична задача, яка має безпосереднє відношення до спеціалізації навчального закладу.

## **ВИВЧЕННЯ ФРАКТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*Н.М. Черновол; В.А. Савчук*

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

Термін “фрактал” запропоновано Бенуа Мандельбротом в 1975 році. Він став відомим широкому загалу в 1977 році з виходом його книги “Фрактальна геометрія природи”.

Фрактал – це геометричний об'єкт, який можна розділити на частини, кожна з яких подібна вихідному об'єкту. Фрактали мають нескінченну структуру, самоподібні і деталізуються. В багатьох випадках фрактали генеруються шаблонами, що повторюються, рекурсивними або ітеративними процесами. Фрактали бувають геометричні, алгебраїчні, стохастичні.

В роботі розглядаються приклади фракталів (множина Мандельброта, крижинка Коха, трикутник Серпінського та інші), їх характеристики (самоподібність, нескінченна складність, розміри) і в яких сферах життєдіяльності людини вони застосовуються (наука, мистецтво, торгівля і повсякденне життя). Крім того, розглянуто Леніакею: космічну мережу, що з'єднує нас з нескінченним всесвітом, її характеристики, походження, структуру та об'єкти.

У сучасних алгоритмах обробки даних широко використовуються принципи побудови фракталів – самоподібних множин, що дозволяє досягти покращених результатів у деяких видах обробки інформації. За допомогою таких алгоритмів реалізують криптографічні функції, стиснення інформації, усунення недоліків зображень, побудову ландшафтів та інших об'єктів природнього походження.

## **РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МАТРИЧНОЇ ГРИ В ЧИСТИХ СТРАТЕГІЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ WOLFRAM MATHEMATICA**

*О.К. Фурсенко, к.ф.-м.н., доц.; О. Титович; І. Савічев  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В доповіді розглядається матрична гра двох осіб з нульовою сумою і додається її розв'язання в чистих стратегіях за допомогою пакета Wolfram Mathematica.

Відомо, щоб задати таку матричну гру, достатньо задати матрицю виграшів розміру  $m$  на  $n$ .

Головним у дослідженні ігор є поняття оптимальних стратегій. У це поняття інтуїтивно вкладається такий зміст: стратегія гравця є оптимальною, якщо застосування цієї стратегії забезпечує йому найбільший гарантований виграш при різних можливих стратегіях іншого гравця.

Принцип обережності, який диктує гравцю вибір відповідних стратегій (максимінної і мінімаксної), в теорії ігор називають "принцип мінімакса".

Перший гравець, притримуючись максимінної стратегії, забезпечує собі деякі виграш не менше  $a$ , а другий, притримуючись мінімаксної стратегії, виграш не менше  $b$ . Якщо  $a = b$ , то ця гра має сідлову точку і чисту ціну гри.

В доповіді розглядається саме така гра і засобами Wolfram Mathematica знаходиться нижня і верхня ціна гри і відповідна (при наявності) сідлова точка. При відсутності сідлової точки, робиться висновок про відсутність розв'язання гри в чистих стратегіях.

Наводиться приклад за розв'язання задач захисту ППО об'єкта.

Вказується особливості реалізації даної задачі в середовищі Wolfram Mathematica.

## **РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МАТРИЧНОЇ ГРИ В ЧИСТИХ СТРАТЕГІЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ WOLFRAM MATHEMATICA**

*О.К. Фурсенко, к.ф.-м.н., доц.; А.Ю. Дрізд; І.В. Кравчук  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В доповіді розглядається розв'язання матричної ігри в змішаних стратегіях за допомогою пакета Wolfram Mathematica.

Для матричних ігор, як відомо, справедлива теорема фон Неймана: кожна скінченна гра має щонайменше один розв'язок (можливо в області змішаних стратегій).

Найбільш простими випадками скінченних ігор, які завжди можна розв'язати елементарними способами, є ігри  $2$  на  $2$ ,  $2$  на  $n$  і  $m$  на  $2$ .

Якщо гра не має сідлової точки, то її розв'язок слід шукати у області змішаних стратегій. Щоб забезпечити собі виграш більше нижньої ціни гри, необхідно застосувати чисті стратегії випадково, з певною ймовірністю. Це забезпечує секретність її застосування. Кожен гравець може змінювати ймовірність застосування своїх чистих стратегій таким чином, щоб максимально збільшити свій середній виграш, і на цьому шляху одержати оптимальні стратегії.

В доповіді розглядається реалізація розв'язання гри  $2$  на  $n$  в середовищі Wolfram Mathematica. Але формула так само має можливість розв'язувати матриці  $m$  на  $2$ .

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ**

*В.В. Турлич, к.т.н., доц.; А.О. Фокіна*

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

Поняття інтеграла з'явилося в результаті практичної діяльності людини, сьогодні використовується в різних сферах науково-практичної діяльності людини, а саме: математиці, фізиці, хімії, біології, механіці, економіці і т.д.

В роботі розглядається застосування визначеного інтеграла, кратних, криволінійних та поверхневих інтегралів у математиці, зокрема їх геометричні застосування: обчислення площ фігур, а також поверхонь і об'ємів довільних тіл при різних способах задання об'єктів дослідження.

Узагальнено та систематизовано необхідні теоретичні відомості з інтегрального числення, а саме розглянуто поняття інтеграла, основні властивості та різні методи та способи обчислення інтегралів, а також проаналізовано основні застосування визначених, кратних (подвійних та потрійних), криволінійних та поверхневих інтегралів у фізиці: обчислення відстані за відомим законом зміни швидкості, обчислення роботи змінної сили та потужності, обчислення кількості електрики та кількості теплоти та ряду інших прикладних задач.

Інтеграл широко застосовують під час розв'язування фізико-технічних задач різного характеру, а також задач економічного змісту.

Наведені приклади самостійно розв'язаних математичних та фізичних задач на застосування різних видів інтегралів, які показують, що інтегральне числення є важливим інструментом математичної науки, який має значне прикладне використання.

## **НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ УСПІХУ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ**

*Я.І. Савчук, к.ф.-м.н., доц.; О.С. Денисенко; В.В. Ковалевська*

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

Нечіткі множини – це математичний інструмент, який використовується для моделювання нечіткої, невизначеної або неявної інформації. Вони дозволяють представити нечіткість, яка часто зустрічається в умовах бойових дій, де об'єкти можуть належати множині не тільки повністю чи не належати їй зовсім, але також мати ступінь належності цій множині. Нечіткі множини стали важливим інструментом для моделювання поведінки в умовах нечіткої визначеності. Їх використання дозволяє ефективно управляти неоднозначністю та невизначеністю в реальних ситуаціях, що відображається у багатьох галузях, від штучного інтелекту до управління та прийняття рішень.

Нечіткі множини використовуються для представлення ступеня належності об'єктів до певної множини. Наприклад, якщо ми говоримо про високий зріст, можемо визначити “високий” як будь-що більше 180 см, але є також об'єкти, які мають зріст 170-175 см, які можуть вважатися “частково високими”. Або якщо брати приклад з війни, то це так звані “товари подвійного призначення”. Нечітка множина дозволяє нам узагальнити цю неоднозначність.

Основні напрямки використання:

1. Оптимізація використання ресурсів.

2. Прийняття рішень в умовах нечіткої інформації.
3. Прогнозування та аналіз ризиків.
4. Управління та координація.
5. Моделювання поведінки супротивника.
6. Оцінка ефективності та результативності.
7. Адаптація до змін у геополітичних умовах.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СМО БЕЗ ОЧІКУВАННЯ**

*Г.С. Бобрицька, к.п.н., доц.; А.О. Сич*

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

Великий клас систем, які складно вивчити аналітичними способами, але які добре вивчаються методами статистичного моделювання, зводиться до систем масового обслуговування (СМО).

Теорія масового обслуговування – це розділ дослідження операцій, що займається кількісним обґрунтуванням рішень, що приймають під час управління різного роду процесами або операціями, які пов'язані з використанням систем масового обслуговування. Метою теорії масового обслуговування є розроблення математичних методів, на основі яких можливо оцінити ефективність функціонування певної системи.

Ефективність СМО визначається в залежності від типу системи, який характеризується різними критеріями: числом каналів (одно каналні або багатоканальні); наявністю черги (з відмовою та з очікуванням); за довжиною черги (скінченна та необмежена); дисципліною обслуговування (з пріоритетом чи без, перший прийшов – перший обслуговується, останній прийшов – перший обслуговується, випадковий, з обмеженням чи ні часом очікування).

В роботі представлена програма, написана в Python, для визначення ефективності роботи СМО.

Постановка задачі. На об'єкт ураження було запущено  $n$  ракет з інтервалом  $k$  хв. В цьому напрямку на обороні знаходиться одна система протиповітряної оборони. Час захоплення однієї цілі системою ППО –  $t$  хв. Проаналізувати ефективність роботи системи в заданих умовах.

## **ЗАДАЧА ПРО БОЙОВІ МАШИНИ**

*Г.С. Бабрицька, к.п.н., доц.; Є.С. Кривенко*

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

Метод динаміки середніх рядів – в статистиці називається ряди, які за допомогою показників характеризують зміну явищ в часі. Аналіз рядів динаміки є найефективнішим засобом оцінки тенденції та закономірностей розвитку явищ.

Прикладом динаміки є “Задача з бойовими машинами”. Це класична задача, яка ілюструє динаміку в часі. У цій задачі у частині експлуатують  $m$  – кількість однотипних бойових машин, що мають приблизно однаковий технічний стан. Машина виходить з ладу з технічних причин у середньому через  $t$  хв і відновлюється екіпажем у середньому за  $t_{відн}$ . Потрібно зробити

прогноз стану бойових машин, якщо у вихідний момент часу у справному стані було  $m_1$  машин. Зобразимо граф станів (рис.1):

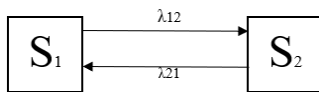


Рис. 1 – Граф станів задачі з бойовими машинами

$S_1$  – стан справності,  $S_2$  – стан несправності,  $\lambda_{12} = \frac{1}{t_{\text{вих}}}$  – швидкість

поломки,  $\lambda_{21} = \frac{1}{t_{\text{відн}}}$  – коефіцієнт ремонту.

З графу станів випливає наступна система рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = -\lambda_{\text{вих}} \times m_1 + \lambda_{\text{відн}} \times m_2; \\ m_1 + m_2 = m; \end{cases}$$

$$\frac{dm_1}{dt} = -\lambda_{\text{вих}} \times m_1 + \lambda_{\text{відн}} \times (m - m_1);$$

$$m_1 = \frac{\lambda_{\text{відн}} \times m}{\lambda_{\text{вих}} + \lambda_{\text{відн}}} - \left( \frac{\lambda_{\text{відн}} \times m}{\lambda_{\text{вих}} + \lambda_{\text{відн}}} - m_1 \right) e^{-(\lambda_{\text{вих}} + \lambda_{\text{відн}})t}.$$

## ЗНАХОДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ППО ЗАСОБАМИ СМО

*Г.С. Бобрицька, к.п.н., доц.; Б.С. Рудь*

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

Система масового обслуговування (СМО) – система, яка виконує обслуговування вимог, що надходять до неї. Обслуговування вимог у СМО проводиться обслуговуючими приладами. Класична СМО містить від одного до нескінченного числа приладів.

Вимога (заявка) – запит на обслуговування.

Вхідний потік вимог – сукупність вимог, що надходять у СМО.

Час обслуговування – проміжок часу, протягом якого обслуговується вимогу.

На основі вищезазначених вихідних даних будується математична модель СМО. Математична модель СМО – це сукупність математичних виразів, що описують вхідний потік вимог, процес обслуговування та їх взаємозв'язок.

СМО можна використовувати для оцінки ефективності роботи ППО. В цій роботі нами було розв'язана наступна задача.

Для прикриття одного з імовірних напрямків нальотів авіації противника створюють систему ППО у складі восьми однотипних ЗРК.

Завдання: Якщо необхідно відбити повітряні нальоти найпростішого потоку поодиноких літаків з інтенсивністю 6 літаків на хвилину. Кожен ЗРК обстрілює 1 літак у середньому 1 хв. Середній час перебування цілі в зоні ураження становить 2,5 хв. Потоки обстріляних цілей та цілей, що залишають зону ураження необстріляними, можна вважати найпростішими. На кожную ціль для обстрілу призначається лише 1 ЗРК. Імовірність ураження літака за умови стрільби з однієї вогневої одиниці  $R = 0,8$ .



## **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ОНЛАЙН ІНСТРУМЕНТІВ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ**

*Г.М. Антоненко; І.А. Тригуб*

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

Теоретична механіка – одна з обов'язкових дисциплін інженерної підготовки, яка тісно пов'язана з дисциплінами опір матеріалів та теорія механізмів та деталей машин. Тому успішне опанування основними поняттями теоретичної механіки сприяє успішному опануванню низки навчальних дисциплін професійного спрямування.

Одним із шляхів подолання прогалів у шкільних знаннях та підвищення інтересу до вивчення теоретичної механіки є онлайн інструменти інтерактивного навчання. Одним з них є сайт інтерактивних симуляцій PhET, який був створений у 2002 р. викладачами University of Colorado Boulder і наразі містить близько 1,5 мільярдів симуляцій з математики та природничих наук. Перевагою цього ресурсу є безкоштовний доступ до симуляцій різними мовами. Симуляції PhET можна запускати онлайн або безкоштовно завантажити з веб-сайту розробників з різних пристроїв і не прив'язані до певної операційної системи. Важливим також є те, що користувачам даного проекту не потрібно мати спеціальні навички і є можливість виконувати віртуальних експерименти самотійно без керівництва викладача. Робота з симуляціями дозволяє досліджувати причинно-наслідкові зв'язки і аналізувати закономірності шляхом віртуального моделювання. Серед інтерактивних симуляцій PhET є ті, які сприяють успішному та більш глибокому засвоєнню основних понять теоретичної механіки.

## **ШЛЯХ ДО СТВОРЕННЯ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ**

*Г.М. Антоненко; Я.В. Демченко*

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

З давніх часів людство намагалося зробити зображення навколишніх предметів, механізмів, споруд, укріплень тощо. Спочатку це були наскальні зображення плоских предметів. Потім було систематизовано і узагальнено знання про вимірювання землі та об'ємів тіл Евклідом, якого вважають батьком геометрії. Великий давньогрецький математик, фізик, інженер Архімед зробив безліч нових машин, попередньо виконуючи їх зображення. Італійський архітектор Л.Альберті вперше використав спосіб побудови перспективи за допомогою сітки. У своїх трактатах Леонардо да Вінчі дає вказівки перспективних зображень та досліджує світлотінь. Німецький архітектор А. Дюрер запропонував новий прийом побудови перспективи за двома проєкціями – планом та фасадом. У XVII ст. французький геометр Р.Декарт описав метод координат, а його колега Ж. Дезарг застосував його для побудови перспективних проєкцій та обґрунтування теорії аксонометричних проєкцій. Французький інженер А.Д. Фрез'є вперше здійснив проєціювання об'єкта на дві площини – горизонтальну і фронтальну. Всі набуті знання проаналізував та систематизував французький вчений Г. Монж у своїй роботі “Нарисна геометрія”, в якій описав метод паралельного проєктування на дві взаємно перпендикулярні площини проєкцій – вертикальну і горизонтальну,

зв'язавши їх в одну систему, що отримав назву епюра Монжа. З того часу нарисна геометрія є обов'язковим елементом інженерної освіти. Застосування нарисної геометрії набули широкого поширення у військовій науці, зокрема при розв'язанні задач фортифікації укріплень. У наші часи нарисна геометрія має велике значення для геометричного моделювання різних складних систем.

## **ЧИСЛА ЛЮКА**

*А.Д. Кириченко; В.Р. Білецька*

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

Числа Люка названі на честь французького математика Франсуа Едуарда Анатолія Люка (1842–1891 роки життя), який першим описав їх властивості. Запишемо перші сімнадцять чисел Люка: 2, 1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, 322, 521, 843, 1364, 2207... – елементи числової послідовності в якій будь-яке наступне число, починаючи з третього, дорівнює сумі двох попередніх:  $2+1=3$ ;  $1+3=4$ ;  $3+4=7$ ;  $4+7=11$ ;  $7+11=18$ ;  $11+18=29$ ;  $18+29=47$ ;  $29+47=76$  і так далі.

Вони отримані як модифікація ряду Фібоначчі (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...), якщо задати початкові значення цифрами 2, 1.

Золотий переріз  $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1,61803$  – важливе число в математиці, це поділ відрізка прямої на дві нерівні частини, при якому весь відрізок відноситься до більшого відрізка, як більший до меншого. Частка від ділення двох послідовних чисел Люка прямує до сталої  $\varphi$ . Для прикладу, 99.

Виконаємо піднесення золоті пропорції  $\varphi$  до цілих степенів:  $\varphi^2 \approx 2,61803 \approx 3$ ,  $\varphi^3 \approx 4,23607 \approx 4$ ,  $\varphi^4 \approx 6,8541 \approx 7$ ,  $\varphi^5 \approx 11,09017 \approx 11$ ,  $\varphi^6 \approx 17,94427 \approx 18$  і тому подібне. Якщо округлити отримані десяткові дробі до найближчого цілого числа, тоді матимемо 3, 4, 7, 11, 18, 29... – числа Люка, розпочинаючи з третього.

## **ВИКОРИСТАННЯ СХЕМИ ГОРНЕРА**

*С.М. Струтинський; В.Р. Білецька*

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

Вільям Джордж Горнер – англійський математик, що працював у галузі алгебри (1786–1837 роки життя), розробив схему Горнера у 1819 році, яку названо на його честь.

Це алгоритм ділення полінома (ділене) на біном  $x-c$  (дільник), для якого необхідно заповнити таблицю числами. Перший рядок містить коефіцієнти початкового многочлена, записані у порядку спадання степеня змінної. Якщо який-небудь степінь  $x$  многочлена відсутній, то відповідний коефіцієнт дорівнюватиме нулю. У другому рядку першим елементом ліворуч буде число  $c$ , що знаходиться у двочлені.

Після ділення многочлена  $n$ -го степеня на біном  $x-c$ , дістанемо шуканий многочлен, у якого степінь на один менший від даного, тобто рівний  $n-1$ , та остачу  $r$ . Коефіцієнти отриманого полінома (неповної частки) задаються

рекурентним співвідношенням. Така схема є зручною для розв'язання прикладів пов'язаних із подільністю многочленів, вона дає змогу швидко обчислити коефіцієнти неповної частки та остачу від ділення.

У роботі наведені приклади ділення многочлена на двочлен за допомогою правила Горнера. Цей метод також застосовують щоб відшукати цілі корені рівнянь вищих степенів, що мають цілі коефіцієнти; для розкладання многочлена на прості множники; або для визначення кратності коренів. Цілі корені рівняння (якщо вони існують) потрібно шукати серед дільників вільного члена. Ці задачі можна розв'язати діленням многочлена на двочлен стовпчиком, однак показана схема Горнера є більш наочною та простішою у використанні.

## **КВАНТОВА КРИПТОГРАФІЯ. АЛГОРИТМ ФАКТОРИЗАЦІЇ ЦІЛИХ ЧИСЕЛ (АЛГОРИТМ ШОРА)**

*С.В. Вовчук; О.Б. Захарчук*

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

Не так давно у світі з'явилися загрози, які поставили під сумнів цілісну картину криптографічних технологій, що успішно використовувались до цього часу. Мова іде про квантові комп'ютери та алгоритми для них, практичне впровадження яких сприятиме перегляду сучасних концепцій криптографічного захисту інформації.

Класичні алгоритми і способи збереження інформації, для ряду дуже важливих задач вимагають астрономічних розмірів пам'яті і запасів часу. Перспективним варіантом виходу з такого становища є використання принципів квантових обчислень, які мають дивовижні властивості квантового прискорення. Переваги квантових комп'ютерів та обчислювальних алгоритмів на основі квантової парадигми, змушують дослідників серйозно займатися цими новітніми технологіями, які можуть спричинити чергову революцію в галузі інформаційних технологій.

У 1982 році В. Вуттерсом, В. Зуреком та Д. Діксом було висунуто "теорему про заборону клонування" у квантових обчисленнях, яка доводить, що невідомий квантовий стан частинки неможливо скопіювати, не зруйнувавши її стан. У 1984 році було запропоновано перший квантовий протокол узгодження криптографічного ключа, який отримав назву BB84. Девід Дойч запропонував алгоритм, який вперше продемонстрував квантове прискорення обчислень.

У 1994 році американський математик Пітер Шор розробив алгоритм, який дозволяє факторизувати великі цілі числа майже за той самий час, який потрібен для їх множення. Після розробки цього алгоритму усі існуючі криптоалгоритми незалежно від того, на якій математичній проблемі ґрунтуються їх криптостійкість, можна вважати скомпрометованими.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЦЬ У КРИПТОГРАФІЇ**

*С.В. Вовчук; А.М. Драгунов*

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

Застосування математичної теорії та методів шифрування набуло широкого розповсюдження у військовій справі у 20-му столітті. Військові кодували повідомлення перед відправкою, а одержувач розшифровував

повідомлення, щоб надсилати інформацію про військові операції таким чином, щоб зберегти інформацію в безпеці, якщо повідомлення буде перехоплене. У Другій світовій війні шифрування відіграло важливу роль, оскільки як союзники, так і країни Альянсу надсилали зашифровані повідомлення і виділяли значні ресурси на посилення власного шифрування, а також намагалися зламати шифрування супротивника.

З приходом комп'ютерної ери та інтернет-комунікації використання шифрування стало широко розповсюдженим у спілкуванні та захисті приватних даних; воно більше не обмежується лише військовим застосуванням. Сучасні методи шифрування є складнішими і часто поєднують кілька етапів або методів шифрування даних, щоб зробити їх більш захищеними і складнішими для злому. Деякі сучасні методи використовують матриці як частину процесу шифрування і розшифрування; інші галузі математики, такі як теорія чисел, відіграють велику роль у сучасній криптографії.

## **ШТРИХ-КОД В АВІАЦІЇ**

*С.В. Вовчук; Д.О. Вітрук*

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

Код, у комунікаціях, незмінне правило для заміни частини інформації. Різноманітні системи штрих-кодів зараз використовуються для відстеження широкого асортименту продуктів у процесі їх виробництва, розповсюдження, зберігання, продажу та обслуговування. Ці продукти варіюються від перероблених харчових продуктів і сухих товарів до ліків і медичних товарів, автомобільних деталей, комп'ютерних частин.

Штрих-код 128 використовується в усьому світі та поширений у таких секторах, як складування, транспорт і логістика, виробництво та охорона здоров'я. Завдяки технології штрихового кодування авіаційні операції можуть скоротити ручне введення даних і замінити його раціоналізованими і спрощеними автоматизованими процесами, ефективно прискорюючи час, необхідний для доступу до потрібної інформації – ця інформація може стосуватися видачі серійної деталі спеціалісту з технічного обслуговування, прийняття повернутої деталі від фахівця, доступу до інформації про історію конкретної деталі для визначення її льотної придатності або відстеження часу, необхідного для завершення завдання.

Зрештою, переваги штрих-кодування в програмному забезпеченні для управління авіацією зводяться до простоти комунікації, повної відстежуваності товару і точної передачі інформації, що виключає людський фактор.

## **ВИКОРИСТАННЯ ШТРИХ-КОДІВ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ**

*С.В. Вовчук; Д.О. Важний*

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

Штрих-коди є ефективним інструментом для ідентифікації, відстеження та управління різноманітними продуктами та об'єктами. В даній доповіді буде

розглянуто та порівняно кілька розповсюджених видів штрих-кодів та стандартів їх кодування, можливі сценарії використання штрих-кодів в Збройних силах, проаналізовано переваги та недоліки, можливі вразливості систем які будуть використовувати ШК.

Загалом, переваги використання технології штрих-кодування в збройних силах може значно оптимізувати рутинні дії, підвищити ефективність роботи підрозділу, та зменшити похибку людського фактору в веденні документації до мінімуму, що значно покращить стан справ в збройних силах та формуваннях України.

## **СЕКЦІЯ 10**

### **РОЗВИТОК ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНОГО СПОРТУ В УКРАЇНІ ТА В ПРОВІДНИХ КРАЇНАХ НАТО**

Керівники секції: к.н.ф.в. і с. підполковник Андрій ПОЛТАВЕЦЬ  
Секретар секції: підполковник Олександр ТКАЧУК

#### **РОЗВИТОК ВІЙСЬКОВОГО АВІАЦІЙНОГО П'ЯТИБОРСТВА В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ ТА ВАЖЛИВІСТЬ ДАНОГО ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНОГО ВИДУ СПОРТУ НА ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ ДЛЯ ОСІБ ЛЬОТНОГО СКЛАДУ В ХОДІ ВЕДЕННЯ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*А.І. Полтавець, к.н.ф.в. і с.; А.О. Скакун*

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

Розвиток військово-прикладних видів спорту – це дуже актуальна тема на даний час, особливо під час російсько – української війни та залишиться такою протягом всього періоду існування цих видів спорту на території України. Таке явище пов'язано безпосередньо з розвитком військової справи, адже з'являються нові вимоги до військовослужбовців, їх підготовки, до виконання бойових завдань на полі бою. Для якісного виконання поставлених завдання необхідно працювати над розвитком спеціальних фізичних якостей, силою духу, командною роботою, швидкістю мислення, вмінням швидко приймати правильні рішення.

Для розвитку і підтримки фізичної підготовленості льотної складу у світі вже понад 75 років існує військово-прикладний вид спорту – військово авіаційне п'ятиборство. Зазначимо, що в Україні цей вид спорту вважається молодим. Початок свого зародження в стінах Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба він має з 2016 року, єдиного військового навчального закладу України, який готує особовий склад льотної складової Повітряних Сил Збройних Сил України.

Військово авіаційне п'ятиборство є профільним військово-прикладним видом спорту в Повітряних Силах Збройних Сил України, та включає в себе наступні види спорту: стрільба з пневматичного пістолету з 10 м, плавання з перешкодами на 100 м, баскетбольний тест, фехтування на шпагах, подолання смуги перешкод за стандартами CISM, спортивне орієнтування.

#### **ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНА ФІЗИЧНА ПІДГОТОВКА В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ**

*А.В. Гришко; С.В. Логвиненко*

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

Досягнення сумісності з арміями провідних країн-членів НАТО вимагає всебічного забезпечення бойової готовності військовослужбовців до військово-професійної діяльності та виконання завдань за призначенням з урахуванням сучасного досвіду ведення бойових дій та військових операцій.

Військово-прикладна фізична підготовка – частина фізичної підготовки, яка спрямована на розвиток і вдосконалення спеціальних якостей, військово-прикладних рухових навичок і вмінь, а також забезпечує спроможності

військовослужбовців застосовувати сформовані навички для раціонального вирішення поставлених завдань у різних умовах, що змінюються, високий рівень фізичної працездатності при виконанні ними бойового завдання.

Досвід ведення бойових дій, застосування військ (сил) Збройних Сил України у ході ведення російсько-Української війни показав, що здійснення тривалих бойових маршів, долання природних (водних) і штучних перешкод у військовому спорядженні з бойовим навантаженням, маневрене водіння бойових машин по пересіченій місцевості, обладнання і маскування позицій, інженерних загороджень, фортифікаційних споруд (укріплень) потребує високого рівня фізичної працездатності, витривалості та психоемоційної стійкості військовослужбовців.

Тому, важливою складовою бойової готовності особового складу до виконання бойових завдань на фоні психофізичних навантажень виступає фізична готовність військовослужбовців до виконання завдань за призначенням відповідно вимог сучасного бою.

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ СПОРТИВНОГО ОРІЄНТУВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ СПЕЦІАЛЬНОЇ (ВІЙСЬКОВО-ПРИКЛАДНОЇ) ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ**

*D. Kmetiuk; A. Deniak*

*Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Ураховуючи досвід російсько-української війни, для військовослужбовців різних груп військових професій та спеціальностей Повітряних Сил Збройних Сил України існує ймовірність виникнення небезпечної ситуації, а саме: оточення, захоплення, аварійне покидання повітряного судна, ситуації під час проведення спеціальних операцій на ворожій території.

Потрапити в ізоляцію можуть члени екіпажу збитого літака, особовий склад, відрізаний від авіадесанту або сил, які брали участь у повітряно-десантних операціях, і військовополонені втікачі. Під потрапляння в ізоляцію також підпадають дозорні пости, що висилаються на великі відстані, повітряно-десантні підрозділи, розвідувальні підрозділи на бронетехніці та учасники спеціальних операцій, які часто проникають углиб ворожої території. Їм складно пересуватися по незнайомому рельєфу і місцевості без належної підготовки, а не знаючи особливостей місцевої фауни і флори – забезпечити себе їжею.

Спортивне орієнтування – вид спорту, у якому учасники змагань самостійно, застосовуючи тільки карту місцевості та компас, долають дистанцію з контрольними пунктами, розташованими на місцевості.

Військово-спортивне орієнтування – військово-прикладний вид спорту, що містить елементи рейдових та розвідувально-пошукових дій у тилу умовного противника. Вивчення даної теми передбачає формування навички використання засобів фізичної підготовки для підтримання належного рівня фізичного стану, уміння за допомогою спортивної карти і компаса пройти контрольні пункти, розташовані на місцевості. Результат визначається за часом проходження дистанції. Відмінністю від спортивного орієнтування є те, що пересування на місцевості вимірюється досягненням намічених пунктів. Швидкість і відстань мають другорядне значення.

Навчання спортивному орієнтуванню розпочинається з вивчення топографічних знаків, видів рельєфу, місцевості, карти та масштабу.

В орієнтуванні для досягнення високого результату однаково важливі три фактори: фізична, техніко-тактична і психологічна підготовка.

## **СЕКЦІЯ 11**

### **СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ФІЗИКИ ТА РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

Керівники секції: к.т.н. с.н.с. пр. ЗС України Микола БАРХУДАРЯН  
Секретар секції: солдат МАКСИМ РИБНИКОВ

#### **THE METAMATERIALS CLASSIFICATION BY ELECTRODYNAMIC PROPERTIES**

*G. Mayev; M. Rybnikov;*

*M. Barkhudaryan, Candidate of Technical Science, Senior Researcher  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

In recent years, developers of microwave devices and antennas have been attracted to metamaterials – composite media that have a number of unique electrodynamic properties.

The names and classification of metamaterials are determined by the relative permeabilities of material:  $\epsilon$  – dielectrical permeability,  $\mu$  – magnetic permeability. In this case:

- DNG – double negative (both values of permeabilities are negative);
- DPS – double positive (both values of permeabilities are positive, the wave impedance of the medium far exceeds the impedance of the free space. Another name – high impedance surface (Hi-Z);
- SNG – single negative (negative is one of the permeabilities: if negative dielectric constant, then the name ENG is used, if negative magnetic permeability, then MNG). These materials are also called mixed type metamaterials;
- DZR – double zero (both permeabilities are practically zero, resulting in a zero-reflection coefficient from these materials).

Anomalous properties of metamaterials are due to:

- periodicity the internal structure of fill dielectric;
- resonance phenomena in cell structure that allows you to control the amplitudes of the surface and / or decay (austentic) waves;
- proper selection of the parameters of the coating layers (thickness, electrical parameters of the materials of the layers, number of layers and their sequence of placement).

#### **THE PHYSICAL CONCEPT OF LONGBOW'S PRIMARY COMBAT TARGETING MODES**

*I. Kravchuk; N. Demchuk; O. Karpenko, PhD., Associate Professor  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The fire control radar's primary combat targeting modes include Ground Target Mode (GTM), Air Targeting Mode (ATM), and a new Maritime Targeting Mode (MTM) for the Apache attack helicopter AH-64E. These modes provide rapid detection to engagement timelines. The FCR performs wide area search, precise detection, location, and classification of up to 256 simultaneous moving and stationary targets. From there, the system then prioritizes the top 16 targets for immediate evaluation and, if desired, engagement by the aircrew. This system



enables the potent Apache attack helicopter to pursue targets day or night, in adverse weather and obscured conditions.

Additional modes include Terrain Profile Mode, which significantly aids aircrew situational awareness to avoid terrain and large obstacles under degraded environments, including weather and battlefield conditions; and Target Location Cueing to the Apache's Modernized Target Acquisition Designation System (MTADS) for positive target identification.

In addition to the new Maritime Targeting Mode, other significant advanced capabilities provided to the AH-64E include: Doubling target detection ranges from the original 8 km to 16 km further extending crucial situational awareness; 360-degree surveillance and single target track across land, air, and sea missions and improved detection of smaller unmanned aerial vehicles.

In conclusion, the physical concept, high system reliability, and two-level maintenance provide high operational availability with low support costs, of the longbow's primary combat targeting modes are discussed in the presentation.

## **ЕЛЕКТРОТЕРМОХІМІЧНІ ГАРМАТИ**

*А.М. Драгунов; Т.П. Мухіна, к.х.н., доц.*

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

У традиційних артилерійських гарматах джерелом енергії є порох, при спалюванні якого утворюються гарячі гази й пари, що рухають снаряд у стволі. Початкова швидкість снарядів дорівнює 2 000 – 2 200 м/с. Через обмежену енергетичну ефективність порохів навіть збільшення довжини ствола до 120 калібрів, використання надважких можливих порохових зарядів, підйом тиску в каналі ствола до 800 – 1000 МПа розганяє снаряд усього до 2 500 – 2 700 м/с.

Суттєво збільшити швидкість метання можна, активуючі порохові гази додатковою енергією від стороннього джерела й підняттям їх температури.

Ізраїльський центр ядерних досліджень Soreq спільно з військовими фахівцями США і Німеччини створили електротермохімічну (ЕТХ) гармату, в якій твердий металевий заряд займається плазмою. Гармата містить звичайні камори й стволи; джерело електроенергії (у випадку 105-мм гармати це потребує приблизно 0,5 МДж електроенергії), а також плазмовий інжектор, з'єднаний з гільзою унітарного боєприпасу. Подібні пристрої плануються для використання проти балістичних ракет та у танкових гарматах.

В іншій розробці металеві речовина попередньо розігрівається в теплообміннику і потім під високим тиском подається в ствол гармати, де за допомогою електричної енергії перетворюється на плазму. Початкова швидкість снаряда збільшується до 4 500 м/с, тобто зменшується час руху снаряда до цілі. Снаряди відносно невисокого калібру (приблизно 60 мм) мають високу бронепробивність.

Є вдалі спроби використання ЕТХ гармат на старих танках.

Зрозуміло, що при збільшенні швидкості метання за рахунок підвищення температури порохових газів прискориться зношування елементів системи і можуть стати потрібними нові витриваліші матеріали.

## **THE PHYSICAL CONCEPT OF THE WORLD'S PREMIER TACTICAL CARGO AIRCRAFT**

*V. Miroshnyk; O. Striliani; O. Karpenko, PhD., Associate Professor  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

There is no aircraft in aviation history either developed or under development that can match the flexibility, versatility, and relevance of the C-130 Hercules. In continuous production longer than any other military aircraft, the C-130 has earned a reputation as a workhorse ready for any mission, anytime, anywhere. The C-130J Super Hercules offers superior performance and new capabilities, with the range and flexibility for every theater of operations and evolving requirements.

The Block 7.0 program adds 29 new capabilities to the C-130J Hercules including Link-16 Tactical Data Link which provides enhanced situational awareness by linking voice and graphic communications between allied aircraft New Flight Management System that complies with CNS/ATM mandates and includes vertical navigation and coupled auto throttle capability, special mission display processor, Civil GPS, Ground power modes. The Block 8.1 upgrade program adds 10 new capabilities containing both software and hardware expansion to the C-130J platform.

The new Block 8.1 configuration includes an updated Identification Friend or Foe (IFF), automatic dependent Surveillance Broadcast (ADS-B), CNS/ATM Data Link, enhanced inter-communication system, enhanced approach and landing systems, enhanced diagnostics, improved PA System, additional covert lighting.

The program is contracted through the U.S. Air Force's International Program Office (IPO). The contracted effort is for the design, development, integration, testing and Trial Kit Installation (TKI) of the C-130J common core baseline upgrade. The C-130 Hercules is the world's premier tactical cargo aircraft.

## **PHYSICAL PRINCIPLES OF ACTIVE ELECTRONICALLY SCANNED ARRAY**

*M. Shkurman; P. Tretiak; O. Karpenko, PhD., Associate Professor  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The basic applied physical view on the concept of increasing the combat capability of modern fighters by means of implementing active electronically scanned array in the on-board multifunctional radar system, emphasizing the efficient use of weapon payload to shoot down russian fighters by means of beyond visual range missiles simultaneously, and win in combat is discussed in the presentation.

An active electronically scanned array (AESA) is a type of phased array antenna, which is a computer-controlled antenna array in which the beams of an antenna radiating pattern can be electronically steered to point in different directions without moving the antenna. In the AESA, each antenna element is connected to a small solid-state transmit and receive module (TRM) under the control of a computer, which performs the functions of a transmitter or receiver modes for the antenna.

In comparison to mechanically scanned arrays, AESA radars would represent a significant step forward on terms of capability, reliability and precision guidance of weapon in the combat application. They are also capable of tracking more targets,

including the stealth targets. The new AESA radar gives pilots better tools to improve situational awareness and increase reaction times. The latest F-16 Block 70/72 aircraft will be adapted with Northrop Grumman's AESA radar system for more rapid and reliable target acquisitions, lock-on and tracking and precising guidance of missiles to the targets.

In conclusion, the new AESA radars give pilots better tools to improve situational awareness and increase reaction times.

## **ПЕРСПЕКТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*О.Б. Захарчук; Т.П. Мухіна, к.х.н., доц.*

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

Переважає більшість двигунів всіх видів сучасної військової техніки, а також здійснення уражаючої дії снарядів і ракет як джерело енергії використовують хімічні реакції горіння та вибуху. Через обмежені можливості компонентів порохів і палив модернізація артилерійської і ракетної техніки потребує принципово нових джерел енергії. На стадії випробувань і практичного застосування знаходиться, ядерна, лазерна, мікрохвильова та електромагнітна зброя:

Вид енергії	Переваги зброї	Проблеми
Ядерна	Реакції поділу ядер Урану-235 і Плутонію-239 дають у $\approx 1,5$ млн разів більшу енергію, ніж нафтові пальні. Вже існують ядерні балістичні і крилаті ракети, а також ядерні авіаційні двигуни	Потреба важкого біологічного захисту, небезпека забруднення атмосфери радіоактивними речовинами
Лазерна	На сьогодні проходить полігонні випробування і вже починає використовуватися. Ізраїль успішно випробував нову лазерну систему ППО "Iron Beam" (додаток до "Iron Dome"), яка збивала БПЛА, ракети, мінометні снаряди та протитанкові ракети. Має точну систему наведення (ніколи не промахнеться)	Туман, дощ сніг, дим, пил можуть заважати проходженню променя лазера. Потребує багато енергії, має великий об'єм
Мікрохвильова	"Мікрохвильова бомба" уражає електронне обладнання, повністю виводить з ладу комп'ютерні системи та телефонні лінії на площі одного кварталу, не завдаючи шкоди довкіллю. В РФ – у машинах дистанційного розмінування	Принципові проблеми не виявлені
Електромагнітна	Пристрої – електродинамічні рейкотрони. Швидкість метання аж до 100 000 м/с. Зможуть знищувати ракети з космосу ще на підльоті	Великі маса і габарити, низький ККД (трохи вище 20 %).

## **ОСТРІВ СТАБІЛЬНОСТІ. СИНТЕЗ ТРАНСУРАНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*О.Б. Захарчук; Т.П. Мухіна, к.х.н., доц.*

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

Острів стабільності – гіпотетична трансуранова область на карті ізотопів, для якої (відповідно до моделі ядра Марії Гепперт-Маєр і Ганса Єнсена) внаслідок граничного заповнення в ядрі протонних і нейтронних оболонок, час життя ізотопів значно перевищує час життя “сусідніх” трансуранових ізотопів.

Спроба отримати елементи важчі за уран, була зроблена Енріко Фермі у 1934 році. Нептуній, 93 елемент, з масою 237, був синтезований Макміланом і Абельсоном у 1940 році, і в цьому ж році, уран 238 опромінили дейтронами, і в реакції утворився нептуній, який в результаті бета-розпаду перейшов у 94 елемент плутоній-238.

Створивши потужний реактор здатний створювати великі потоки нейтронів отримали плутоній 240, 241, 242, 243. Ці нові утворення будуть піддаватися бета-розпаду, в результаті утвориться 95 елемент америцій, 96 кюрій, 97 берклій, 98 каліфорній, 99 ейнштейній, 100 фермії (для отримання потрібно опромінювати близько року).

Наступні елементи були отримані вже опромінюванням іонами. Ейнштейній був опромінений альфа-частинками і був отриманий 101 елемент менделевій; 102 елемент нобелій при опроміненні америцію азотом; 103 елемент лоуренсій при опроміненні каліфорнія бором-11.

Коли почали використовувати важчі іони, брали важчі мішені і легкі снаряди, вдалося отримати елемент 109 майтнерій. При використанні холодного синтезу вдалося просунутись до елементу 113 ніхоній.

28.05.2006 вчені під керівництвом Ю. Оганєсяна з інституту ядерних досліджень оголосили, що їм вдалося підтвердити існування першого елемента з номером 114 з великим часом життя і отримати експериментальне підтвердження існування “острова стабільності”.

## **ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ ЗЕНІТНОЮ УСТАНОВКОЮ ЗУ 23-2**

*О.Б. Захарчук; А.Є. Присяжний, к.т.н., доц.; В.Ю. Вдовьонков, к.т.н., доц.*

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

В умовах ведення сучасної війни дистанційне керування дозволяє операторам знаходитися на безпечній відстані від потенційно небезпечної обстановки. Вони можуть керувати зенітною установкою з віддаленого місця, що дозволяє їм залишатися в безпеці.

Дистанційне керування може забезпечити більш точне і ефективне використання зброї. Сучасні технологічні рішення дозволять операторам наводити вогонь на цілі набагато швидше, точніше, а це в свою чергу дозволить виконувати бойові задачі більш ефективно та оперативно.

Надання відповідного тренування та підготовки операторам щодо використання нових систем керування та дистанційного керування буде важливим етапом інтеграції. Оператори повинні бути здатні ефективно використовувати нові функції та можливості. Використання сучасних

електронних систем і керування допомогти інтегрувати функціональність дистанційного керування.

В роботі розглянуті особливості конструкції опорно поворотного пристрою (ОПП), сформовані вимоги до характеристик ОПП з метою підвищення точності наведення на цілі.

В перспективі можливе впровадження керування зенітною установкою за допомогою штучного інтелекту, для ще більш ефективного виявлення і знищення повітряних цілей. Автономні системи керування, які можуть приймати команди з віддаленого пункту керування та керувати рухом і зброєю установки.

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ПРИ ПОШИРЕННІ РАДІОХВИЛЬ У ЛІСОВИХ МАСИВАХ**

*О.Л. Кузнецов, к.т.н., доц.; Є.С. Кривенко*

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

Виконання завдань за призначенням засобами зв'язку у районах розташування великих лісових масивів мають суттєві особливості.

Надано аналіз можливих механізмів поширення радіохвиль у щільних лісових масивах. Визначено, що за вибором параметрів радіосигналів, висот антен, та геометрії позиції радіотехнічних систем, існують можливості досить ефективно здійснювати радіозв'язок між абонентами у щільних лісових масивах.

Наведено результати аналізу можливостей використання радіотехнічних систем у щільних лісових масивах для випадків радіотрас з різною довжиною. При цьому, для великих трас основне значення має поширення радіохвиль за обвідною лісу.

На відстанях більших ніж 100 кілометрів для вирішення завдань радіозв'язку основним механізмом поширення радіохвиль над лісом можна вважати механізм поширення у тропосферних радіохвилеводах.

Отримані результати можуть бути використані при вирішенні завдання вибору позицій та параметрів інформаційних радіотехнічних систем, які виконують завдання за призначенням в районах розташування лісових масивів, та аналізу їх ефективності.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ КУТОВИМ ПОЛОЖЕННЯМ ЗЕНІТНОЇ УСТАНОВКИ**

*В.Р. Федько; А.О. Ковальчук, к.т.н., доц.*

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

Засоби малокаліберної зенітної артилерії застосовуються для боротьби з маловисотними, малорозмірними цілями та особливо безпілотними літальними апаратами. Використання автоматизованої системи збору, обробки, відображення та аналізу інформації про повітряну обстановку, надає можливість використовувати дану систему для цілевказівки та завчасного наведення засобів малокаліберної зенітної артилерії в напрямку на повітряну ціль.

Дистанційне керування працює на сучасних мікроконтролерах з відповідним програмним забезпеченням. Виконавчими елементами системи є

крокові двигуни із зворотнім зв'язком, які через редуктори здійснюють наведення стволів в горизонтальній та вертикальній площині. На заміну елементів, що вимірюють куту непогодженість – селісинів, застосовуються сучасні датчики кута повороту (енкодері) – електромеханічні пристрої, за допомогою яких можна визначити положення осі (валу). Використання сучасних енкадерів дозволяє суттєво скоротити кількість та зменшити фізичні розміри обладнання системи обертання.

Для аналізу якості функціонування електромеханічної системи обертання пропонується використання програмної оболонки SIMULINK пакету прикладних програм MATLAB. Аналіз отриманих графіків дозволяє швидко оцінювати характеристики обертання та змінюючи параметри елементів оцінити їх вплив на характеристики обертання.

### **МІКРОКОНТРОЛЕР STM 32. ПРИНЦИП ПОБУДОВИ І РОБОТИ. СТРУКТУРНА СХЕМА. ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ОЗБРОЄННЯМ. ПРОГРАМУВАННЯ**

*І.Г. Леонов, д.т.н., доц.; А.Є. Присяжний, к.т.н., доц.;  
С.Г. Леушин; Ю.В. Дубовський*

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

Наявність сучасних мікроконтролерів серії STM32 дає можливість проводити роботи з розроблення й проектування сучасних частотних електроприводів, вирішувати завдання будівництва сучасних системи контролю та керування на їх основі. В доповіді розглянутий детальний опис технічних можливостей мікроконтролера STM32 щодо його практичного застосування, визначена середа програмування, детально описані принципи його роботи, периферії, організації передавання даних з його використанням, керування іншими пристроями для вимірювання зовнішніх параметрів, налаштування відображення інформації, отриманої від зовнішніх пристроїв. Зазначено, що мікроконтролери STM32 є одними з кращих для використання в вбудованих системах завдяки використанню 32-х бітного мікропроцесорного ядра ARM з розвинутою архітектурою, яка забезпечує високу швидкість обчислень, гнучку систему переривань та різні режими енергоспоживання, а це в свою чергу дозволяє використовувати їх в системах дистанційного керування озброєнням, а саме: для керування рухом або дією в озброєнні; зчитування даних та сенсорів; функції апаратної безпеки; обробки сигналів і керування в реальному часі; оптимізації енергоспоживання. Мікроконтролери STM32 пройшли випробування в реальних умовах на реальних зразках техніки (засоби МЗА, засоби мобільних реактивних систем залпового вогню) і оцінюється як успішне.

### **РОЗВИТОК НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА ІНФОРМАЦІЮ, ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ТА НА “ДЕМОНА МАКСВЕЛЛА”**

*А.І. Короткова; В.А. Савчук; Н.О. Танасюк; О.О. Копилов, к.т.н., с.н.с.  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

“Демон Максвелла” це уявна істота, що запропонована Максвеллом, і яка здатна сепарувати молекули за їх швидкостями. Теплотехнічні пристрої є макроскопічними і працювати з окремими атомами або молекулами не здатні,

для них очевидним є другий закон термодинаміки. Тому неможливо на основі подібних технологій створити “Демона Максвелла”. Відповідно до другого закону може існувати багато процесів, які зберігатимуть енергію, але насправді відбудуться лише ті, які збільшують безлад у системі. Поняття “безлад” вбудоване в поняття ентропії, а ентропія та інформація також тісно пов’язані між собою. Інша справа нанотехнології, які можуть працювати навіть на рівні окремих атомів і молекул. Виникає питання: чи можливо за допомогою нанотехнологій реалізувати процеси сепарації молекул й атомів за їх швидкостями, а потім на основі цього перетворення їх надлишкової енергії на інші її види, наприклад, в електричну?

Дуже важливо, що змінилося наше розуміння інформації у Всесвіті, а разом з ним і наша оцінка “демона Максвелла” від неприємного парадоксу до концепції, яка допомогла висвітлити надзвичайний зв’язок між фізичним світом та інформацією. На перший погляд, можливість реалізації “Демона Максвелла” за допомогою нанотехнологій викликає серйозні сумніви. Натомість перетворення енергії мікрохвиль, які завжди мають місце у бронуїському русі молекул рідин та газів, виглядає цілком розумною можливістю. Ми повинні повернутися до стурбованості Максвелла з приводу другого закону термодинаміки і спробувати звернутися до основних проблем статистичної механіки, таких як виникнення макроскопічного світу та суб’єктивність ентропії у світлі теорії інформації.

### **МІКРОКОНТРОЛЕР STM-32. ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ОЗБРОЄННЯМ**

*А.Є. Присяжний, к.т.н., доц.; С.Є. Кальний, к.ф.-м.н., доц.; О.І. Огінський  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Мікроконтролери STM32 – це сімейство 32-розрядних мікроконтролерів на основі ARM Cortex-M, розроблених компанією STMicroelectronics. Вони характеризуються високопродуктивними обчислювальними можливостями та низьким енергоспоживанням, мають велику флеш-пам’ять, а також окрему оперативну пам’ять. Програмне забезпечення базується на інтегральному середовищі STM32CubeIDE, яке має широкий спектр бібліотек, сумісне з операційними системами Windows, Linux і macOS і використовує мови програмування C і C++. Ці мікроконтролери мають широкий спектр вбудованих периферійних модулів, включаючи UART, SPI, I2C, USB, GPIO та таймери. Це полегшує інтеграцію різних датчиків, комунікаційних інтерфейсів, приводів і двигунів, що важливо в системах дистанційного керування озброєнням.

Одним із потужних варіантів є серія STM32H7, яка заснована на ядрі ARM Cortex-M7 і має максимальну робочу частоту до 480 МГц. Архітектура ARM Cortex-M забезпечує ієрархічний контролер переривань, розширене керування живленням, блок захисту пам’яті, що підвищує надійність керування озброєнням. Також вона забезпечує ефективну мультизадачність і обробку в режимі реального часу, що має вирішальне значення в керуванні озброєнням, де точність синхронізації є критичною.

Використовуючи мікроконтролери STM32, можливо створювати інноваційні і ефективні рішення для сучасних вимог в дистанційному керуванні озброєнням.

## **HORNER'S SCHEME OF CONVERSION NUMBERS FROM ONE SYSTEM INTO ANOTHER**

*V. Kozyr; V. Bihuniak  
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

It's known that the conversion of number from one system into another consists of definition all of the numbers which are needed to be written in a new system of counting. They depend on signification of these numbers which are used to represent a number in a system that's given.

In this report It's being considered and compared with each other two different ways according to their difficulty.

The first method, which's called "The method of direct calculations", is mostly used at the machine conversion of numbers from the decimal system to the binary system while data's inputting into a machine. The essence of this method involves the sum of multiplication of number's coefficients on appropriate degrees of foundation according to the rules of that calculation system, in which the conversion's materializing.

Another method is called The Horner's method. It can be used according to the following steps: the senior digit number is multiplied to a foundation and other digits added to a first received product. The result is multiplied to a foundation and the third digits added to the next product, which's received recently. This scheme works until the last digit is added to the last product.

The analysis of difficulty of considered methods shows that Horner's scheme looks like mostly preferred due to its recurring form and absence of exponentiation of a digit's foundation.



## **СЕКЦІЯ 12**

### **СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ, РЕФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Керівники секції: к.філос.н. проф. прац. ЗС України Петро КВІТКІН  
Секретар секції: к.філос.н. доц. прац. ЗС України Таїсія ЧЕРНИШОВА

#### **МЕМИ В СУЧАСНОМУ УКРАЇНСЬКОМУ МОВЛЕННІ**

*М.С. Бугрим*

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

Сьогодні в інформаційному суспільстві використання мемів є засобом формування громадської думки, тобто соціально-культурним явищем, яке впливає на формування суспільства.

Мем – одиниця культурної інформації, інформаційний вірус, що впливає на сприйняття людиною реальності, її світогляд і поведінку, це будь-яка ідея, символ, манера або образ, який свідомо чи несвідомо передається від людини до людини через міміку, жести, відео, мову тощо.

З 2022 року у з'являється велика кількість мемів, які швидко стають віральними. І сьогодні вони слугують ефективною зброєю у російсько-українській війні, де сторони воюють за системи світоглядних переконань і цінностей людей, хочуть нав'язати потрібну картину світу, створити нові смисли. За допомогою мемів можна легко маніпулювати свідомістю людей, схилиючи її на свою сторону. Сьогодні українці використовують меми з метою висміювання й деморалізації ворога; підтримки морального духу “своїх”; ідеалізації особистості, демонстрування абсурдності дій російського керівництва. Меми також є інструментом пропаганди. Росія також своїм у пропаганді використовує всі наявні методи й інструменти. “Бандерлоги”, “неонацисти”, “київський режим”, “бойові голуби” тощо – це наративи російської пропаганди, які соціальні мережі перетворили в меми, що сприяють деградації громадської думки, викривляють сприйняття навколишнього світу, формують потрібні негативні образи.

Отже, меми не лише є інформативними та гумористичними, допомагають справитися з переживаннями та стресом, а й допомагають спростовувати фейки та протистояти пропаганді ворога, також вселяють надію та піднімають моральний дух.

#### **ОСОБИСТІТЬ СУЧАСНОГО ВІЙСЬКОВОГО КЕРІВНИКА (ЛІДЕРА)**

*Т.С. Остафійчук*

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

Роль військового лідера надзвичайно важлива в сучасному світі, оскільки його рішення та здатність до швидкого аналізу ситуації можуть вирішити долю військових операцій.

Сучасна війна постійно еволюціонує, особливо з урахуванням швидкого розвитку технологій та змін у тактиці ведення бойових дій. Військові лідери

повинні адаптувати свої лідерські якості до нових викликів, забезпечуючи ефективне управління підрозділами та уміння інноваційно мислити.

Військове лідерство визначається здатністю особистості керувати військовими підрозділами та організаціями в умовах конфлікту, гарантуючи ефективне виконання завдань та адаптацію до змін. Серед ключових якостей військового лідера визначаються харизма, стратегічне мислення, уміння приймати рішення під тиском, а також здатність мотивувати підлеглих та комунікативні навички.

До властивостей військового лідерства відносяться психологічна стійкість, фізична витривалість, адаптивність, комунікативність, стратегічне мислення та етичні стандарти.

В українській історії та сучасності існують приклади видатних військових лідерів, таких як Богдан Хмельницький, Іван Мазепа, Петро Сагайдачний, генерал Валерій Залужний, генерал-лейтенант Сергій Наєв та віце-адмірал Олексій Неїжапа.

Сучасні військові лідери повинні адаптуватися до новітніх технологій, змін у міжнародних відносинах та нових військових тактик. Їхня реакція на ці виклики включає використання новітніх технологій та зміцнення міжнародних зв'язків.

Дослідження підкреслює важливість особистісних якостей лідера у досягненні цілей та формуванні військового колективу.

Лідерство відіграє ключову роль у формуванні місії та стратегій, необхідних для успішних військових операцій.

## **ЄВГЕН КОНОВАЛЕЦЬ – ВІД БАТЬКА УКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛІЗМУ, ДО ОСОБИСТОГО ВОРОГА РАДЯНСЬКОГО СОЮЗУ**

*А.Ю. Зінченко; І.А. Нікіфоров, д.філос., доц.*

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

“У вогні перетоплюється залізо у сталь, у боротьбі перетворюється народ у Націю” – ці слова належать видатному українському військовому та політичному діячу, батькові січових стрільців та організації українських націоналістів – Євгену Коновальцю.

Часи Української Народної Республіки одна з головних віх життя полковника. Саме в той час виявився неабиякий військовий хист Євгена. Ще в студентські роки після знайомства з Дмитром Донцовим у думках Є. Коновальця відбувається революція, зароджується ідея соборної незалежної України. Він організовує першу сотню січових стрільців, що потім стане полком. Ця галицька формація досить виразно відрізнялась від створених підрозділів УНР своїм високим національно-моральним станом і дисципліною. На жаль, УНР зазнала поразки у війні з більшовиками, більшість політичних діячів впала у відчай, але не Є. Коновалець, він усвідомлював: боротьба не закінчилася, оскільки живою залишилася в серцях патріотів національна ідея. При цьому він розумів, що одних лише національних почуттів замало.

В еміграції Є. Коновалець створює Українську Військову організацію, що згодом реформується в Організацію Українських Націоналістів. У радянській пропаганді Є. Коновалець зображувався як “ворог народу” та “фашист”, що легітимізувало репресивні дії радянської влади проти українських націоналістів.

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА  
ОРГАНІЗАЦІЮ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ  
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ І ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ  
В ПЕРІОД ДІЇ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО СТАНУ  
ТА ПІСЛЯ ЙОГО ЗАКІНЧЕННЯ**

*В.О. Лахманюк*

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

Минуло понад два роки з початку повномасштабного вторгнення російських окупаційних військ в Україну. Масштаби, скоєних рф за цей період воєнних злочинів, нечувані. Таких руйнувань, Європа не знала з часів Другої світової війни: тільки за перший рік війни, пряма шкода нанесена Україні рф від початку повномасштабного вторгнення оцінюється в 140 млрд. доларів, а непряма – в п'ятеро більше. За оперативною інформацією Міністерство освіти і науки (МОН) України, станом на 1 серпня 2022 року, в результаті повномасштабного вторгнення рф на територію України постраждало 2200 закладів освіти України, у тому числі 225 повністю зруйновано, 1975 частково пошкоджено.

Потужні виклики у вигляді повномасштабного вторгнення російських окупаційних військ на територію України – з одного боку та глобальна інформатизація сучасного суспільства і розвиток інформаційних технологій – з другого, ведуть до змін пріоритетних форм здобуття освіти у ВВНЗ і ЗВО, а інформаційні технології починають вагомо впливати на підвищення якості підготовки здобувачів освіти.

Тому актуальним стає питання проведення аналізу інформаційних технологій, задіяних в освітньому процесі ВВНЗ і ЗВО України та з'ясування їх ролі в підвищенні якості підготовки здобувачів освіти.

## **СЕКЦІЯ 13**

### **СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Керівники секції: полковник Олександр БУРЯК  
Секретар секції: солдат Анастасія ОЛІХНОВИЧ

#### **МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ**

*В.А. Буренко*

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

На сьогоднішній день, ця проблема є достатньо актуальною, адже ментальне здоров'я є неабияким важливим аспектом здорової психіки, особливо після початку повномасштабного вторгнення РФ. Такі чинники, як участь у бойових діях або знаходження в прифронтовій зоні з постійними артилерійськими та ракетними обстрілами, бомбовими ударами, значно підвищують вразливість військовослужбовців до стресу, сприяють виникненню психічних розладів, таких як депресія, тривога, фобія, психічні розлади. Тому можемо з точністю сказати, що стан психічного здоров'я військовослужбовців значно гірший, ніж серед решти населення – тривожні, великі депресивні розлади трапляються серед військових вдвічі частіше ніж у цивільних. Тому підтримка ментального здоров'я військовослужбовців є одним з пріоритетних завдань державної політики.

Важливо відзначити, що нехтування своїм здоров'ям – як фізичним, так і психічним – є, на жаль, достатньо типовою проблемою для України. Знаючи про наявність у себе проблем із психікою, значна частина військовослужбовців не готова звертатися по допомогу до фахівців, вважаючи, що їхній стан недостатньо серйозний, вони самостійно можуть з цим впоратися.

Зауважимо, що в Україні активно розвивається питання, щодо психологічного супроводу військовослужбовців. Значний внесок в психічну підтримку внесли громадські ініціативи. Також є і безкоштовні платформи для надання психічної допомоги, реабілітації ветеранів та членів їх сімей. З початку квітня 2023 р. в Києві та інших містах почали відкриватися перші в Україні Центри стресостійкості.

#### **СОЦІАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ**

*О.О. Веприцький*

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

Соціальне призначення академічної доброчесності є важливою темою, що викликає активні дискусії серед фахівців та громадськості. Ця тема визначає важливість етичних норм та принципів у науковій та освітній діяльності, що безпосередньо впливає на сталий розвиток суспільства. Академічна доброчесність виступає як основна складова наукової та освітньої етики, основне призначення якої в стеженні за відкритістю, чесністю, прозорістю і об'єктивністю у проведенні освітньої та науковою діяльністю, взаємодію між учасниками процесу.

Спільне розуміння та дотримання академічної доброчесності є ключовими для забезпечення довіри громадськості до наукових та освітніх результатів. Високий рівень академічної доброчесності також сприяє розвитку наукового співробітництва та обміну знаннями між ученими та педагогами з різних держав, що збагачує науковий та освітній процес і сприяє швидшому науковому прогресу.

Однак, дотепер, існують виклики у забезпеченні дотримання академічної доброчесності через різні види плагіату та недотримання етичних норм, фальсифікацію даних, конфлікт інтересів. Для боротьби з цими проблемами необхідно посилення контролю, розробка та впровадження новацій у забезпеченні етичних стандартів, а також вдосконалення системи дотримання якості в науковому і освітньому процесі через превентивні заходи і поширення інформації, щодо негативних наслідків порушення академічної доброчесності.

Узагальнюючи, соціальне призначення академічної доброчесності ставить перед собою завдання сприяти створенню чесного, інтегрованого та етичного середовища, яке сприяє сталому розвитку суспільства та покращенню якості освітнього та наукового середовища.

### **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИК ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ (ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ)**

*А.Л. Грудінін*

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

Особливості військової діяльності роблять психологічну реабілітацію важливим елементом підтримки військових. Актуальність цієї проблеми в контексті російсько-української війни підкреслює необхідність розвитку ефективних методик, спрямованих на полегшення психологічних наслідків військових дій та підтримку психічного здоров'я військовослужбовців. Розглянемо основні ідеї для розробки таких методик. По-перше, це аналіз індивідуальних потреб військовослужбовців. Системне вивчення унікальних психологічних вимог та викликів, що виникають у військовослужбовців, для розробки та впровадження індивідуалізованих програм психологічної підтримки. По-друге, співпраця з родинами військовослужбовців. Розвиток програм співпраці з родинами для надання підтримки та ресурсів у ключових моментах, а також викликах, пов'язаних із поверненням військовослужбовців з військових подій. По-третє, доступ до професійної психологічної допомоги. Забезпечення легкого доступу до висококваліфікованих психологічних послуг на всіх етапах служби, щоб надати ефективну підтримку військовослужбовцям. По-четверте, розвиток програм інтеграції військовослужбовців у цивільне життя. Вдосконалення програм, спрямованих на успішну адаптацію військовослужбовців до цивільного оточення, з особливим акцентом на психологічну адаптацію.

Висновок полягає в тому, що запропоновані ідеї для удосконалення психологічної реабілітації військовослужбовців є важливими та актуальними. Просування цих ідей сприяє створенню цілісного та ефективного підходу до психологічної реабілітації учасників бойових дій.

## **ПРОБЛЕМИ ПІДТРИМКИ ПСИХІЧНОГО ЗДОРОВ'Я ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В УМОВАХ ВІЙНИ**

*О.О. Завгородній*

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

Під час війни проблема психічного здоров'я військовослужбовців стає особливо актуальною та потребує глибокого дослідження факторів впливу, основних аспектів його підтримки та збереження. В умовах бойових дій військовослужбовці перебувають під впливом потужних стресових факторів (надвисокі навантаження, суворі та небезпечні умови, невизначеність та непередбачуваність тощо), що негативно позначається на психічному здоров'ї, призводить до психічного виснаження, виникнення ПТСР та, як наслідок, до соматичних захворювань.

Психічне здоров'я військовослужбовця у нашому дослідженні ми розглядаємо як таке функціонування психіки, що забезпечує критичність, адекватність поведінки, моральність та доброзичливість, ефективне виконання завдань військової служби. Головним фактором забезпечення психічного здоров'я є психологічна стійкість, – цілісна, інтегральна характеристика особистості, яка виявляється в адаптаційних реакціях щодо несприятливого впливу зовнішніх і внутрішніх чинників, оптимальній моделі поведінки відповідно до об'єктивних вимог, саморегуляції, саморозвитку та самокорекції. Психологічна стійкість бійця дає можливість долати когнітивні, емоційні, соціальні й фізіологічні стресори війни та є важливим складником боєздатності армії.

Психічне здоров'я військовослужбовця суттєво залежить від психологічної готовності до участі в бойових діях, своєчасної психологічної допомоги (у тому числі й самопомоги) з метою подолання кризових психічних станів, адекватної психологічної корекції та реабілітації, а також (за необхідності) подальшого кваліфікованого психологічного супроводу.

## **ВПЛИВ НЕГАТИВНОЇ ПРОПАГАНДИ НА ПСИХОЛОГІЧНЕ ЗДОРОВ'Я ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

*Я.А. Канюка*

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

Пропаганда відіграє ключову роль у війні, функціонуючи як ефективний інструмент для відтворення ідеології, впливу на громадську думку та мобілізацію суспільства. Також пропаганда є засобом впливу на психологічне здоров'я військовослужбовців. Зазвичай пропаганда відтворюється через різні медійні канали та інформаційні платформи з метою досягнення власних або колективних цілей. В сучасній війні ворог використовує пропаганду як інструмент психологічного впливу на противника для деморалізації та демотивації. Супротивники створюють психологічний тиск один на одного, що допомагає отримувати бажані наслідки за результатами війни. Отже, ворожа пропаганда має негативний психологічний вплив на військовослужбовців. Вона може викликати такі проблеми як стрес та призвести до таких симптомів, як тривога, занепокоєння, дратівливість; депресії, оскільки викликає відчуття безнадії. Пропаганда може призвести до того, що ті явища, які раніше приносили задоволення, стають причиною

порушень сну, ПТСР, оскільки вона може викликати травмуючий досвід. Вона провокує такі психологічні стани як флешбеки, кошмари, уникання подразників, пов'язаних з травмою і підвищена збудливість.

У контексті війни негативна пропаганда, яку поширюють російські ЗМІ, може мати особливо значний вплив на психологічне здоров'я українських військовослужбовців. Ця пропаганда завжди містить не правдиву або спотворену інформацію, яка може викликати у військовослужбовців відчуття страху, безпорадності та гніву. Це може призвести до зниження бойової ефективності військовослужбовців та підвищення серед них ризику посттравматичного стресового розладу.

## **ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОСТОРІ**

*О.С. Лис*

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

Формування комунікативної компетентності майбутніх офіцерів в освітньому просторі визначає необхідність удосконалення навичок взаємодії та спілкування серед майбутніх лідерів у військовій сфері. Комунікативна компетентність офіцера включає в себе вміння ефективно висловлювати думки, слухати інших, розуміти та використовувати різноманітні комунікаційні стратегії.

Учасники військової діяльності часто стикаються з ситуаціями, де точність передачі інформації та здатність до взаємодії можуть визначити успіх місії чи ефективність командування. Отже, процес формування комунікативної компетентності в освітньому просторі для майбутніх офіцерів стає стратегічно важливими. Цей процес може включати практичні вправи, рольові ситуації та тренінги, спрямовані на розвиток вмінь виражати думки чітко та лаконічно, розбірливо сприймати інформацію, а також управляти конфліктами. Зосередження на розвитку комунікативних навичок у майбутніх офіцерів допоможе створити команду, здатну ефективно працювати в умовах стресу та несподіваних ситуацій.

Формування комунікативної компетентності майбутніх офіцерів в освітньому просторі полягає у вивченні та розумінні оптимальних стратегій, методів та педагогічних підходів, спрямованих на розвиток ефективних комунікативних навичок у майбутніх офіцерів. Дослідження ставить за мету визначити, які елементи навчального процесу сприяють кращому формуванню комунікативної компетентності та як це впливає на їхню здатність лідерства та виконання службових обов'язків у військовій сфері.

## **РОЛЬ ОФІЦЕРА СТРУКТУР МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ПРОФІЛАКТИЦІ КІБЕРЗАГРОЗ СЕРЕД ОСОБОВОГО СКЛАДУ**

*С.Ю. Лисенко*

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

Національні збройні сили сучасних країн, включаючи Україну, виявилися найефективнішими в оборонній діяльності проти інших держав. Забезпечуючи захист держави за різними напрямками, вони також приділяють увагу наявним

кіберзагрозам. Кіберзагрози постійно змінюються, тому важливо підтримувати високий рівень обізнаності та адаптувати заходи безпеки відповідно до нових викликів серед військовослужбовців та цивільного населення. Офіцери структур МПЗ (морально-психологічного забезпечення) відіграють ключову роль у сфері профілактики кіберзагроз серед особового складу. Однією з основних функцій офіцерів є надання особовому складу необхідних знань та навичок у сфері кібербезпеки. Це включає у себе не лише технічні аспекти, а й освіту з питань розуміння потенційних загроз, заходів превентивного захисту та етичних стандартів використання інформації. Офіцери структур МПЗ допомагають особовому складу розвивати високий рівень обізнаності (надаючи інформацію про новітні методи кібератак та засоби захисту від них) і готовності до взаємодії з сучасними кіберзагрозами. Психологічна стійкість учасників оборони відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності заходів протидії кіберзагрозам. Офіцери структур МПЗ працюють над зміцненням психологічної стійкості особового складу, допомагаючи йому впоратись з стресовими ситуаціями, пов'язаними з кібератаками.

Отже, роль офіцерів структур МПЗ в профілактиці кіберзагроз полягає в комплексному підході до формування інформаційної культури, технічної готовності та психологічної стійкості особового складу, забезпечуючи таким чином високий рівень захисту від сучасних кіберзагроз.

## **ЦИВІЛЬНЕ НАСЕЛЕННЯ ЯК ЦІЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПРОПАГАНДИ В УМОВАХ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ**

*С.А. Лучик*

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

Сучасний світ стикається з новими викликами та загрозами, зокрема внаслідок поширення гібридних війн. У цьому контексті цивільне населення стає основною цілью інформаційної пропаганди. Ця проблема вимагає уваги та комплексного розгляду. Пропонуємо розглянути визначальні аспекти впливу інформаційної пропаганди на цивільне населення в умовах гібридної війни.

По-перше, варто зазначити, що гібридна війна відрізняється від традиційних форм конфлікту тим, що вона використовує широкий спектр методів та засобів, зокрема військові, політичні, економічні та інформаційні. Інформаційна пропаганда є важливим інструментом маніпулювання мисленням та переконаннями людей.

По-друге, цивільне населення стає основною мішенню інформаційної пропаганди через його вразливість та доступність. За допомогою різноманітних засобів масової комунікації, вороги можуть впливати на думки та дії громадян, створюючи атмосферу страху, ненависті та недовіри.

По-третє, захист цивільного населення від інформаційної пропаганди потребує розроблення спеціальної стратегії. Вона може передбачати: підвищення рівня медіаосвіти, розвиток критичного мислення та інформаційної грамотності громадян; розроблення ефективних методів протидії дезінформації та маніпуляціям; проведення антипропагандистських кампаній.

Загалом, варто наголосити, що цивільне населення як ціль інформаційної пропаганди, в умовах гібридної війни, потребує уваги та заходів захисту з боку держави, міжнародних організацій та громадянського суспільства. Тільки шляхом спільних узгоджених зусиль можливо забезпечити свободу та безпеку для всіх громадян у цьому складному та небезпечному світі.



## **СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ГРУПОВИМИ ПРОЦЕСАМИ ТА ЯВИЩАМИ У ВІЙСЬКОВИХ КОЛЕКТИВАХ**

*О.С. Малютін*

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

Військовий колектив – це специфічна соціальна група, тому використання соціально-психологічних методів управління є важливим фактором їх успішного функціонування. Соціально-психологічні методи управління груповими процесами та явищами у військових колективах – це система прийомів та впливів, спрямованих на формування та розвиток військового колективу, регулювання міжособистісних відносин, посилення психологічної стійкості особового складу, підвищення рівня його мотивації, психологічну реабілітацію. Всі ці напрями набувають особливого значення під активних бойових дій, що підтверджується чисельними прикладами сучасної російсько-української війни.

Вважаємо, що застосування соціально-психологічних методів управління груповими процесами, повинно в першу чергу відбуватися за такими напрямами.

Розвиток спільного відчуття місії. Це досягається через використання спеціальних тренінгів та комунікаційних стратегій.

Психологічна підтримка важливих рішень, що можна реалізувати шляхом застосування технік консультигування та психологічної підтримки для допомоги військовим керівникам у вирішенні складних ситуацій та прийнятті ефективних управлінських рішень.

Ефективним також є використання методів аналізу конфліктів та їх конструктивного вирішення, формування лідерських якостей, здійснення психологічного моніторингу.

Важливо зазначити, що всі методи соціально-психологічного впливу повинні використовуватися з урахуванням специфіки військової служби, а також з дотриманням етичних норм.

## **МІФИ ВОРОЖОЇ ПРОПАГАНДИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

*М.О. Мітрошин*

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

Війна була постійним супутником людини з найдавніших часів і до сьогодні, вона ставала корисною для тих хто хотів загарбати та вбити.

Вміння розпізнавати ворожу пропаганду надзвичайно актуальне у сучасному світі (особливо у країні, яка веде війну). Інформація швидко поширюється, і важливо вміти відрізнити правду від брехні, бо це може врятувати не тільки репутацію, а іноді і життя.

Російська пропаганда активно використовує міфи, спрямовані на перекручення фактів і подій в контексті війни проти України. Пропагандисти намагаються створити міф про “захисну війну”, ігноруючи докази втручання у внутрішні справи сусідньої країни. Звертання до емоцій і створення міфів про загрозу російському народові від України поглиблює розбіжності між країнами. Російська пропаганда часто використовує фейкові фотографії та відеоматеріали для підсилення своїх тверджень. Іншим поширеним міфом є

спроби викривлення історії та ідентичності українського народу, щоб створити його негативний образ. Спростування фактів та подій війни є важливим елементом української інформаційної політики для протидії російській пропаганді.

Важливо, щоб міфи, розповсюджені російською пропагандою у війні проти України, спростувалися реальними фактами. Росія постійно продукує фейки, перекручує події з метою впливу на громадську думку та викривлення образу України у світі. Важливо перевіряти інформацію за допомогою надійних джерел та аналізувати різні точки зору для отримання об'єктивного уявлення про ситуацію.

### **НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

*А.Я. Оліхнович*

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

Російсько-українська війна є складним і динамічним процесом. Вона ставить перед військовослужбовцями нові виклики, які вимагають від них високого рівня критичного мислення. Аналізуючи стрімкі тенденції розповсюдження штучного інтелекту в сучасному світі можна впевнитись, що розвиток та удосконалення критичного мислення повинні бути постійною та невід'ємною складовою підготовки військовослужбовців, а особливо в умовах сучасної війни.

Створення штучного інтелекту в розрізі наукового прогресу стало важливим кроком розвитку інноваційної діяльності та створення нових можливостей для людства. З відкриттям штучного інтелекту наше суспільство отримало, як переваги, так і нові загрози, зокрема інформаційну вразливість.

Аналізуючи результати проведеного нами соціологічного опитування (143 респонденти) основною цільовою аудиторією якого були військовослужбовці вищого навчального закладу (курсанти), виявилось, що 63% застосовує штучний інтелект у своїй професійній діяльності. Розвиток нових технологій та їх доступність, створює нову важливу проблему – зменшення рівня самостійного та креативного мислення, що може негативно вплинути на здатність майбутнього офіцера нестандартно мислити, приймати креативні рішення в умовах виконання бойових завдань тощо. Така ситуація створює потенційну загрозу компетентності майбутніх офіцерів під час виконання службових обов'язків. Отже, надмірне використання штучного інтелекту військовослужбовцями може негативно вплинути на рівень їх критичного мислення, яке є необхідним в умовах російсько-української війни.

### **ПСИХОСОЦІАЛЬНІ НАСЛІДКИ СУЧАСНИХ ВІЙН: АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ**

*Д.Д. Паньшина*

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

У зв'язку зі зростанням числа воєнних конфліктів у сучасному світі, дослідження психосоціальних наслідків воєних дій на психічне здоров'я населення стає дуже актуальним завданням. Вплив війни на психічне здоров'я є значним фактором і має значні наслідки для індивідів і суспільства в цілому.

Перш за все, слід звернути увагу на те, що воєнні конфлікти викликають серйозний стрес та тривогу серед населення, що призводить до розвитку різних психічних реакцій, включаючи посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), депресію та тривожність. ПТСР – це повторювані, нав'язливі спогади про нищівну травматичну подію. Спогади тривають більше одного місяця і починаються протягом шести місяців після події. Патолофізіологія розладу є не до кінця зрозумілою. Симптоми також включають уникнення подразників, пов'язаних із травматичною подією, нічні кошмари та ретроспекції. Ці негативні емоційні реакції можуть мати серйозні наслідки для якості життя людей, їхнього фізичного здоров'я та соціальної адаптації.

Дослідження в цій сфері також вказує на важливість соціальної підтримки та психологічної реабілітації для тих, хто пережив воєнний конфлікт. Ефективні програми психосоціальної підтримки можуть значно полегшити процес адаптації та сприяти відновленню психічного благополуччя постраждалих. На сьогодні, результати дослідження свідчать про необхідність подальших наукових досліджень, розробки та імплементації стратегій психологічної підтримки та реабілітації, спрямованих на зменшення негативних психосоціальних наслідків воєнних конфліктів для психічного здоров'я населення.

Отже, сучасні війни мають значний вплив на психічне здоров'я населення. Важливість розуміння і врахування психосоціальних аспектів воєнних конфліктів для розвитку ефективних стратегій психологічної підтримки та реабілітації стає невід'ємною частиною сучасної гуманітарної політики.

## **ПРОБЛЕМАТИКА ГУМАНІТАРНО-ЕКОНОМІЧНОЇ КРИЗИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВОГО КОНФЛІКТУ**

*С.В. Попов*

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

Гуманітарно-економічна криза, що виникає під час воєнного конфлікту, створює комплексну проблематику, охоплюючи руйнування інфраструктури, масові переселення, загрозу основним життєвим ресурсам та зниження соціально-економічної стабільності, що вимагає системних та спільних міжнародних зусиль для розробки та реалізації ефективних стратегій врегулювання, відновлення та сталого розвитку на постконфліктному етапі. В умовах воєнного конфлікту криза не лише породжує термінові виклики, пов'язані із забезпеченням гідних життєвих умов та основних потреб населення, але й формує довгостроковий вплив на структуру суспільства та економіки.

Соціально-економічна криза, що виникає під час воєнного конфлікту, ускладнюється взаємодією низки факторів, включаючи руйнування економічної інфраструктури, масові переселення населення, обмежений доступ до основних ресурсів та загрози соціальній стабільності. Ця проблематика потребує глибокого аналізу та впровадження широкого спектру стратегій, спрямованих на врегулювання конфлікту, гуманітарну допомогу, економічне відновлення та встановлення умов для сталого розвитку на посткризовому етапі. У висновку зазначимо, що гуманітарно-економічна криза в умовах воєнного конфлікту є складною проблемою, що охоплює широкий спектр викликів, починаючи від термінових гуманітарних потреб і закінчуючи довгостроковим впливом на суспільство та економіку. Вирішення цієї

проблеми вимагає комплексного підходу, включаючи ефективне врегулювання конфлікту, гуманітарну допомогу, відновлення економічної інфраструктури та соціальну реабілітацію. Важливо враховувати не лише невідкладні потреби, але й довгострокові перспективи для сталого розвитку в постконфліктний період.

## **ВИКЛИКИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГУМАНІТАРНОГО ПРАВА В УМОВАХ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ**

*Д.В. Трофименко; О.І. Сташук*

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

В сучасному світі маємо підвищення кількості збройних конфліктів і війн, що призводить до більш широкого застосування гуманітарного права. Умови гібридної війни створюють особливі виклики для реалізації гуманітарного права, оскільки конфлікт в цьому форматі часто непередбачуваний та має нестандартні характеристики. Розкриємо основні прояви таких викликів. По-перше, можливість сторонами конфліктів використання цивільного населення в якості “щитів” або дислокувати військову техніку та військовослужбовців серед мирних жителів. Це ускладнює виконання принципу відокремлення цивільних об’єктів від військових цілей й загрожує безпеці мирних громадян. По-друге, небезпека в кіберпросторі та маніпулювання інформацією. Це може призводити до розповсюдження дезінформації, зокрема стосовно гуманітарної допомоги та захисту цивільного населення, а також порушення ворожою стороною міжнародного гуманітарного права та договорів. По-третє, створення особливо небезпечних умов для діяльності гуманітарних організацій. Ризики включають атаки на гуманітарні конвої, спеціально влаштовані пастки та наругу над правами гуманітарних працівників, утруднення доступу до зони конфлікту через фізичні бар’єри, загрозу безпеці та обмеження вільного руху. Це може перешкоджати забезпеченню необхідної гуманітарної допомоги населенню, яке постраждало від конфлікту.

Таким чином, необхідно виробити стратегії спрямовані на мінімізацію цих викликів. Враховуючи складність гібридної війни, необхідно підтримувати співпрацю між державами, громадськими організаціями та міжнародними установами, щоб спільно протистояти гуманітарним викликам та захищати права людини.

## **АДАПТАЦІЯ ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ ДО ЦИВІЛЬНОГО ЖИТТЯ**

*Д.О. Шкуренко*

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

Дана тема залишається актуальною в сучасному світі, оскільки велика кількість військовослужбовців повертається до цивільного життя після завершення служби й вони зовсім не здатні самостійно адаптуватися до нових життєвих обставин. Цей перехід може бути важким і супроводжуватися численними викликами для ветеранів та їхніх сімей.

Важливо відзначити, що по завершенні строку військової служби або після повернення з війни ветерани стикаються з низкою складних завдань та потреб, таких як адаптація до цивільного життя, пошук нової роботи, вирішення

питань повернення на попереднє робоче місце, осмислення свого “нового статусу”, здобуття житла в разі пошкодження власного під час обстрілів, повернення родини додому після вимушеного переселення у зв’язку з воєнними діями та адаптація до мирного життя.

Зауважимо, що адаптація є процесом пристосування особи до оточуючого соціального середовища, який включає утворення взаємовідносин між соціальними об’єктами, вступ до складу соціальних груп, освоєння соціальних умов, та прийняття існуючих норм та цінностей соціуму. Адаптацією займаються: державні служби та військові відомства, неприбуткові організації, психологічні служби. Наприклад, Міністерство у справах ветеранів, ОБСЄ (Організація з безпеки та співробітництва в Європі) та інші.

Слід відзначити, що адаптація виступає як механізм соціального захисту колишніх військових, спрямований на їх активне та гармонійне пристосування до умов цивільного життя після закінчення військової служби.

## **СЕКЦІЯ 14**

### **ПІДГОТОВКА, БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТИН І ПІДРОЗДІЛІВ ТА ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ СИЛ ПІДТРИМКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Керівники секції: д.філос. підполковник Сергій ПОПЛАВЕЦЬ  
Секретар секції: к.військ.н. доц. полковник Геннадій ГИШКО

#### **МОЖЛИВИЙ ПІДХІД ТА ПОГЛЯДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

*С.І. Поплавець, д.філос.; А.Д. Швець  
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Масштаби радіаційного, хімічного, біологічного (РХБ) зараження впливають на обсяг заходів проведення спеціальної обробки (СО) військової техніки (ВТ) шляхом її дезактивації, дегазації або дезінфекції. Під час ліквідації наслідків РХБ зараження заходи проведення СО ВТ здійснюються в спланованих для цього районах або пунктах СО з використанням техніки підрозділів військ РХБ захисту, а саме: автомобільних розливочних станцій (АРС-14, АРС-15), комплектів дегазації, дезактивації та дезінфекції озброєння та військової техніки (ДКВ-1М), авіаційних дегазаційно-дезактиваційних комплектів (АДДК) тощо, які задовольняють це обслуговування та можуть бути успішно вирішені з використанням методів теорії масового обслуговування (ТМО).

Сам процес проведення СО ВТ доцільно представити у вигляді системи масового обслуговування, де за допомогою методів ТМО можна досить ефективно вирішувати заходи проведення СО.

Використання методів ТМО під час оцінювання ефективності проведення СО ВТ дозволяє:

- визначити потрібну кількість сил та засобів та обґрунтувати потрібний час виконання заходів СО ВТ;
- враховувати рівень підготовки особового складу через середні значення показників виконання нормативів зі СО;
- визначити характер вхідного потоку;
- встановити середній час та число об'єктів, що надходить на обслуговування за одиницю часу;
- розподілити час та кількість засобів для проведення СО.

## **СЕКЦІЯ 15**

### **РОЗВИТОК ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ, ІНШИХ ВИДІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

Керівники секції: к.т.н. підполковник Сергій СЕЛЕЗНЬОВ  
Секретар секції: майор Олександр РЕКАЛО

#### **РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ДЛЯ БОРОТЬБИ З АВІАЦІЄЮ ПРОТИВНИКА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЛІТАКАМИ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ**

*Д.В. Третьак*

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

Боротьба з РЛС підрозділів протиповітряної оборони (ППО) може здійснюватися з застосуванням протирадіолокаційних ракет (ПРР), основним технічним елементом оснащення яких є радіолокаційні головки самонаведення (ГСН). Протирадіолокаційна ГСН являє собою приймач випромінювання від РЛС. Це забезпечує виявлення джерел радіовипромінювання у типових діапазонах хвиль. Для ПРР створено декілька варіантів ГСН, що дозволяє застосовувати їх по РЛС, що виступають у якості наземної цілі (РЛС-ціль) різних типів і призначення. Противорадіолокаційні ракети призначені для знищення радіолокаційних станцій (РЛС) розвідки підрозділів РТВ, аналогічних станцій розвідки підрозділів ЗРВ, спеціалізованих РЛС зенітних ракетних комплексів (ЗРК) та інших радіоелектронних засобів (РЕЗ), що випромінюють системи ППО. ПРР уявляють собою авіаційні самонаведені ракети класу “повітря-земля”, як правило, з пасивними ГСН. В останні роки система наведення ПРР стала доповнюватися інерціальною навігаційною системою, що коректується через приймач GPS за допомогою глобальної супутникової навігаційної системи NAVSTAR або за допомогою системи ГЛОНАСС.

В роботі наведено пропозиції щодо застосування підрозділів протиповітряної оборони для боротьби з авіацією противника при застосуванні літаками протирадіолокаційних ракет.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

<b>В</b>	<b>Б</b>	Бульба С.С. .... 208
Barkhudaryan M. .... 232	Бабрицька Г.С. .... 223	Буренко В.А. .... 244
Bihuniak V. .... 240	Балюк Р.В. .... 178	Бусилко О.А. .... 46
<b>D</b>	Барабаш С.С. .... 145	..... 49
Demchuk N. .... 232	Барчук С.М. .... 62	Бутенко А.С. .... 143
Deniak A. .... 231	Басова Д.І. .... 193	Буц В.О. .... 97
<b>К</b>	Батюк М. .... 215	Буца Б.Б. .... 34
Karpenko O. .... 232	Безлепкін В.О. .... 120	<b>В</b>
..... 234	Белей В.В. .... 189	Важний Д.О. .... 228
Kmetiuk D. .... 231	Бережний А.О. .... 4	Василенко Е.К. .... 35
Kozyr V. .... 240	Бережний О.Д. .... 57	Василенко Р.В. .... 36
Kravchuk I. .... 232	..... 58	..... 42
Kushpeta S. .... 13	Березанський В.Г. .... 59	Васильченко Д.Д. .. 114
<b>М</b>	..... 64	Васильченко Д.О. .... 61
Mayev G. .... 232	..... 66	Васіляді М.О. .... 38
Miroshnyk V. .... 234	Березанський О.Г. .... 59	Васько Д.І. .... 123
<b>N</b>	..... 64	Вахнюк С.А. .... 50
Norov A. .... 214	..... 66	Вдовьонков В.Ю. .... 236
<b>R</b>	Берлов Г.А. .... 28	Веприцький О.О. ... 244
Rybnikov M. .... 232	Бескубський В.Г. .... 12	Вергасов А.О. .... 61
<b>S</b>	..... 18	Вершигора А.І. .... 42
Shkurman M. .... 234	Бешені. Є.С. .... 201	Вершинін О.С. .... 134
Striliani O. .... 234	Бідненко Б.Ю. .... 14	Вигівський О.В. .... 128
<b>T</b>	Білан Д.А. .... 13	Викиданець В.В. .... 113
Tretiak P. .... 234	Біленко А.С. .... 121	Вітрук Д.О. .... 155
Tsertsenyuk D. .... 214	Білецька В.Р. .... 226	..... 228
<b>V</b>	Білоус Е.В. .... 86	Вовченко М.В. .... 165
Vivtash A. .... 180	Білоус І.О. .... 91	Вовчук С.В. .... 227
<b>Y</b>	Більчич Н.Ю. .... 142	..... 228
Yagoub Musa Ahmed 213	Бобрицька Г.С. .... 223	Володченков С.Ю. .... 125
<b>Z</b>	..... 224	Волохов Є.Ю. .... 86
Zemsky V. .... 13	Богайчук М.О. .... 89	Волчанов В.А. .... 115
<b>A</b>	Бойко А.С. .... 184	Вурста К.І. .... 133
Алексєєнко Н.Д. .... 17	Бойко В.В. .... 36	Вурста Ю.І. .... 132
Алексєєв В.О. .... 134	Бойко М.М. .... 7	<b>Г</b>
Алістратов О.М. .... 178	..... 21	Галепа О.Г. .... 37
Алтухов М.В. .... 104	Бойко О.В. .... 105	Галина В.А. .... 98
Андрієвський В.С. .... 140	Болбас Ю.О. .... 140	Гапонов О.В. .... 98
Андрусенко Л.В. .... 214	Бондаревич В.Б. .... 214	Гармаш А.Ю. .... 145
Анікєєв А.Р. .... 219	Бондаренко Д.Ю. .... 101	Гармаш В.М. .... 195
Антоненко Г.М. .... 225	Борець М.А. .... 43	Гармаш С.О. .... 58
Антонюк Н.О. .... 11	Борисов В.В. .... 129	Георгієв Ю.В. .... 32
Аршава А.Ю. .... 78	..... 130	..... 36
Атякшев О.О. .... 47	Бугаренко Є.О. .... 58	..... 38
Афанасєєв К.А. .... 41	..... 66	Герасименко Е.М. ... 176
Ахременко К.В. .... 158	Бугрим М.С. .... 241	Герман Н.О. .... 30



Гладкий К.С. ....	134	Дрокін Р.С. ....	203	Камінський С. ....	212
Гловацький М.Т. ....	16	Дуб Д.В. ....	100	Канюка Я.А. ....	246
.....	20	Дубовий І.Ю. ....	168	Капустянський Д.О. ....	48
Гнатик Д.Ю. ....	89	Дубовський Ю.В. ....	238	Караваєв Р.В. ....	54
Годунко Є.О. ....	115	Дуденко М.В. ....	52	Карлов К.С. ....	45
Головань Д.П. ....	216	Дурович С.Р. ....	48	Карпенко М.А. ....	203
Головатюк В.В. ....	83	Дядюн О.Я. ....	182	Картовецький Д.Ю. ....	50
Головка Б.Б. ....	68	<b>Е</b>		Кархут В. ....	209
.....	71	Ейдельштейн Г.Б. ....	31	Касьян В. ....	26
Голубничий Д.Ю. ....	205	.....	40	Кашенко Е.Р. ....	139
Гончаров С.А. ....	177	<b>Є</b>		Кедровський Ю.О. ....	62
Гончарова М.М. ....	147	Єремєєнко К.П. ....	169	Керест Д.О. ....	90
Гончарук М.А. ....	129	<b>Ж</b>		Кеменов А.О. ....	104
Горбенко В.С. ....	44	Жаданов Є.Д. ....	92	Кирилюк Р.Д. ....	13
Горобець А.А. ....	216	Жирун В.І. ....	86	Кириченко А.Д. ....	226
Горобинський М.А. ....	114	Жуйков Д. ....	209	Ківшар О.Ю. ....	137
Грабовецький А.С. ....	42	Жунаєв В.С. ....	118	Кликова А.О. ....	14
Грамак О.О. ....	161	<b>З</b>		Клімашевський К.Є. ....	92
Гресько Р. ....	33	Забабурін О.О. ....	186	Клімашевський М.С. ....	93
Гречка О.В. ....	132	Завгородній О.О. ....	246	Клімішен О.О. ....	38
Григоренко Н. ....	31	Загурський С.Е. ....	87	Коба А.С. ....	152
Григоров Д.А. ....	25	Задерей К.С. ....	164	Ковалевська В.В. ....	222
Грицай П.В. ....	59	Закарлюка К.А. ....	161	Коваленко Д. ....	174
.....	64	Закревський Д.В. ....	127	Коваль К.А. ....	15
Гришко А.В. ....	230	Заліско Т.Л. ....	106	Коваль Р. ....	211
Грубой Ю.В. ....	83	Запорожченко Р.Р. ....	126	Ковальчук А.О. ....	237
Груднін А.Л. ....	245	Захаров В.А. ....	81	Козир А.В. ....	41
Гульпак В.А. ....	190	Захарчук О.Б. ....	227	Козлов К.С. ....	87
Гура Т.А. ....	179	.....	235	Колесник К.С. ....	155
Гусар Р.В. ....	146	.....	236	Колесник М.О. ....	217
Гава А.В. ....	12	Зенович О.Є. ....	35	Колокольцев Б.Р. ....	89
.....	19	.....	39	Коломієць О.М. ....	134
<b>Д</b>		Зінченко А.Ю. ....	242	Колотухін Д.О. ....	99
Давидюк Є.В. ....	100	Зубарева А.О. ....	45	Колотухіна Є.С. ....	85
Демченко Я.В. ....	225	Зубченко С.С. ....	172	Кольцова О.Р. ....	79
Денисенко О.С. ....	222	<b>І</b>		Копилов О.О. ....	238
Деркач В.А. ....	135	Іванов В.Д. ....	197	Корнійчук Н.Ю. ....	188
Деркач Д.В. ....	29	Івахненко Н.С. ....	91	Коростильов Г.Л. ....	51
Джус В.В. ....	127	Іващенко А.Є. ....	39	.....	54
.....	129	Ігнат'єв Д. ....	26	Коростіленко В.П. ....	82
Діденко Б.С. ....	60	Ігнат'єв О.І. ....	187	Короткова А.І. ....	238
Долженко М.О. ....	22	Іленко Є.Ю. ....	90	Костюченко Я.Ю. ....	76
Долінський М.П. ....	43	<b>К</b>		Котелевець А.А. ....	154
.....	48	Кав'юк В.В. ....	53	Котик Т.О. ....	138
Доценко О.М. ....	44	Калина О.Є. ....	109	Котляр М. ....	213
Драгунов А.М. ....	227	Каліберда М.С. ....	76	Кочук С.Б. ....	39
.....	233	Калінін І.Р. ....	31	Кравченко І.В. ....	87
Дрізд А.Ю. ....	221	Кальний С.Є. ....	239	Кравченко С.С. ....	184

Кравчук В.В. ....	92	Луценко Є. ....	210	Мовчан П.В. ....	52	
Кравчук І.В. ....	221	Луценко О.М. ....	137	Мокрицький М.І. ....	14	
Кравчук І.О. ....	49	Лучик С.А. ....	248	Мокряк А.Г. ....	130	
Краснокутський В.М. ....	47	Ляшенко О.С. ....	167	.....	131	
Красулін О.С. ....	166	Ляшок О.О. ....	183	Момонт В.А. ....	8	
Крепко Є.Є. ....	35	<b>М</b>			Моргун Є.В. ....	118
.....	45	Мазнев Д. ....	210	.....	119	
Кривенко Є.С. ....	223	Майданіченко Д.О. ....	59	.....	121	
.....	237	.....	64	Моргунов В. ....	215	
Кривошея В.А. ....	111	Маковецький В.В. ....	50	Мороз А.Д. ....	130	
Кротюк Г.О. ....	128	Макогон Р.Р. ....	79	Мороз О.Ю. ....	142	
Крук Р.Р. ....	37	Малик О.С. ....	204	Морозюк А.Ю. ....	65	
Крючков Д.М. ....	132	Малиношевський Т.В. ....	187	Мосієнко В.О. ....	173	
.....	133	Малік О.В. ....	35	Мотриченко Н.С. ....	117	
Кудряшова В.О. ....	77	Малютин О.Є. ....	249	Мотроненко О.С. ....	215	
Кузнецов Є.О. ....	62	Мальянец Г. ....	211	Мухіна Т.П. ....	233	
Кузнецов О.Л. ....	237	Мартинов М. ....	210	.....	235	
Кузніченко М.О. ....	122	Марченко А. ....	27	.....	236	
Курман О.А. ....	84	Матвеев Є.В. ....	62	<b>Н</b>		
Куценко В.О. ....	53	Матвієнко А.І. ....	81	Нагірний О.М. ....	81	
Кушнір М.В. ....	81	Матяшовський П.А. ....	63	Надбожин В.О. ....	190	
<b>Л</b>		Маховський А.О. ....	65	Нараєвський О.С. ....	94	
Лавров О.А. ....	64	Медвідь А.В. ....	36	Насиров Р.С. ....	205	
.....	74	Медигулов Д.М. ....	218	Наумова А.А. ....	24	
Лантух В.В. ....	86	Меланчук О.Д. ....	38	Немов О.І. ....	8	
Лапіцький Б.Д. ....	219	Меленті Д.О. ....	109	Нестеренко П.О. ....	205	
Ларвенчук Д.С. ....	99	.....	110	Нечепуренко Д.Д. ....	131	
Лахманюк В.О. ....	243	Мельник Д.В. ....	186	Нікіфоров І.А. ....	242	
Левченко В.С. ....	157	Мельник М.Ф. ....	62	Ніколаєць Д.А. ....	85	
Лейченко Д.О. ....	22	.....	93	Ніколайчук Р.С. ....	68	
Лемешева Н.В. ....	217	Мельничук Ю.О. ....	129	.....	71	
Леонов І.Г. ....	238	Мешій М.Ю. ....	95	<b>О</b>		
Леушин С.Г. ....	238	Микитин Я.А. ....	22	Об'єдков С.В. ....	208	
Лещук О.В. ....	107	Микуляк Я.І. ....	23	Огінський О.І. ....	239	
Лис О.С. ....	247	Мирошніченко Д.М. ....	7	Огородников Д.Є. ....	20	
Лисенко С.Ю. ....	247	Мирошніченко Є.В. ....	88	Олексіук Д.П. ....	141	
Литвиненко А.О. ....	40	Михайличенко Д.О. ....	15	Оленюк А.Р. ....	191	
Литвинова Д.О. ....	193	.....	18	Олейников А-М.А. ....	12	
Літвінов Ю.В. ....	160	.....	20	.....	18	
Ліщук М.Є. ....	175	Михайловський Ю.В. ....	123	Оліхнович А.Я. ....	250	
Лобанов В.О. ....	166	Михайлюченко В.І. ....	88	Ольховікова А.В. ....	194	
Логвиненко С.В. ....	230	.....	97	Онищук Є.П. ....	80	
Лошик К.О. ....	217	Мілько А.М. ....	171	Опара В.О. ....	103	
Луговий Б.В. ....	200	Мілько К.І. ....	194	Остафійчук Т.С. ....	241	
Лук'янчук І.О. ....	107	Міроненко В.П. ....	176	Островський З.Н. ....	117	
Лукашенко О.М. ....	204	Міронов О.А. ....	163	Отрешко Н.М. ....	87	
Лукашенко Т.С. ....	78	Мітрошин М.О. ....	249	.....	95	
Луценко А.С. ....	136	Міщеряков Ю.Г. ....	162	.....	103	
				Очередько В.О. ....	164	

<b>П</b>				
Пальчук О.В. ....	25	Рогозін І.В. ....	106	
Панько М.О. ....	133	Родіонов О.В. ....	12	
Паньшина Д.Д. ....	250	Родюк О.В. ....	19	
Пасічник В.О. ....	146	Романенко В.В. ....	124	
Пастушник Д.О. ....	68	Романенко Д.А. ....	163	
Пеня С.Ю. ....	20	Рубан В.А. ....	143	
Перерва Д.С. ....	124	Рубльов В.І. ....	87	
Перцев Б.В. ....	118	.....	95	
Петраков Д.Н. ....	34	Рудай М.В. ....	106	
Петренко А.В. ....	39	.....	109	
Петриченко М.С. ....	105	Рудакова А.В. ....	199	
Пех О. ....	211	Руденко А.Р. ....	158	
Пешков В.О. ....	82	Рудник М. ....	210	
Пивовар І.В. ....	138	Рудь Б.С. ....	224	
Підлипський І.С. ....	9	Рудь Р.Р. ....	19	
Пірук А.В. ....	206	Ручка О.О. ....	204	
Плаксенко О.О. ....	112	.....	207	
Плохий Ю.Ю. ....	180	Рябков В.В. ....	137	
Повстемська Ю.С. ....	206	Ряполов Є.І. ....	111	
Погорелов В. ....	28	.....	112	
Погорелова В.В. ....	30	<b>С</b>		
Погребний О.Ю. ....	69	Савічев І. ....	221	
Полішук В.Ю. ....	69	Савотєєв А.О. ....	77	
Полтавець А.І. ....	230	Савченко В.М. ....	102	
Полякова А.Б. ....	200	Савченко Г.А. ....	148	
Попадок К.Т. ....	84	Савчук А.Д. ....	53	
Поплавець С.І. ....	254	Савчук В.А. ....	220	
Попов Є.В. ....	251	.....	238	
Попова В.А. ....	140	Савчук Я.І. ....	222	
Поромов К.Р. ....	82	Саїдова О.С. ....	143	
Потапчук М. ....	212	Самарський Д.С. ....	149	
Прасол Д.Д. ....	125	Самойленко Д.О. ....	76	
Присяжний А.Є. ....	236	Самойленко О.О. ....	101	
.....	238	Самойлов І. ....	213	
.....	239	Самусь І.О. ....	80	
Прокопенко Д.О. ....	148	Сапожников Д. ....	210	
<b>Р</b>			Сапунов І.О. ....	185
Радіонов Р.Ю. ....	215	Свириденко М. ....	211	
Раковський І.О. ....	173	Світла С.І. ....	80	
Раковський О.О. ....	178	Світлий Е.М. ....	76	
Рейзер В.О. ....	67	.....	80	
Резніков С.В. ....	104	Світлий Є.М. ....	121	
Риков А. ....	209	Селєзньов Д.Д. ....	169	
Рикун В.Г. ....	203	Селич В. ....	215	
.....	208	Семенов М.С. ....	77	
Різниченко Е.А. ....	119	Семеренко Ю.О. ....	204	
Рогоза О.В. ....	198	.....	208	
		.....	209	
		Сербиненко К.В. ....	127	
		Сердюк В.Е. ....	110	
		Северінов О.В. ....	201	
		Сигута А. ....	55	
		Сидловський В.В. ....	25	
		Сидоренко В.В. ....	185	
		Сидоренко І.О. ....	76	
		Силаєв В.М. ....	70	
		Сингаївський А.О. ....	149	
		Синюк М.А. ....	32	
		Сич А.О. ....	223	
		Сігайло І.Г. ....	212	
		Сіняєв А.О. ....	33	
		Сіренко А.І. ....	154	
		Скавронов О.С. ....	159	
		Скакун А.О. ....	230	
		Скварча О.Б. ....	107	
		Скорбач Я.В. ....	196	
		Скрипач С.І. ....	48	
		Славінський М.А. ....	107	
		Слободенюк К.Ю. ....	182	
		Соболь М.Р. ....	112	
		Соколько К.В. ....	160	
		Соколова Д.О. ....	77	
		Соловей В.В. ....	111	
		Соловійова О.І. ....	203	
		.....	206	
		.....	208	
		Сопівник І.В. ....	94	
		.....	98	
		Сорока Д.Д. ....	156	
		Сорочкін М.О. ....	58	
		.....	61	
		Сорочкіна О.О. ....	70	
		Сосулін М.В. ....	59	
		.....	64	
		.....	66	
		Сочка А.І. ....	89	
		Сошка Р.М. ....	207	
		Спіркін Є.В. ....	100	
		Станенко В.М. ....	114	
		.....	115	
		Старовойт В.В. ....	168	
		Шашук О.І. ....	252	
		Штепаненко В.О. ....	47	
		Штепаненко Н.С. ....	66	
		Штепаненко Ю.Ю. ....	150	
		Столяр О.І. ....	137	

Стороженко К.І. ....	157	<b>Ф</b>	Шевчук А.А. ....	172	
Страцев Д.І. ....	181	Федько В.Р. ....	237	Шевчук О.Ю. ....	78
Струтинський О.І. ....	151	Фельський К.А. ....	126	Шелест О.О. ....	145
Струтинський С.М. ....	226	Фесенко О.В. ....	82	.....	196
Суровцев О.М. ....	136	Фірсовський О.В. ....	11	Шелудько М.М. ....	89
<b>Т</b>		.....	23	Шепель О.Д. ....	72
Танасюк Н.О. ....	220	Фішук О.М. ....	40	Шеремета Р.М. ....	153
.....	238	Фокіна А.О. ....	222	Шимко А.С. ....	116
Танц І.Д. ....	142	Фомук Н.О. ....	96	Шимук Д.С. ....	205
Телюков Р.С. ....	170	Фурсенко О.К. ....	221	.....	206
Терещенко О.П. ....	91	<b>Х</b>		Шишина І.Г. ....	165
.....	93	Хмель Є.О. ....	84	Шкурат В.Є. ....	16
.....	98	Христенко Д. ....	201	Шкуренко Д.О. ....	252
Тимошенко С.С. ....	75	Хруняк Є.І. ....	95	Шопінський М.В. ..	132
Тирлич В.В. ....	222	Хрупін І.М. ....	212	Шпак М.О. ....	130
Титаренко Р.В. ....	135	Худоконенко А.В. ....	78	Шпитальний М.А. .	202
Титович О. ....	221	<b>Ч</b>		Штепа Д. ....	29
Ткалич А.В. ....	174	Чекунов О.В. ....	209	Шульга Р.Ю. ....	87
Ткачук І.О. ....	25	Чередник Д.Ю. ....	46	Шумейко С.Г. ....	150
Токарев С.М. ....	208	Чернецова К.А. ....	9	<b>Щ</b>	
Томина О.А. ....	170	Черниш В.В. ....	51	Щерба Д.І. ....	86
Томчук М. ....	211	Черновол Н.М. ....	220	Щербак Б.В. ....	216
Торба О.П. ....	153	Чернявський Д.В. ....	212	Щукін Д.В. ....	73
Третяк Д.В. ....	255	Чесна А.С. ....	34	<b>Ю</b>	
Тригуб І.А. ....	225	Чижик Д. ....	27	Юрковська О.Ю. ....	74
Тригуб К. ....	213	Чудак М.М. ....	151	Юрковський І.В. ....	102
Трофименко Д.В. ....	252	<b>Ш</b>		Юценко А.О. ....	11
Трофімова Ю.О. ....	142	Шадрін М.В. ....	68	<b>Я</b>	
Трушин С.С. ....	119	.....	71	Явор І.С. ....	88
Тупиця І.М. ....	37	Шалімова А.В. ....	138	.....	97
.....	40	Шандула М.І. ....	71	Яворовенко А.О. ....	177
<b>У</b>		Шаповалов Д.О. ....	16	Ягодка Н.О. ....	197
Удодова О.І. ....	217	Шаповалова Т.В. ....	138	Ярошук Р.В. ....	192
.....	218	Шатов О.О. ....	122	Яхненко Д.В. ....	189
.....	219	Швець А.Д. ....	10	Яцишин М.М. ....	64
Устимов А. ....	210	.....	254	.....	74

**Для нотаток**

**Для нотаток**

**Для нотаток**

**НАУКОВЕ ВИДАННЯ  
ДВАДЦЯТА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
КУРСАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ  
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА**

Тези доповідей

Відповідальний за випуск *П.М. Мартиненко*  
Комп'ютерна верстка *П.М. Мартиненко; О.В. Беспалько*  
Комп'ютерний дизайн обкладинки *О.А. Чечин*

Підписано до друку 22.05.2024 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 15, 35  
Тираж 10 прим. Зам. №

Видавець виготовлювач

Харківський національний університет Повітряних Сил  
імені Івана Кожедуба  
61023, Харків-23, вул. Сумська, 77/79  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №5370 від 30.06.2017 р.

---