

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА
ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ
ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ**

Науково-практична конференція
інженерно-авіаційного факультету Харківського національного
університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Тези доповідей

7 грудня 2023 року

Харків
2023

Науково-практична конференція інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі”: тези доповідей, 7 грудня 2023 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2023. – 118 с.

Наведені тези доповідей за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, виконаних науковими і науково-педагогічними працівниками, здобувачами вищої освіти та іншими фахівцями органів військового управління, військових частин, закладів освіти, установ, організацій та підприємств України.

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

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

Затверджено до друку вченою радою Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, протокол від 27 грудня 2023 року № 14.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМПІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова організаційного комітету:

полковник ІВАЩУК Б.М., начальник інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Заступник голови організаційного комітету:

полковник КРИВОНОС В.М., начальник кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Члени організаційного комітету:

полковник ВОЛКОВ Ю.П., заступник начальника інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба з навчальної та наукової роботи – начальник навчальної частини;

полковник БАРСУКОВ О.М., начальник кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

підполковник КОРНІЄНКО А.П., начальник науково-дослідної лабораторії інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

підполковник СКОРИЙ Ю.В., провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

працівник Збройних Сил України БАБИЧ А.П., доцент кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

працівник Збройних Сил України УКРАЇНЕЦЬ Є.О., професор кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Відповідальний секретар організаційного комітету:

капітан КАМИШНІКОВ В.Г., начальник групи авіаційного обладнання навчально-лабораторного комплексу кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

З М І С Т

Організаційний комітет.....	3
Вступне слово начальника інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба полковника Богдана ІВАЩУКА.....	11
<i>Бережний А.О., Бабич А.П., Панірова Д.С.</i> Шляхи імплементації стандартів НАТО щодо підготовки операторів/пілотів безпілотних авіаційних систем	13
<i>Іващук Б.М., Кривонос В.М., Туциця І.М.</i> Тенденції розвитку БпАК з врахуванням досвіду сучасних збройних конфліктів.....	15
<i>Кривонос В.М., Бабич А.П., Волков Ю.П.</i> Процес підготовки екіпажів безпілотних авіаційних комплексів другого класу (оперативні).....	16
<i>Барсуков О.М., Соколова Д.О., Івасина В.О.</i> Аналіз шляхів удосконалення методики підготовки операторів БпЛА I класу, з використанням імітаційної моделі в особливий період.....	18
<i>Слюсарев М.Ф., Камішиніков В.Г.</i> Дослідження проблемних аспектів аналізу польотної інформації на станціях керування та контролю безпілотних авіаційних комплексів	19
<i>Сорочкін О.М., Сосулін М.В., Хижняк А.С., Сорочкін М.О.</i> Актуальність випробувань та сертифікації керованих авіаційних засобів ураження для безпілотних літальних апаратів.....	20
<i>Маховик Р.С., Гарбаренко Д.Б., Пиль К.В.</i> Інтеграція стандартів НАТО у системи підготовки екіпажів для безпілотних літальних апаратів: виклики та перспективи.....	22
<i>Красноруцький, А.О., Казьміров І.В., Маховик Р.С.</i> Аналіз напрямку перспективних каналів передачі даних малих БпЛА.....	23
<i>Кочук С.Б., Петренко А.В.</i> Розробка структури системи автоматичного керування БпЛА.....	24
<i>Підласий Д.А., Рудницький В.М., Безменов С.О.</i> Аналіз елементарних функцій операцій керованих інформацією.....	25

<i>Білозьоров О.С., Кадук С.О., Кривенков М.В., Беспалько О.В.</i> Застосування штучного інтелекту для групових дій БПЛА.....	26
<i>Корнієнко А.П., Скорий Ю.В., Ляценко Р.В.</i> Проблеми групової тактики застосування безпілотних літальних апаратів.....	28
<i>Серветник І.В., Сніжко Д.В.</i> Роль БПЛА в забезпеченні розвідувальної інформації.....	30
<i>Герасименко В.В., Блискун О.Є., Печененко О.М., Гончаренко Є.В.</i> Роль та виклики спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації у військових операціях.....	31
<i>Белівцов А.О.</i> Дослідження шляхів створення цифрової автоматизованої системи дешифрування аерофотознімків.....	33
<i>Хлоп'ячий В.А., Кібіткін С.О., Акименко К.В.</i> Напрямки розвитку безпілотної авіації як сучасного засобу збройної боротьби.....	34
<i>Кібіткін С.О., Калачов Н.В., Істратенко К.В.</i> Дослідження форм та способів застосування безпілотних авіаційних комплексів в сучасних збройних конфліктах.....	35
<i>Ейдельштейн Г.Б., Галена О.Г., Омельчук І.О.</i> Аналіз програмних засобів для обробки цифрових даних повітряної розвідки.....	36
<i>Хіжнюк О.А., Дегтяренко Р.Р., Дегтяренко С.О., Шутько Є.В.</i> Особливості використання БПАК в форматі цивільного застосування в фазі завершення активних бойових дій.....	37
<i>Лада Н.В., Алексеев С.В., Сапожников С.К.</i> Засоби протидії зовнішньому втручання в управління БПЛА.....	37
<i>Хіжнюк О.А., Крива Т.А., Солдатенко А.О.</i> Важливість міжнародної співпраці для підвищення ефективності підготовки операторів БПАК в форматі розробки та впровадження нових форм навчання.....	39
<i>Красноруцький А.О., Курман О.А., Хіжнюк О.А.</i> Ефективність впровадження в систему підготовки екіпажів БПАК тренажерів на основі новітніх програмно-апаратних комплексів.....	40
<i>Головяк Д.В., Геращенко М.М., Бондаренко Ю.Ю.</i> Огляд особливостей використання безпілотних авіаційних комплексів під час російської агресії проти України.....	42

<i>Певцов Г.В., Рудницький В.М., Лада Н.В., Бокій О.В.</i> Особливості моделювання двохоперандних операцій криптографічного перетворення інформації.....	43
<i>Ткачук С.С., Коробецький О.В., Максимов М.О., Котляр М.О.</i> Методика організації підготовки операторів БпЛА I класу в умовах застосування засобів РЕБ.....	44
<i>Тупиця І.М., Василенко Р.В., Стойко Д.В., Грищенко М.А.</i> Спосіб формування набору даних для системи штучного інтелекту БпЛА.....	46
<i>Зенович І.О.</i> Застосування комп'ютерного зору в системах керування БпЛА.....	47
<i>Бабич А.П., Моховик А.О.</i> Розробка рекомендацій щодо проведення передпольотної підготовки екіпажів безпілотного авіаційного комплексу ВАУРАКТАР ТВ2 в умовах ведення бойових дій.....	48
<i>Бабич А.П., Левченко Р.Р., Пацалюк В.В.</i> Розробка рекомендацій по керуванню БпЛА ВАУРАКТАР ТВ2 в умовах впливу несприятливих погодних умов.....	50
<i>Barsukov O., Boiko M., Shevchuk O., Lukashenko T.</i> Anti- jamming of the communication channel of the unmanned aerial vehicle of the Armed Forces of Ukraine.....	52
<i>Головка Б.Б., Коваль Л.Г., Баранік О.М., Шадрін М.В.</i> Підвищення завадозахищеності безпілотних авіаційних апаратів на основі інтелектуальної обробки сигналів різної фізичної природи.....	54
<i>Каратєєв С.М., Копилов А.О., Дух С.О.</i> Аналіз способів захисту каналу передачі даних БпЛА.....	55
<i>Корепанов В.В.</i> Використання сучасної локальної автономної системи навігації безпілотними літальними апаратами.....	56
<i>Кочук С.Б., Клімішен О.О.</i> Аналіз проблем супутникової навігації БпЛА в умовах радіотехнічних перешкод.....	58
<i>Мавренков О.Є., Матвійчук С.В.</i> Методологічний апарат системи підтримки прийняття рішень по оснащенню Збройних Сил України безпілотними авіаційними комплексами.....	59
<i>Орлов В.В., Наумов О.І.</i> Розташування роботизованих комплексів протиповітряної оборони на безпілотному	

повітряному транспорту.....	60
<i>Семенов М.С.</i> Дослідження шляхів підвищення скритності радіоканалу зв'язку БпЛА.....	61
<i>Середа В.А., Ейдельштейн Г.Б.</i> Дослідження напрямків використання даних геоінформаційних систем в інтересах повітряної розвідки.....	62
<i>Мусієнко О.П., Сланченко Ю.О., Туциця І.М.</i> Аналіз можливостей удосконалення захисту даних каналу телеметрії БпЛАК II класу з урахуванням досвіду бойових дій.....	63
<i>Спіркін Є.В., Дуб Д.В., Сліпоморий В.В.</i> Обґрунтування рекомендацій щодо підвищення рівня надійності радіоелектронного обладнання безпілотного літального апарату ВАУРАКТАР ТВ2.....	64
<i>Казьміров І.В., Бабич О.С., Васекін Д.В.</i> Дослідження методу модернізації розвідувального БпЛА в умовах роботи комплексів РЕБ.....	66
<i>Васіляді М.О.</i> Розробка пропозицій щодо удосконалення системи контролю та діагностування технічного стану бортового комплексу безпілотного літального апарату за рахунок технології HUMS.....	67
<i>Горбенко В.С.</i> Протизледенільна система, датчики та сигналізатори зледеніння на БпЛА.....	68
<i>Доценко О.М.</i> Розробка пропозицій щодо вдосконалення автономної системи навігації БпЛА.....	69
<i>Карлов К.С., Грабовецький А.С., Зенович О.Є., Георгієв Ю.В.</i> Методика визначення терміну перевірки технічного стану бортового обладнання безпілотних літальних апаратів.....	70
<i>Зенович О.Є., Малік О.В., Іващенко А.Є.</i> Розробка пропозицій щодо використання спектрального аналізу вихідної напруги для діагностування систем електропостачання БпЛА.....	71
<i>Шигун Д.Ю., Васекін Д.В., Головка Д.А., Хіжнюк О.А.</i> Дослідження методу модернізації ударного БпЛА в умовах роботи комплексів РЕБ.....	72
<i>Хіжнюк О.А., Козлова А.С., Митчик О.О.</i> Вибір оптимального алгоритму технічного обслуговування БпЛАК в польових умовах під час відбиття збройної агресії.....	74

<i>Меланчук О.Д.</i> Розробка пропозицій щодо удосконалення методів та засобів виявлення відмов статичних перетворювачів БПЛА.....	75
<i>Синюк М.А., Медвідь А.В., Георгієв Ю.В.</i> Дослідження методів діагностування системи електропостачання постійного струму безпілотного авіаційного комплексу.....	76
<i>Тулиця І.М., Крук Р.Р.</i> Дослідження складу розвідувального обладнання засобів ведення повітряної розвідки з врахуванням досвіду бойових дій.....	77
<i>Тулиця І.М., Хмелевський С.І.</i> Метод маркерного кодування нерівномірних кодових конструкцій для підвищення достовірності даних повітряної розвідки.....	78
<i>Бекіров А.Е., Казьміров І.В., Кобенко Д.С.</i> Метод взаємної навігації БПЛА в умовах активної радіоелектронної протидії.....	79
<i>Казьміров І.В., Семко М.Р.</i> Метод виявлення спуфінг-атаки БПЛА.....	81
<i>Жирун В.І., Сопівник І.В.</i> Подальший розвиток та застосування БПЛА.....	82
<i>Смик С.І., Мартиненко П.М., Смик Р.С.</i> Технічні підходи до забезпечення застосування пілотованих та безпілотних літальних апаратів.....	84
<i>Авілов А.І., Грічанюк О.М., Капашин М.С.</i> Застосування колективних тактик рію БПЛА для мінімізації вразливості в умовах активної РЕБ.....	85
<i>Афанасьєв В.В., Пужай-Черета С.К.</i> Перспективи розвитку безпілотної системи в Збройних Сил України.....	86
<i>Бабич А.П., Застьоба О.В.</i> Розробка методики оцінки ефективності застосування ударних безпілотних авіаційних комплексів.....	88
<i>Бабич А.П., Ліневич М.С.</i> Особливості ведення безпілотними літальними апаратами повітряної розвідки морських об'єктів у відкритому морі.....	91
<i>Бабич А.П., Тимчук Г.М., Панірова Д.С.</i> Розробка пропозицій щодо ефективності застосування дронів камікадзе в сучасних збройних конфліктах і війнах.....	93

<i>Звиглянич С.М., Агафонов Ю.М., Авілов А.І.</i> Алгоритм імітаційної моделі застосування ударних безпілотних літальних апаратів.....	95
<i>Світла С.І., Жук В.В., Онищук Є.П.</i> Інноваційна радіолокаційна станція БПЛА як ключ до ефективного виявлення та ураження ворожих цілей.....	96
<i>Компанієць О.М.</i> Таксономія поведінки та ієрархічна модель управління роями БПЛА для виконання бойових та спеціальних місій.....	97
<i>Братченко Г.Д., Скачков В.В., Чепкий В.В.</i> Адаптивна система розвідки поля бою безпілотними літальними апаратами.....	98
<i>Суханов О.Ю., Хіжнюк О.А., Савотєєв А.О.</i> Шляхи захисту важливих об'єктів інфраструктури від БПЛА різного типу у сучасній війні.....	99
<i>Кібіткін С.О., Фіщук О.М., Ковтун А.В.</i> Розробка пропозицій щодо удосконалення методики введення повітряної розвідки з урахуванням досвіду російсько-української війни.....	100
<i>Шахрай В.В., Сніжко Д.В.</i> Використання тактичних прийомів в залежності від протидіючих сил противника.....	101
<i>Щерба Д.І., Баданін П.А.</i> Способи та тактичні прийоми бойового застосування БПАК в умовах сучасного збройного протистояння.....	103
<i>Іващук Б.М., Кулинко В.С., Кібіткін О.О.</i> Розробка пропозицій щодо удосконалення методики ведення повітряної розвідки з виявлень незаконних збройних формувань з урахуванням досвіду ведення бойових дій.....	104
<i>Іващук Б.М., Кухаренко В.О.</i> Визначення і обґрунтування шляхів підвищення ефективності системи планування маршрутів використання безпілотних авіаційних комплексів при виконанні завдань, щодо пошуку об'єктів противника....	105
<i>Логвиненко Я.В., Ейдельштейн Г.Б., Галєпа О.Г.</i> Аналіз можливостей повітряної розвідки по виявленню об'єктів сухопутних військ.....	106
<i>Хіжнюк О.А., Скляр І.А., Струбчевський В.О.</i> Метод модернізації ударного БПЛА з метою підвищення ефективності на полі бою.....	107

<i>Титаренко А.О., Тулиця І.М.</i> Аналіз досвіду використання безпілотних авіаційних комплексів в умовах активної протидії засобів РЕБ противника.....	108
<i>Мусієнко О.П., Гур'єв Д.О., Тулиця І.М.</i> Аналіз проблемних аспектів протидії БПЛА противника з урахуванням досвіду бойових дій	109
<i>Яценко В.Ж., Онищенко В.М., Савченко В.М., Фомук Н.О.</i> Шляхи підвищення імовірності виявлення тактичних БПЛА літаками-вищувачами в умовах відбиття збройної агресії російської федерації.....	110
<i>Дігтярь М.М., Барабаш В.І., Олійник В.В., Разувалов Я.С.</i> Аналіз баражуючого боєприпасу SHANED-136.....	112
<i>Тулиця І.М., Васекін Д.В., Гавура І.С.</i> Дослідження можливостей підвищення ефективності застосування ударного БПЛА з врахуванням досвіду бойових дій.....	113
<i>Тулиця І.М., Дейнеженко І.О., Жебровський І.В.</i> Дослідження можливостей підвищення оперативності виявлення ударних безпілотних літальних апаратів з урахуванням досвіду бойових дій.....	114
<i>Бабич А.П., Стацак О.А.</i> Способи взаємодії пілотованої і безпілотної авіації при виконанні спільних бойових завдань.....	115

ВСТУПНЕ СЛОВО

**начальника інженерно-авіаційного факультету
Харківського національного університету Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба полковника Богдана ІВАЩУКА**

Шановні учасники конференції!

Вже майже два роки народ України веде криваву та виснажливу війну за свободу, незалежність та саме існування української держави та нації. Збройні Сили України та інші складові сил оборони України, а також добровольці, волонтери та увесь український народ зуміли не тільки зупинити ворожу навалу, але й розгромити кращу частину російської армії та звільнити від агресорів окуповані території Київської, Харківської, Сумської, Чернігівської, Миколаївської, Херсонської та інших областей України. Подвиги наших воїнів продемонстрували усьому світу силу і славу українського війська та перевагу вільного демократичного народу над новою “імперією зла”, на яку перетворилась нинішня російська федерація.

Проте війна триває, перейшовши у фазу війни на виснаження. І саме Повітряні Сили зуміли сформувати надійний повітряний щит над нашими містами та бойовими порядками військ, організували прикриття об’єктів критичної інфраструктури, а роль військової авіації у війні щодалі тільки зростає. Особливо це стосується безпілотної авіації, адже широке застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) в ході ведення бойових дій стало однією з особливостей сучасного етапу російсько-української війни.

Активне застосування різних типів БпЛА силами оборони України дозволило значно підвищити бойові можливості військ, розширити спектр бойових завдань, які можуть виконуватися більш ефективно саме безпілотними літальними апаратами, як високоточного засобу ураження, розвідки, зв’язку та РЕБ, що дозволяє уникнути втрат льотних екіпажів, а також, значно більших від БпЛА за вартістю – пілотованих літаків. Тому аналіз

досвіду російсько-української війни показує стійку тенденцію зростання в угрупованнях як Збройних Сил України, так і армії РФ відсотку розвідувальних і ударних безпілотних авіаційних комплексів, та їх широке застосування в ході бойових дій.

Тому сьогодні ми проводимо науково-практичну конференцію інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба на тему “БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ ЗБРОЙНІЙ БОРОТБІ”, основною метою якої є обмін актуальною науковою інформацією та практичним досвідом експлуатації, бойового застосування та підготовки авіаційного персоналу безпілотних авіаційних комплексів, а також вирішення проблемних питань, що виникають при застосуванні БпАК в умовах ведення бойових дій.

Основними напрямками та питаннями, які ми плануємо розглянути в ході роботи конференції є:

способи та тактичні прийоми бойового застосування БпАК в умовах сучасного збройного протистояння;

досвід і шляхи підвищення ефективності технічної експлуатації та захисту систем БпАК в умовах активної протидії РЕБ противника;

формування системи підготовки екіпажів БпАК з урахуванням стандартів НАТО.

Сподіваюсь, що в ході конференції ми зможемо виробити раціональні шляхи вирішення визначених завдань та проблемних питань, а отриманий досвід, знання, уміння та навички кожного з учасників конференції дадуть поштовх до нових звершень та досягнень.

Бажаю усім учасникам конференції міцного здоров'я, творчих успіхів та наснаги у проведенні навчальної, наукової та бойової роботи. Вірю, що своєю наполегливою працею Ви і надалі будете забезпечувати сталий розвиток Збройних Сил України та наближати день остаточного розгрому ворога.

Разом до перемоги! Слава Україні та її Збройним Силам!

ШЛЯХИ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ СТАНДАРТІВ НАТО ЩОДО ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ/ПІЛОТІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

А.О. Бережний, канд. техн. наук;

А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент;

Д.С. Папірова

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Перспективи вступу України в НАТО вимагають активної організаційно-правової діяльності держави щодо реалізації своїх обов'язків, як майбутнього члена організації, визначених для всіх сфер і напрямів діяльності членів альянсу, відповідними стандартами. Швидке впровадження безпілотних авіаційних систем (далі БпАС) арміями країн – членів НАТО в сучасне середовище збройного протистояння випереджає розвиток програм безпеки і стандартизації, як обов'язкових правил, норм і процедур діяльності усіх фахівців з експлуатації і застосування БпАС армій країн НАТО, що сприяє підвищенню їх можливостей і продуктивності при виконанні спільних завдань. Стрімкий попит на безпілотні авіаційні системи призвів до такого ж стрімкого збільшення попиту на висококваліфікованих фахівців, що відповідають за їх експлуатацію і застосування за призначенням, в першу чергу на пілотів і операторів цільового навантаження.

Однією з головних причин дефіциту пілотів і операторів цільового навантаження є багаторазове зростання об'ємів завдань, що виконуються безпілотними авіаційними системами. Впровадження стандартів НАТО в процес організації та проведення підготовки операторів/пілотів БпАС в Збройних Силах України дозволить встановити єдиний підхід (методику) щодо підготовки такої категорії фахівців, виходячи з визначених стандартами вимог до знань і навичок для експлуатації авіаційних безпілотних систем на основі використання

повітряного простору та виконання спільних місій в операціях НАТО.

На сьогоднішній день сферу підготовки операторів/ пілотів БпАС охоплює Стандарт НАТО АТП -3.3.81 “Мінімальні вимоги до підготовки операторів та пілотів безпілотних авіаційних систем (БпАС)”, видання В, версія 1 (STANAG 4670). Дана версія дозволяє робити певні застереження щодо виконання вимог загального стандарту НАТО (STANAG 4670), при відпрацюванні національного стандарту.

Наприклад, Франція внесла застереження, що не застосуватиме цей STANAG до дронів класу I; вимоги до дронів класу II стосуватимуться майбутньої системи дронів французької армії (SDT), хоча їх вага перевищує 600 кг. Військово-морські сили Франції запровадять цей STANAG, щойно отримають необхідне для його впровадження навчальне обладнання, а Іспанія, що буде взаємно визнавати базову кваліфікацію БПАС (BUQ) для експлуатації певних класів у національному повітряному просторі відповідно до чинного STANAG, а також з дотриманням національних законів і правил та у відповідності до підтвердження завершеної спеціальної підготовки BUQ.

Початковим кроком щодо імплементації чинного STANAG в нормативно-правову базу України є розробка відповідного національного військового стандарту (ВСТ). Саме стандарти можуть бути доктринальною основою для розробки національних законодавчих і правових актів, які охоплюють певні процеси, зокрема, процес підготовки операторів/пілотів БпАС. В той же час, тут можлива юридична колізія, яка полягає в тому, що держава не пройшовши етап міжнародної імплементації, тобто, не підписавши міжнародної угоди, а саме угоди щодо членства в НАТО, переходить на етап національно-правової імплементації – прийняття норм національного права, необхідних для виконання вимог міжнародного правового акту – стандарту НАТО, який країна фактично не підписувала, і, на

сьогоднішні день, не є членом альянсу, хоч і вважається його партнером.

Проте, впровадження в практику підготовки операторів/пілотів БпАС відповідних вимог, виконувати які, з певними застереженнями, держава готова вже сьогодні, є кроком на випередження, що може привести до потрібних позитивних результатів у майбутньому.

Виходячи з того, що процес імплементації STANAG 4670 починається з розробки відповідного військового стандарту України, який ґрунтується на основних положеннях загального стандарту НАТО, з певними застереженнями, які враховують сучасний стан вітчизняних БпАС, шлях імплементації можливо визначити як адаптацію. Ступінь відповідності ВСТ стандарту НАТО, за таких умов, визначається як модифікований.

ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ БПАК З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТІВ

Б.М. Івацук, канд. техн. наук, доцент;

В.М. Кривонос, канд. техн. наук;

І.М. Тупиця

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

На сьогоднішній день характерною рисою сучасних збройних конфліктів є активне використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) як для ведення повітряної розвідки, так і ураження сил та засобів противника. Слід зазначити, що збройні сили провідних країн світу спрямовують суттєві зусилля на удосконалення функціональних можливостей бортового обладнання та станції керування та контролю шляхом використання новітніх інформаційних технологій для підвищення ефективності використання БпАК у умовах збройного протистояння.

Досвід бойових дій на території України свідчить про використання великого різноманіття БпАК, що надаються в рамках допомоги країнами-партнерами та виробляються вітчизняними виробниками. Особливістю перших є обмежений програмно-апаратний функціонал. Це пов'язано з високою комерційністю та скритністю зазначеного напрямку. В свою чергу, до основних тенденцій розвитку ворога в напрямку БпАК відносяться наступні: використання сучасних інформаційних технологій для удосконалення навігаційних систем (автоматизована корекція маршрутів, ройове використання); використання технологій комп'ютерного зору та глибоко машинного навчання для автоматизованого виявлення та класифікації об'єктів інтересу. Це призводить до зростання деструктивного впливу противника в повітряному просторі України, що вимагає від вітчизняного виробника динамічної адаптації та інтеграції технологій зазначеного напрямку в розвиток БпАК вітчизняного виробництва.

ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДРУГОГО КЛАСУ (ОПЕРАТИВНІ)

В.М. Кривонос, канд. техн. наук;

А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент

Ю.П. Волков, канд. техн. наук

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Підготовка курсантів спеціалізації “Безпілотні авіаційні комплекси оперативно-тактичного, оперативного та стратегічного класу” здійснюється на базі Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба у відповідності до вимог керівних документів. Система льотної підготовки включає дві складові: функціональну та структурну складову.

Функціональна складова, в свою чергу, включає: теоретичну підготовку, тренажерну підготовку, польоти.

Структурна складова, включає: первинну льотну підготовку на базі ВВНЗ, льотну підготовку щодо підтримання набутого і удосконалення рівня льотної натренованості в стройових частинах (підрозділах).

Процес первинної льотної підготовки передбачає послідовне рішення, тобто набуття базових кваліфікаційних рівнів БКР. Процес підтримання та удосконалення рівня льотної підготовки екіпажів БпАК проводиться шляхом послідовного відпрацювання льотних вправ визначених курсом бойової підготовки БпАК відповідного класу, категорії і типу. Організація первинної льотної підготовки передбачає відрядження курсантів до затверджених наказом Командувачем Повітряних Сил стройових частин (баз практики), де вони, відповідно до програми льотної практики, проходять наземну, тренажерну підготовку, здають заліки із визначених дисциплін і наказом командира частини допускаються до виконання практичних польотів. Льотна практика передбачає виконання вивізних і контрольних польотів з пілотами – інструкторами, які отримали допуски до навчання курсантів за результатами проведення льотно-методичних зборів, а також тренувальних і залікових польотів.

Таким чином підготовка за спеціалізацією БпАК здійснюється не тільки як підготовка оператора (пілота), а і як офіцера тактичного рівня, який спроможний застосовувати БпАК в ході бойових дій. Набуті компетенції та результати дозволяють ефективно застосовувати БпАК як в складі вогневих розвідувальних комплексів так і самостійно як ударно-розвідувальні комплекси.

Для підвищення ефективності підготовки екіпажів БпАК пропонується.

1. Теоретична підготовка екіпажів БпАК повинна обов'язково повинна включати три блоки, а саме: експлуатацію БпАК; застосування БпАК за призначенням; забезпечення

застосування БпАК (метеорологічне, навігаційне, безпека польотів).

2. Для тренувальних і навчально – тренувальних польотів в кожному підрозділі (ескадрильї) БпЛА повинен бути спеціальний комплекс для виконання таких польотів.

3. Підготовка екіпажів БпЛА повинна будуватися на принципі паралельності з розробками нових комплексів.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БПЛА І КЛАСУ, З ВИКОРИСТАННЯМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ В ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД

*О.М. Барсуков, к.т.н., доцент; Д.О. Соколова; В.О. Івасина
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА), до вторгнення збройних сил російської федерації, як правило, в більшості використовувалися для вирішення приватних задач. Проте, з початком бойових дій значно розширилась область призначень БпЛА, а саме: бойові (ударні), розвідувальні та забезпечуючі (постановка завдань радіо- і радіотехнічним засобам супротивника, виконання інших задач РЕБ). Разом з цим, ускладнилась і підготовка операторів БпЛА в особливих умовах.

Метою доповіді є вдосконалення методики особливості підготовки операторів БпЛА І класу, за допомогою програм-симулятора *Liftoff*. Це є віртуальна площадка для тренування операторів БпЛА (дронів), в якій існують реальні моделі (у тому числі DJI Mavic). Програма має можливість об'єднати пілотов-операторів в одному он-лайн середовищі (з додатковою можливістю здійснювати контроль інструктором). Пропонується створити прискорені (“пілот”) курси підготовки операторів БпЛА в залежності від рівня їх знань, зокрема відпрацювання практичних занять в наближених до реальних бойових умов на

спеціалізованих площадках. Після цього передбачається проходження тестового режиму, за допомогою програмі-симулятора БпЛА; можливо розробити індивідуальні плани підготовки під кожного оператора-учня. Однак, програма має недоліки – залежність від інтернету, тобто в управлінні БпЛА спостерігається “зависання” або перебої.

Таким чином, в результаті аналізу запропонованого способу вдосконалення методики прискореної підготовки операторів безпілотних літальних апаратів, з використанням програмі-симулятора *Liftoff*, слід зазначити – значне підвищення якості тренувань операторів-учнів БпЛА, а також поліпшення їх навчання, особливо в умовах обмежених часом.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ АНАЛІЗУ ПОЛЬотної ІНФОРМАЦІЇ НА СТАНЦІЯХ КЕРУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

М.Ф. Слюсарев; В.Г. Камишніков

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

Застосування БпАК під час ведення бойових дій дає зрозуміти, що на сьогоднішній день одна із складових будь-якого підрозділу Збройних Сил України, за допомогою якого проводиться розвідка, взаємодія з іншими підрозділами, корегування вогню, а якщо це ударні комплекси то нанесення повітряних ударів по наземних цілях. Відповідно до складності побудови новітніх безпілотних авіаційних комплексів 2 класу виникає питання в якості швидкого аналізу параметрів польоту, як під час виконання поставлених завдань так і під час навчально-тренувальних польотів. В зв'язку з чим зростає роль об'єктивного контролю як одного з важливих елементів підготовки та застосування БпАК.

На сьогоднішній день система об'єктивного контролю безпілотних авіаційних комплексів 2 класу забезпечує можливість спостерігати характер відмови під час польоту та більш глобальне вивчення під час аналізу післяпольотної інформації. Проте, одним з недоліків системи об'єктивного контролю на БпАК є відсутність при виникненні відмови під час виконання польоту можливості визначити час коли вона виникла. З урахуванням проблеми в швидкому аналізі параметрів польоту під час виконання завдань виникає питання пошуку підходів для створення додаткового засобу аналізу польотної інформації, що дозволить синтезувати необхідні для контролю дані з прив'язкою до часових інтервалів.

Тому метою роботи є дослідження можливостей підвищення якості обробки даних параметрів польоту.

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИПРОБУВАНЬ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ДЛЯ БЕСПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*О.М. Сорочкін; М.В. Сосулін; А.С. Хижняк; М.О. Сорочкін
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

З досвіду сучасних воєнних конфліктів, включаючи війну на території України, стає очевидним, що роль безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сучасних бойових діях значно зросла. Використання керованих авіаційних засобів ураження (КАЗУ) з БПЛА стає домінуючим напрямом у веденні військових операцій. Проте, зростає потреба у вивченні та вирішенні проблем випробувань та сертифікації таких систем, враховуючи накопичений досвід та нові виклики.

На тлі воєнних конфліктів, особливо на прикладі війни в Україні, видно необхідність в розробці стандартів та методів випробувань КАЗУ для їхнього ефективного використання. Важливо забезпечити їхню адаптацію до різних умов бойових

дій, включаючи підвищену військову активність і сучасні сценарії конфліктів. Досвід війни також підкреслює необхідність системного підходу до тестування та сертифікації, враховуючи взаємодію КАЗУ з іншими бойовими системами та комунікаційними мережами.

Крім технічних аспектів, важливим є етичний розмір використання КАЗУ. На основі досвіду війни в Україні виникає потреба у визначенні чітких етичних норм та стандартів для застосування КАЗУ, зокрема в умовах гібридної війни. Сприяючи забезпеченню безпеки громадян та дотриманню міжнародного гуманітарного права, ці норми мають бути відповідно відображені у процесі випробувань та сертифікації.

Досвід воєнних конфліктів, зокрема в Україні, підкреслює критичне значення ефективності та безпеки КАЗУ, які використовуються з БПЛА. Випробування та сертифікація є ключовими елементами забезпечення успішного використання цих систем у бойових умовах. Водночас, необхідно враховувати етичні вимоги та визначати межі їхнього використання для збереження гідності та безпеки людей.

Необхідно активно залучати експертів та представників військових, цивільних та наукових галузей для спільної розробки стандартів випробувань та сертифікації КАЗУ для БПЛА. Це дозволить створити загальноприйняті принципи оцінки ефективності та безпеки.

Слід створити інтегровану платформу для тестування, яка враховуватиме взаємодію КАЗУ з іншими системами та різними сценаріями бойових дій. Це дозволить отримати більш реалістичні результати та забезпечити сумісність з існуючими військовими структурами.

Здійснення комплексних випробувань та сертифікація керованих авіаційних засобів ураження для БПЛА є важливим завданням, що вимагає уваги як з боку військових, так і цивільних структур. Розвиток стандартів, системний підхід до тестування та визначення етичних норм сприятимуть створенню надійних та ефективних систем, які відповідатимуть вимогам безпеки та

етичності, забезпечуючи таким чином належне використання безпілотних технологій у майбутніх конфліктах та застосуванні на практиці.

ІНТЕГРАЦІЯ СТАНДАРТІВ НАТО У СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ ДЛЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

*Р.С. Маховик; Д.Б. Гарбаренко; К.В. Пиль
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Наукові дослідження впливу умисних завад на радіоканали керування безпілотними авіаційними комплексами та розвиток варіантів застосування БпАК в умовах протистояння збройній агресії, допомагають точно визначити стратегічні вектори поліпшення застосування безпілотних систем різного класу саме в контексті військового та цивільного використання, що сприяє швидкому розвитку міжнародного співробітництва.

На сьогоднішній день систему підготовки операторів та спеціалістів з технічного обслуговування БПЛА намагаються удосконалити, активно впроваджуючи цикл навчання НАТО. Для реалізації повноцінного циклу набуття компетенції необхідним етапом є теоретична та практична підготовка в країнах ЄС. Для інтеграції в систему стандартів НАТО і вдосконаленню системи підготовки екіпажів для БПЛА та БпАК пропонується стандартизація навчальних програм та відповідності навчальним програмам, що включають актуальні аспекти їх використання.

Важливим чинником виступає, відповідне навчальним програмам, технічне супроводження. В разі відсутності необхідного обладнання застосовують програмно-апаратні тренажерні комплекси з елементами віртуальної реальності, що дає змогу особовому складу набути необхідних практичних навичок. Робота міжнародних експертів в галузі технічних особливостей БпАК створить умови для вдосконалення існуючих

систем та відкриє шлях до впровадження новітніх технічних рішень. Застосування інноваційних технологій в навчанні дає змогу підвищити ефективність самої системи набуття знань та навичок, що приведе до інтеграції України в альянс країн Європи та Північної Америки на правах повноцінного партнерства.

АНАЛІЗ НАПРЯМКУ ПЕРСПЕКТИВНИХ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ МАЛИХ БПЛА

А.О. Красноруцький, канд. техн. наук, доцент;

І.В. Казьміров; Р.С. Маховик

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

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) є багато цільовим пристроєм, який вправно використовують в ЗС України для широко спектру завдань, як в зоні бойових дій, так і в глибокому тилу ворога під московією. Крім того, БПЛА можуть створювати революційні інновації та цікаві програми в області бездротового зв'язку комунікації та мережі. Бездротові мережі з підтримкою БПЛА пропонують нові методи та техніки вирішення традиційних проблем у мережі. Хоча застосування БПЛА в бездротових мережах, наприклад, таких як LoRaWAN, має великий вплив на покращення продуктивності мережі та послуг, в свою чергу, задіяння БПЛА накладає ряд проблем, таких як обмежений час роботи, обмежена обчислювальна потужність і вразливість до перешкод. Варто враховувати такі проблеми під час проектування і експлуатація бездротових мереж з БПЛА.

Вище зазначена мережа, LoRaWAN – це відкрита мережа для пристрої з низьким енергоспоживанням, що працює на частотах 433,05-434,79 МГц та 863-870/873 МГц в Європі та може забезпечити зв'язок більше 10 км дальності. Однак, при виконанні польотів на гранично-низьких висотах, велика ймовірність втрати сигналу між оператором та БПЛА.

Дану мережу пропонується вдосконалити, інтегрувавши в неї протокол передачі даних, який витримує часті обриви зв'язку та толерантний до затримок DTN, даний протокол перші почали використовувати NASA для мереж космічного зв'язку.

Запропонований канал передачі даних та управління БПЛА LoRaWAN з протоколом DTN відкриває нові можливості і перспективи у застосуванні малих БПЛА для потреб ЗС України.

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ Бп.ЛА

С.Б. Кочук, канд. техн. наук, доцент;

А.В. Петренко

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Керування рухом БПЛА коптерної схеми реалізовано шляхом управління швидкостями обертання двигунів, які обертають дву- або трилопотові гвинти. У порівнянні з традиційним вертольотом, трикоптер не має рульових машин і лопаті несучих гвинтів не відхиляються, тому рухом коптера простіше керувати. Система автоматичного керування (САК) коптера, як правило, містить польотний контролер (ПК), вимірювальні пристрої – датчики інформації (ДІ) і виконавчі двигуни (ВД) з пропелерами.

Датчики вимірюють інформацію про рух і місцезнаходження БПЛА (параметри польоту Y). ПК перетворює задавальні дії X від оператора або від заданої програми польоту (автоматичний режим) і у відповідності з наявними законами керування, в основному побудованими на базі PID- регуляторів, і заданим режимом польоту формує керуючі сигнали на ВД.

Види складових:

1) *Пропорційна складова* виробляє вихідний сигнал, який протидіє відхиленню регульованої величини від заданого значення, що спостерігається в даний момент часу.

2) *Інтегруюча складова* пропорційна інтегралу за часом від відхилення регульованої величини. Її використовують для усунення статичної помилки.

3) *Диференціююча складова* пропорційна темпу зміни відхилення регульованої величини і призначена для протидії відхилень від цільового значення, які прогнозуються в майбутньому.

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ФУНКЦІЙ ОПЕРАЦІЙ КЕРОВАНИХ ІНФОРМАЦІЄЮ

Д.А. Підласий¹; В.М. Рудницький^{1,2}, д.т.н., проф.;

С.О. Безменов²

¹Черкаський державний технологічний університет

*²Державний науково-дослідний інститут випробувань і
сертифікації озброєння та військової техніки*

Одним з напрямків побудови малоресурсної криптографії є СЕТ-шифрування. Група елементарних функцій операцій керованих інформацією на сьогоднішній день не досліджувалися.

Метою доповіді є обговорення результатів дослідження елементарних функцій операцій керованих інформацією та особливостей їх використання в СЕТ-операціях.

Група СЕТ-операції ділиться на групи базових операцій, операцій перестановок і операцій інверсії. Властивості СЕТ-операцій групи задаються базовими операціями. При побудові операцій базової групи перші елементарна функція залежить від першого Сі-кванта вхідної інформації, друга – від другого Сі-кванта, і т.д. Розглянемо залежність елементарних функцій операцій керованих інформацією Сі-квантів вхідної інформації на прикладі: $f = x_1 \cdot x_2 \vee x_1 \cdot \bar{x}_3 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3$:

$$f = x_1 \cdot x_2 \vee x_1 \cdot \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 = \begin{cases} x_2 \cdot \bar{x}_3 & \text{якщо } x_1 = 0 \\ x_2 \vee \bar{x}_3 & \text{якщо } x_1 = 1 \end{cases};$$

$$f = x_1 \cdot x_2 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 = \begin{cases} x_1 \cdot \bar{x}_3 & \text{якщо } x_2 = 0 \\ x_1 \vee \bar{x}_3 & \text{якщо } x_2 = 1 \end{cases}$$
$$f = x_1 \cdot \bar{x}_3 \vee x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = \begin{cases} x_1 \vee x_2 & \text{якщо } x_3 = 0 \\ x_1 \cdot x_2 & \text{якщо } x_3 = 1 \end{cases}$$

Наведені моделі свідчать про можливість використання будь якої елементарної функції операції керованої інформацією для реалізації будь якого Сі-кванта результату перетворення. Дана властивість приводить до необхідності повного перебору SET-операцій даної групи при крипто аналізі.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ГРУПОВИХ ДІЙ БПЛА

О.С. Білозьоров; С.О. Кадук;

М.В. Кривенков; О.В. Беспалько

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

Зменшення залежності безпілотних літальних апаратів (БПЛА) від дій зовнішніх операторів (людського фактору) та відповідно збільшення автономності функціонування є одним з перспективних напрямків розвитку БПЛА. В провідних країнах світу, передусім у США, активно ведуться роботи із застосування штучного інтелекту (ШІ) в системах управління БПЛА як основного способу підвищення бойової ефективності БПЛА та їх групової взаємодії.

Найближчим часом планується надати безпілотникам можливість виконання завдань, які раніше традиційно виконувалися виключно людиною (оператором).

Панує думка, що окремі БПЛА та їх групи повинні гнучко вирішувати поставлені завдання з урахуванням накопиченого досвіду і знань, тобто самостійно приймати рішення на вибір способу досягнення мети. Однак людина (оператор) залишає за

собою контроль за діяльністю штучного інтелекту. Вважається, що використання ШІ значно підвищить можливості з розпізнавання цілей, аналізу обстановки та видачу команд на застосування бортового озброєння в складних умовах бою. Останнім часом, в тому числі з урахуванням накопиченого досвіду Збройних Сил України з відбиття широкомасштабної агресії російської федерації, військові фахівці США активно залучають до співпраці з розвитку ШІ компанії цивільного сектору економіки, в тому числі таких гігантів як Google, IBM, CISCO, тощо. Загальне керівництво і координацію робіт з даного напрямку здійснює об'єднаний центр штучного інтелекту (Joint Artificial Intelligence Center - JAIC) міністерства оборони США. Більшість цих компаній веде розробку програмного забезпечення (ПЗ), яке забезпечує інформаційну безпеку обчислювальних мереж та БПЛА.

Актуальність таких досліджень підтверджується підвищенням рівня автономності БПЛА та впровадженням стратегій групового управління.

Так, компанія Psibernetix в інтересах військово-повітряних сил США розробила ПЗ для розвідувальних і бойових БПЛА з опцією ведення повітряного бою. Проєкт Maven від Google (загальною вартістю біля 7,5 млрд. дол.) передбачає створення ПЗ з ШІ, який виконує попередній аналіз відеоматеріалу, отриманого від груп розвідувальних БПЛА, і надає його оператору для формування “бази цілей”, призначених для знищення. Кінцева інформація передається у вигляді цілевказування для ударних БПЛА.

Відомо, що ПЗ з ШІ активно відпрацьовується в рамках програм групового управління, зокрема з використанням таких апаратів, як Perdix і Coyote (LOCUST), XQ-58A (Valkyrie), X-61A (Gremlins) та низки новітніх керованих авіаційних бомб.

Пропонується розгляд програм і проєктів, пов'язаних з застосуванням штучного інтелекту в системах управління БПЛА.

ПРОБЛЕМИ ГРУПОВОЇ ТАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

А.П. Корнієнко, канд. техн. наук, с.н.с.;

Ю.В. Скорий, канд. техн. наук; Р.В. Лященко

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

Застосування груп безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є одним з перспективних напрямків розвитку військової техніки та воєнного мистецтва. Групова тактика застосування забезпечує реалізацію стратегії мережецентричного управління.

Передові у військовому відношенні держави світу активно працюють над створенням тактики групового застосування безпілотних літальних апаратів різного цільового призначення та класу. Ефективність застосування груп БпЛА залежить від обраного способу групового управління, визначення принципів застосування групи безпілотників та вибору стратегії управління ними в польоті. Залежно від організації передачі інформації між БпЛА, виділяють колективні, зграйові та ройові децентралізовані методи управління.

При колективному методі управління інформаційний обмін групи здійснюється за принципом “кожен з усіма”. Обмін інформацією з пунктом управління (ПУ) здійснюється періодично по запиту оператора або згідно визначеним часовим інтервалам. При зграйових стратегіях управління, виділений канал зв'язку для обміну інформації між БпЛА в групі відсутній. Кожний апарат збирає інформацію і приймає рішення на наступні дії самостійно, з урахуванням внеску у виконання цільового завдання групи. Група БпЛА має назву “рою” при наявності достатньо великої кількості апаратів, взаємодія яких забезпечує вирішення обмеженої кількості завдань. При цьому кожен апарат групи виконує лише деякий фіксований набір простих дій і обмінюється інформацією лише з найближчими до нього БпЛА у

межах дальності дії бортової апаратури зв'язку. Зібрану інформацію та інформацію про власний стан кожен апарат транслює в загальний канал зв'язку. Спираючись на доступну інформацію, кожен БПЛА групи самостійно приймає рішення на наступні дії.

Разом з тим, для ефективної практичної реалізації групового застосування бойових комплексів БПЛА, необхідно вирішити ряд технічних та методологічних проблем.

Насамперед, через різке зростання розмірності такої задачі, використання класичних алгоритмів оптимізації при її вирішенні є обмеженим. Формалізація групових завдань, які повинні реалізувати системи управління кожного апарату, потребує багато часу через складність і неоднозначність. Проблемними є питання управління інформаційними потоками як всередині групи, так і з ПУ при узагальненні інформації щодо цілей за ступенем важливості, а також при вирішенні завдання з цілерозподілу, особливо при втраті частини апаратів. Необхідною вимогою є забезпечення високого рівня захищеності БПЛА від систем радіоелектронної боротьби противника. Обов'язковою умовою також є підвищення вимог до швидкодії обчислювачів та до відповідного рівня "інтелекту" бортової обчислювальної апаратури. Але, чи не найголовнішим є питання забезпечення масовості та простоти виробництва БПЛА, що в свою чергу впливає на вартість виробів. Тому всі ці чинники вимагають забезпечення досить високого рівня розвитку технологій.

Провідними країнами, що активно працюють над груповою тактикою БПЛА і мають на сьогоднішній день реальні результати її застосування, є США та Китай. Певні напрацювання також мають Туреччина, Австралія, Франція та Польща.

Ворог теж активно працює над вирішенням цих питань, ознакою чого є зміна тактики застосування груп БПЛА Shahed-131/136 останнім часом.

Пропонується розгляд програм і проєктів, які реалізуються з метою практичного відпрацювання методів групового управління та тактики застосування БПЛА.

РОЛЬ БПЛА В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

І.В. Серветник; Д.В. Сніжко

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

Сучасну армію неможливо уявити без безпілотних літальних апаратів. БПЛА довели свою здатність значно ефективніше вести повітряну розвідку, а ніж пілотовані літаки, та виконувати інші завдання бойового забезпечення, завдаючи ударів по противнику.

БПЛА мають суттєві відмінності у порівнянні із типовими цілями комплексів протиповітряної оборони Сухопутних військ: малі геометричні розміри та мала ефективна поверхня відбиття БПЛА, що додатково забезпечується використанням композитних матеріалів в їх конструкції; мала акустична помітність БПЛА, які обладнані електричними двигунами; мале температурне випромінювання двигунів внутрішнього згорання, яке створюється завдяки переривчастому режиму роботи та відводу відпрацьованих газів у верхню на півсферу.

БПЛА є цілодобовими засобами розвідки, які дозволяють виконувати завдання, як в день, так і вночі. Дозволяють передавати розвідувальну інформацію з координатною прив'язкою в режимі реального часу та вести її запис в ході всього польоту, що забезпечує ефективність: розвідки, коригування вогню, знищення сил противника. На основі наданої розвідувальної інформації є можливість у короткий проміжок часу нанести вогневе ураження навіть по високо маневрених підрозділам противника.

РОЛЬ ТА ВИКЛИКИ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОВОАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВАЦІЇ У ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЯХ

*В.В. Герасименко, д. військ. н.; О.Є. Блискун, д.ф.;
О.М. Печененко; Є.В. Гончаренко, д.ф.
Національний університет оборони України*

В сучасному світі, де технологічні інновації безперервно революціонізують військові стратегії, питання спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації у військових операціях стає дедалі більш актуальним. З початком повномасштабного вторгнення рф в Україну у 2022 році виникла нагальна потреба ефективної координації та взаємодії між цими двома родами авіації для досягнення оптимальних результатів у завданнях авіаційної підтримки військ. Однак, ця перспектива супроводжується численними технічними, тактичними та етичними викликами, які вимагають глибокого аналізу та наукового підходу для вирішення задач планування та застосування і стають ще більш складними, вимагаючи інтеграції різних видів літальних апаратів у спільну синергію.

У світлі поставленої проблеми, де з одного боку, авіаційна підтримка відіграє критичну роль у забезпеченні успішності виконання військових операцій, з іншого боку, поєднання пілотованої і безпілотної авіації вимагає вдосконалення систем комунікації та координації для забезпечення ефективної взаємодії цих платформ, можна визначити декілька шляхів вирішення проблеми чи удосконалення існуючих підходів. По-перше, важливо розробити та впровадити стандартизовані протоколи для ефективної системи зв'язку (комунікації) між пілотами та операторами безпілотників чи безпосередньо між пілотами і безпілотними літальними апаратами. Другим аспектом є визначення чітких меж та розподіл зон відповідальності (дій) для пілотованої та безпілотної авіації. Технічна інтеграція

систем, стратегічне, оперативне та тактичне планування, а також спільне навчання є ключовими елементами для забезпечення ефективної взаємодії. Окрім вищезазначених шляхів вирішення проблеми, слід врахувати важливість наукових методів у дослідженні та подоланні викликів, пов'язаних із спільним застосуванням пілотованої та безпілотної авіації під час авіаційної підтримки військ. Для цього необхідно використовувати аналіз даних, математичне моделювання та експериментальні підходи. Використання цих наукових методів може надати об'єктивні дані для розробки ефективних стратегій координації пілотованої та безпілотної авіації у військових операціях, забезпечуючи таким чином науковий підхід до вирішення вказаної проблеми.

Спільне застосування пілотованої та безпілотної авіації є ключовою складовою у військових операціях. Аналіз авіаційної підтримки в контексті спільного бойового застосування дозволяє визначити переваги та можливості, але також виокремлює виклики, які потребують вирішення. Успішна інтеграція пілотованої та безпілотної авіації вимагає комплексного підходу, який охоплює технічні, тактичні та наукові аспекти. Застосування наукових методів дослідження у контексті спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації відкриває перспективні можливості для подолання складних викликів. Важливим аспектом є необхідність подальшого наукового дослідження для постійного вдосконалення взаємодії між пілотованою та безпілотною авіацією. Такі дослідження мають включати аналіз новітніх технологій, врахування розвитку сучасних засобів зв'язку та управління, а також дослідження питань кіберзахисту нарівні з протидією засобам РЕБ противника. Зазначена методологія наукового підходу до проблеми спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації відкриває шлях для досягнення високого рівня ефективності та безпеки військових операцій. Це не лише забезпечить успішне впровадження нових технологій, але й

сприятиме подальшому розвитку авіаційної сфери, роблячи її більш адаптованою до сучасних викликів та загроз.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЕШИФРУВАННЯ АЕРОФОТОЗНІМКІВ

А.О. Бєлівцов

Військова частина А1850

У контексті ведення бойових дій на території України, значущою стає роль систем повітряної розвідки як важливого елементу ефективного управління наявними силами та засобами для протидії противнику. Зазначається, що основним джерелом розвідувальної інформації є дані, отримані з борта безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Однак використання алгоритмів обробки зображень, таких як YoLov8, може ефективно сприяти прискоренню процесу аналізу аерофотознімків.

YoLov8, як сучасний алгоритм машинного навчання для розпізнавання об'єктів, може бути використаний для швидкого та точного визначення об'єктів на цифрових аерофотознімках. Це дозволяє покращити якість обробки розвідувальної інформації та забезпечити швидку реакцію на потенційні загрози. Однак важливо враховувати, що використання таких алгоритмів повинно відповідати вимогам та стандартам, щоб забезпечити ефективність та безпеку військових операцій.

Актуальність нових підходів до підвищення швидкості та точності обробки аерофотознімків за допомогою передових технологій, таких як YoLov8, стає ключовою у забезпеченні високого рівня інформаційної підтримки в умовах сучасних військових конфліктів.

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ЯК СУЧАСНОГО ЗАСОБУ ЗБРОЙНОЇ БОРОТЬБИ

В.А. Хлоп'ячий¹ к.т.н.; С.О. Кібіткін² к.т.н.;

К. В. Акіменко²

¹Державний науково-дослідний інститут авіації

²Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Безпілотна авіація визначає нові підходи та можливості в збройній боротьбі, впроваджуючи технологічні інновації, які інтенсивно змінюють тактику та стратегію військових операцій. Розвиток цього напрямку включає в себе автономність, штучний інтелект, та інтеграцію різноманітних сенсорів, що дозволяють значно підвищити точність розвідки, атак та захисту. Безпілотні апарати не лише забезпечують невидимий і ефективний нагляд за об'єктами, але також відкривають нові можливості для ведення операцій без прямого ризику для військового персоналу. Такі безпілотні літальні апарати використовуються для різноманітних завдань, таких як удари по важливих об'єктах противника або для проведення точних та швидких операцій у густонаселених районах. Важливою складовою розвитку є інтеграція штучного інтелекту, який дозволяє безпілотникам в автономному режимі адаптуватися до змін у ситуації та приймати рішення. Це підвищує швидкість реакції та загальну ефективність використання цих систем. Подальший розвиток бойових авіаційних комплексів з безпілотними літальними апаратами зазнаватиме перехід від поодинокого застосування до колективних дій з високим рівнем взаємодії, самостійності, автономізації ухвалення рішень. Щоб досягти подібного результату, необхідно створити перспективні інтелектуальні авіаційні системи і програмне забезпечення для них.

Загалом, розвиток безпілотної авіації визначає сучасні тенденції у збройній боротьбі, створюючи переваги в протистоянні.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ТА СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ В СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ

С.О. Кібіткін,¹ к.т.н.; Н.В. Калачов¹; К.В. Істратенко²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба;

²Державний науково-дослідний інститут авіації

Згідно із оцінками різних дослідників після закінчення Другої світової війни у світі відбулося близько 400 локальних війн та збройних конфліктів різної інтенсивності. В них набули подальшого розвитку форми і способи збройної боротьби, а також засоби її ведення. Найсуттєвіші зміни сталися у воєнних конфліктах кінця ХХ – початку ХХІ ст., характерною ознакою яких стало поширення сфери збройної боротьби із застосуванням великої кількості нового озброєння, яке дозволяло людині максимально дистанціюватися від безпосереднього зіткнення із противником. Одним з таких засобів стали безпілотні авіаційні комплекси (БПАК), які під час воєнних конфліктів довели свою здатність значно ефективніше, ніж пілотовані літаки, вести повітряну розвідку та виконувати інші завдання бойового забезпечення.

Аналіз існуючих форм і способів застосування БПАК показує, що в де більшому є простою адаптацією форм і способів застосування пілотовану авіацію, що не відповідає особливостям використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які полягають в наступному: різниця в бойових можливостях і експлуатаційних параметрах БПЛА і пілотованих літальних апаратів (ЛА), в умовах функціонування екіпажів різниця, в управлінні БПЛА і пілотованих ЛА, різниця в можливостях

подолання засобів протиповітряної оборони (ППО). Все це визначає необхідність дослідження та визначення форм і способів саме БпАК для ефективного використання їх в сучасних збройних конфліктах.

АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

*Г.Б. Ейдельштейн; О.Г. Галена; І.О. Омельчук
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Програмні засоби такі як Adobe Photoshop CS6, Free Video to JPG Converter і Image Composite Editor є одними з найкращих інструментів для обробки цифрових зображень. Використовуючи їх у поєднанні з високоякісними розвідувальними знімками, наприклад отриманих за допомогою камери 3DAS-1, надасть можливість забезпечити точну та детальну обробку даних повітряної розвідки, що значно покращить ефективність їх використання.

Разом з тим, використання програмних продуктів для обробки цифрових зображень дозволяють обробляти дані повітряної розвідки, а саме, створювати карти маршрутів, виділяти об'єкти з чітким визначення їх координат, створювати розвідувальні зведення та інше. Також програмні продукти допомагають поліпшити якість зображень за допомогою стандартних інструментів без втрати їх інформативності.

В цілому, використання спеціалізованих програмних засобів для обробки цифрових зображень має багато переваг, і вони можуть суттєво спростити та прискорити процес обробки даних повітряної розвідки, шляхом правильного підбору та налаштування програмного забезпечення. Однак необхідно враховувати можливі обмеження програмних засобів, пов'язаних з обробкою даних та декодуванням інформації.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БПАК В ФОРМАТІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ФАЗІ ЗАВЕРШЕННЯ АКТИВНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

О.А. Хіжнюк; Р.Р. Дегтяренко;

С.О. Дегтяренко; Є.В. Шутько

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

До основних завдань БПАК в сфері цивільного застосування після закінчення активної фази бойових дій можна віднести такі функції: спостереження за станом нафто- та газопроводів, контроль стану мереж передачі електроенергії (в автоматичному або напів - автоматичному режимах); моніторинг переліку чинників, що можуть призвести до виникнення техногенних та природних катастроф, інформаційно-картографічне забезпечення пошуково-рятувальних операцій; нагляд за порушенням кордонів об'єктів та пошуком порушників; виявлення та слідкування за судами, включаючи суди-порушники, а також контроль кордонів та правил рибного промислу; моніторинг стану земель та визначення характеристик ґрунтів, розсіювання добрив; спостереження за станом повітряного та водного середовища; контроль гідрометеорологічної ситуації та екологічний моніторинг; пошук корисних копалин та підповерхневе зондування Землі.

ЗАСОБИ ПРОТИДІЇ ЗОВНІШНЬОМУ ВТРУЧАННЮ В УПРАВЛІННЯ БПЛА

Н.В. Лада, к.т.н.; С.В. Алексєєв, к.т.н., с.н.с.;

С.К. Сапожніков

*Державний науково-дослідний інститут випробувань і
сертифікації озброєння та військової техніки*

Одним з напрямків протидії зовнішньому втручанню в управління БПЛА є наявність надійної малоресурсної криптографічної системи захисту. СЕТ-шифрування забезпечує перетворення інформації на основі псевдовипадкових наборів СЕТ-операцій які реалізують дискретні моделі таблиць підстановок.

Метою доповіді є обговорення можливості застосування СЕТ-операцій різної архітектури для криптографічного захисту внутрісистемних сигналів управління БПЛА.

Розподілена система керування БПЛА порівняно з централізованою системою керування має ряд переваг. Її використання зменшує ризики зовнішнього впливу на роботу всієї системи, але збільшує ризики впливу на окремі елементи системи. Нівелювати ризики впливу на внутрісистемні сигнали управління можливо на основі малоресурсного СЕТ-шифрування.

Можливі дві стратегії захисту внутрісистемних сигналів управління: шифрування самих сигналів управління на основі СЕТ-операцій; шифрування контрольної інформації для перевірки коректності сигналів управління на основі СЕТ-операцій.

В доповіді розглянуто переваги та недоліки кожної з стратегій; на основі кожної з стратегій проведено аналіз багатооперандних СЕТ-операцій, їх структури і архітектури; визначено вимоги до синтезу СЕТ-операцій з заданими властивостями. На основі отриманих результатів пропонується проведення подальших досліджень направлених на створення єдиної криптографічної системи з відкритим паролем для забезпечення протидії втручанню в управління БПЛА.

ВАЖЛИВІСТЬ МІЖНАРОДНОЇ СПІВПРАЦІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БпАК В ФОРМАТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ФОРМ НАВЧАННЯ

*О.А. Хіжнюк; Т.А. Крива; А.О. Солдатенко,
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Важливість міжнародної співпраці в галузі підвищення ефективності підготовки операторів БпАК в нашій країні важко переоцінити. Ця ідея є популярною не лише в умовах війни, а також і в часи мирного спів-існування держав. Беззаперечно, що кожного дня зростає рівень технічного прогресу в сфері ведення війн, тож зберігається необхідність тримати рівень підготовки фахівців БпАК на максимально високому показнику. Формат стабільного розвитку обумовлює впровадження нових форми та методів навчання на державному рівні, для покращення знань операторів БпАК, та стимулює завжди бути на крок попереду супротивників та неприкритих агресорів.

Вже не перший рік українські фахівці проходять підготовку для ефективного та повномасштабного використання безпілотних авіаційних комплексів Bayraktar TB2 у Туреччині. Під час навчання вони проходять теоретичну підготовку й отримують практичні навички з питань експлуатації та технічного обслуговування за такими спеціальностями: зовнішній пілот БпАК, технік-механік БпАК, технік-авіонік БпАК. Також був засвоєний детальний курс ознайомлення з системою та компонентами даного комплексу. У березні 2019 року було проведено випробування дронів в Україні. 15 липня 2021 року перший ударний безпілотний комплекс Bayraktar TB2 отримали Військово-морські сили. Не виключено, що в сучасних реаліях ця плідна співпраця може бути припинена, тому потрібно шукати нові шляхи та можливості вдосконалення навичок.

Наприклад, Україна може вести міжнародну співпрацю із американськими фахівцями в галузі безпілотних літальних апаратів. Саме Сполучені Штати Америки розробляють БпАК Mk.4.7. Це безпілотні комплекси, в які входять три БпЛА, причіп з системою запуску/посадки, та супутнє обладнання. Апарати можуть бути оснащені корисним навантаженням різних типів, включаючи електронно-оптичні/інфрачервоні камери, лазерні датчики, засоби ретрансляції зв'язку. Втратити шанс на те, щоб проводити підготовку військових операторів на вище вказаних типах БпАК на території США було б вкрай нерозумно. Результат сумісної співпраці має полягати в тому, що Сполучені Штати Америки будуть готові в майбутньому надати Україні новітні безпілотні комплекси, але за умови проходження навчання саме на цьому безпілотному авіаційному комплексі.

Отже, нескладно зробити висновок, що бойовий досвід інших держав, впроваджений в систему вітчизняного навчання, був би корисним для нашої держави, а тим більш зараз, під час протистояння збройній агресії. Для України дуже важливим, навіть базовим моментом є налагоджена міжнародна співпраця з дружніми країнами, обмін досвідом та сумісне відпрацювання нових навичок, які стануть базовою основою новітньої та більш розвиненої системи пілотування та експлуатації авіаційних комплексів.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ В СИСТЕМУ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК ТРЕНАЖЕРІВ НА ОСНОВІ НОВІТНІХ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

А.О. Красноруцький, канд. техн. наук, доцент;

О.А. Курман; О.А. Хіжнюк

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Удосконалення озброєння та військової техніки України, а також підвищення навичок фахівців у області безпілотних літальних апаратів стають основним завданням в умовах активних бойових дій. Доцільно розглянути стан та розвиток системи навчання фахівців з безпілотних літальних апаратів у Збройних Силах України.

Навчання спеціалістів в галузі використання БПЛА в Україні включає комплексний підхід. Фахівці отримують глибокі теоретичні знання з технічних аспектів функціонування БПЛА, охоплюючи управління, теоретичні знання з технічних аспектів функціонування безпілотних літальних апаратів та принцип роботи. Практична частина включає в себе використання тренажерів та емуляторів, де фахівці можуть практикувати управління в різних сценаріях. Польові тренування надають досвід взаємодії з реальним БпАК та розвивають навички в різних бойових умовах.

На даний час Україна активно працює над перспективою стати членом альянсу НАТО, визнаючи це як важливий етап свого розвитку. Еталоном якості сучасного навчання фахівців БПЛА є відпрацьована система підготовки фахівців в підрозділах країн-партнерів альянсу НАТО. Вона відзначається дотриманням високих стандартів та розширеним застосуванням передових технологій. Практична підготовка базується на використанні високотехнологічних симуляторів та тренажерних комплексів, що дозволить фахівцям практикувати управління в різних складних ситуаціях, змінюючи по черзі віртуальні та реальні умови, з великим акцентом на імерсивний досвід. Перевагою є моделювання інтеграції БпАК з іншими видами та родами військ, що робить цей процес ще більш реалістичним.

Головною проблемою на даний час при навчанні фахівців БПЛА в Україні є обмеженість ресурсів та високі витрати на використання реального обладнання та витрати пального під час тренувань. Застосування віртуальної реальності виступає в ролі потенційного важеля для зменшення цих витрат та оптимізації навчального процесу.

В умовах сьогодення доцільно використовувати віртуальну реальність (VR), оснащеною віртуальною інтерактивною апаратурою у вигляді (VIAR) окулярів. Така система представляє з себе значущий інструмент для навчання фахівців з БПЛА. Окуляри забезпечують можливість імерсивної взаємодії з віртуальним середовищем, що відкриває широкі можливості для реалістичного та ефективного навчання.

Інтеграція в комплект спеціалізованого джойстика-маніпулятора, який максимально імітує систему керування БПЛА, стає головною перевагою в реалізації процесів навчання фахівців. Такий джойстик, моделюючи реальні механізми системи управління БпАК, дозволяє операторам отримати автентичний та точний досвід керування. Джойстик може відтворювати основні особливості фізичного керування реальним безпілотним літальним апаратом, що є важливим для розвитку необхідних навичок та реалізації модулів ефективного управління в реальних умовах.

При використанні такого методу підготовки фахівців БПЛА значно підвищиться рівень грамотної взаємодії з технікою та забезпечується оптимальний рівень системних тренувань, а також зберігаються ресурси, вкрай необхідні для збройного протистояння країні-агресору.

ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

Д.В. Головняк, PhD; М.М. Геращенко;

Ю.Ю. Бондаренко, к.т.н., проф.

*Державний науково-дослідний інститут випробувань і
сертифікації озброєння та військової техніки*

З початком повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України використання БпАК набуває все більшого значення. Сучасні БпЛА здійснюють повітряну

розвідку, корегують вогонь реактивної та ствольної артилерії, наносять удари керованими та некерованими авіаційними засобами ураження, ведуть радіоелектронну боротьбу та виконують інші завдання. За останні роки відбувається процес значного прискорення розробки нових та модернізації вже існуючих БпАК. Таким чином виникає потреба в дослідженні особливостей використання новостворених та модернізованих БпАК, пошуку переваг та недоліків їх використання для різних задач.

Метою доповіді є обговорення ролі та особливостей використання БпАК під час російської агресії проти України.

В доповіді розглянуто комерційні БпЛА вітчизняного та іноземного виробництва, їх забезпеченість та тактика застосування, здатність передавати інформацію в часі, наближеному до реального, можливість сполучення з системами управління військами тощо. Проведено огляд ударних БпЛА одноразового використання та БпЛА з керуванням від першої особи. Виявлені особливості використання БпАК надають змогу приймати оперативні управлінські рішення, що відповідають змінам тактичної обстановки.

Подальші дослідження пропонується проводити в напрямку розробки високоефективних способів протидії представленим у доповіді БпАК.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОХОПЕРАНДНИХ ОПЕРАЦІЙ КРИПТОГРАФІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; В.М. Рудницький¹, д.т.н., проф.;

Н.В. Лада¹, к.т.н.; О.В. Бокій²

*¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і
сертифікації озброєння та військової техніки*

*²Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут*

Створення захищених каналів управління БпЛА є одним з факторів виконання практичних задач. Проте впровадження даних каналів не повинно приводити до значного зростання як вартості самого БпЛА, так і наземної системи управління. Компроміс можливий при використанні малоресурсної криптографії.

Метою доповіді є класифікація результатів моделювання двохрозрядних двооперандних операцій криптографічного перетворення інформації та визначення напрямків подальшого дослідження.

Факторіальний ріст кількості двооперандних операцій від збільшення розрядності СЕТ-операцій приводить до обмежень можливості їх моделювання. Аналіз результатів обчислювального експерименту показав можливість направлено моделювання двооперандних операцій. При проведенні аналізу були досліджені двомірні таблиці істинності двооперандних операцій. За результатами було встановлено, що наявність кортежів таблиць підстановки в стовбцях таблиці забезпечує побудову СЕТ-операцій. Наявність кортежів в рядках і стовпцях приводить до побудови комутативних СЕТ-операцій. Симетричність таблиці істинності приводить до побудови симетричних операцій. Кортежі симетричних однооперандних операцій будують операції подвійного циклу, а несиметричних – потрійного циклу.

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БПЛА І КЛАСУ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РЕБ

*С.С. Ткачук, канд. техн. наук, доцент;
О.В. Коробецький; М.О. Максимов; М.О. Котляр
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

В сучасних збройних конфліктах безпілотні літальні апарати (далі – БпЛА) стають невід'ємною частиною бойових дій та потребують нових підходів до підготовки їх операторів. Використання безпілотних роботизованих комплексів, як наземних так і повітряних, дозволяють вести розвідку, визначати цілі і навіть здійснювати точкові удари з мінімальним ризиком для людського життя, що робить їх незамінними в підрозділах Збройних Сил України. Однак, з розвитком технологій засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) здатність ефективно керувати БпЛА стає критичною для забезпечення бойової ефективності. Так, протягом 2022-2023 року, через активне застосування противником засобів радіоелектронного подавлення, наші військовослужбовці – оператори БпЛА втратили близько 1000 квадрокоптерів на полі бою. Тому, одним з важливих питань є підготовка операторів БпЛА саме в умовах радіоелектронних перешкод.

Досвід бойових дій проти російського агресора показує, що саме БпЛА квадрокоптерного типу являються ефективною зброєю для різноманітних завдань на тактичному рівні. Такі апарати входять до I класу застосування безпілотних систем. Вони можуть грати вирішальну роль у веденні розвідки, коригуванні вогню і навіть у безпосередньому знищенні ворожих цілей. Така багатофункціональність вимагає від операторів БпЛА глибоких технічних знань, розуміння тактики бойових дій та способів протидії засобам РЕБ противника. У цьому контексті розвиток комплексної методики підготовки операторів, що включає теоретичні знання, практичні навички та симуляцію реальних бойових умов, стає пріоритетом.

Методика, що запропонована авторами, враховує сучасні виклики щодо врахування досвіду бойових дій в системі підготовки операторів БпЛА I класу під дією засобів РЕБ. Особлива увага приділяється методам тренування, які допоможуть операторам адаптуватися до складних умов радіоелектронного впливу та забезпечити високу готовність до ведення бойових дій з використанням БпЛА.

СПОСІБ ФОРМУВАННЯ НАБОРУ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ БПЛА

*І.М. Тулиця; Р.В. Василенко; Д.В. Стойко; М.А. Грищенко
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Досвід розвитку безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) провідних країн світу як інструментів для вирішення сучасних збройних конфліктів свідчить про активну інтеграцію технологій штучного інтелекту в програмно-апаратний комплекс станції керування та контролю. Це дозволяє підвищити оперативність виявлення об'єктів повітряної розвідки. Ефективність використання зазначених технологій залежить від моделі тренування. Для забезпечення необхідного рівня точності штучної нейронної мережі по виявленню об'єктів необхідно створити набір даних, до якого пред'являються наступні вимоги: достатньо великий об'єм реалістичних відеозображень об'єктів інтересу; рівномірний розподіл даних набору у відповідності до класифікатору об'єктів інтересу; аугментація реалістичних зображень з врахуванням особливостей місцевості ведення розвідки та дешифрувальних ознак об'єктів інтересу. Для створення набору даних активно використовуються наступні інструменти:

1. Roboflow – відкрита web-платформа для створення моделей комп'ютерного зору. Дозволяє створити набір даних та забезпечити тренування розробленої моделі шляхом використання зовнішніх обчислювальних потужностей. Проте недоліком використання зазначеної платформи є обмеженість використання службових даних та неможливість вилучити навчену модель.

2. labelImg – софт, що дозволяє автономно створювати набір даних для навчання без можливості його аугментації.

Тому метою подальших досліджень є формування набору даних для системи штучного інтелекту БпАК з використанням графічного софту labellmg.

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ БПЛА

І.О. Зєнович

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

В сучасних системах управління безпілотними літальними апаратами (БПЛА) велику важливість відіграє комп'ютерний зір. Це напрямок штучного інтелекту, який фокусується на покращенні можливостей аналізу візуальної інформації людьми та комп'ютерними системами.

Однією з ключових областей використання комп'ютерного зору в управлінні БПЛА є обробка розвідданих у вигляді відео та зображень високої роздільної здатності. Застосування комп'ютерного зору дозволяє аналізувати ці дані, виявляти об'єкти, визначати їх положення та виявляти аномалії.

Використання систем на основі штучного інтелекту в наземних станціях керування та під час аналізу зібраних фото та відео матеріалів дозволить значно пришвидшити процес пошуку та ідентифікації цілей, а також може допомагати виявляти зміни в розвідувальних даних з плином часу та автоматично створювати звіти на основі аналізу цих даних.

Потенційна користь від впровадження таких систем ставить питання про розробку спеціалізованої системи на основі комп'ютерного зору з використанням алгоритмів машинного навчання та глибоких нейронних мереж.

В роботі запропоновано структуру програмно-апаратного комплексу на основі штучного інтелекту для використання в системах керування БПЛА.

**РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ
ПЕРЕДПОЛЬотної ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ
БЕЗПІЛотноГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ
БАУРАКТАР ТВ2 В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент;

А.О. Моховик

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

В загальному розумінні підготовка екіпажів БпАК до польоті являє собою процес приведення екіпажів в готовність до виконання польотів. Цей процес регламентується керівними документами з правил виконання польотів і включає загальну, попередню і перед польотну підготовку. Екіпажі (розрахунки) БпАК незалежно від займаної посади, військового (спеціального) звання, досвіду роботи без необхідної підготовки і перевірки готовності до участі в проведенні та забезпеченні польотів допускати забороняється.

Загальна підготовка до польотів льотних екіпажів проводиться в кінці кожного місяця протягом одного-двох днів, організовується командиром авіаційної частини (підрозділу БпАК) відповідно до плану бойової (спеціальної) підготовки (підготовки до дій за призначенням) на навчальний рік і проводиться під керівництвом заступника командира авіаційної частини з льотної підготовки (роботи) та командирів авіаційних підрозділів.

Попередня підготовка до польотів екіпажів БпАК проводиться до кожного льотного дня (зміни) або двох льотних днів (змін) поспіль. Зміст і тривалість попередньої підготовки до польотів визначає командир, який організовує польоти, залежно від складності завдань, які виконуються, рівня підготовки льотних екіпажів, можливостей навчально-матеріальної бази. Більша частина часу попередньої підготовки до польотів

відводиться на самостійну підготовку. У всіх випадках вона забезпечує підготовку екіпажів БпАК до польотів у повному обсязі.

Передпольотна підготовка до польотів екіпажів БпАК проводиться на аеродромі (злітно – посадковому майданчику) з урахуванням метеорологічної, орнітологічної, повітряної і наземної (морської) обстановки, яка складається на цей час.

Передпольотна підготовка до польотів екіпажів включає: передпольотний медичний контроль; тренування на робочих місцях ПДП; передпольотні вказівки; виконання необхідних розрахунків для конкретних умов польоту; огляд і прийом БпЛА і ПДП; перевірку робочих місць ПДП і підготовку їх до польоту.

Особливостями передпольотної підготовки льотного екіпажу БпАК Bayraktar TB2 є обов'язкове виконання перед кожним польотом комплексу процедур, які визначені Керівництвом з експлуатації комплексу і виконуються членами екіпажу в ході проходження чек – листів.

Основними процедурами, які визначені чек – листом пілота БпЛА БпАК Bayraktar TB2 є: перевірка джерел безперебійного живлення; перевірка підключення компонентів БпЛА до станції керування і контролю; вибір (уточнення) напрямку зльоту; перевірка станції керування; перевірка положення кнопок на пульті керування пілота; перевірка відхилень при вмиканні джойстика керування і РУД; вибір і синхронізація з БпЛА злітної полоси і рубіжної доріжки; перевірка цільового споряддя; підготовка двигуна до запуску.

Особливості організації та проведення польотів безпілотних авіаційних комплексів Повітряних Сил Збройних Сил України в умовах правового режиму воєнного стану (особливого періоду) розроблені управлінням підготовки авіації Командування підготовки Командування Повітряних Сил Збройних Сил України та погоджені Головним управлінням державної авіації України. Особливі акценти цього документу направлені на прихованість і підвищення оперативності процесу підготовки до польотів. В плані передпольотної підготовки екіпажів БпАК

визначено, що тренування на робочих місцях СКК під час передпольотної підготовки до польотів зовнішніх екіпажів БпАК в умовах воєнного стану (особливого періоду) в залежності від завдань та умов обстановки, що склалася дозволяється проводити за необхідності і за скороченою процедурою. Практика підготовки до учбово – тренувальних польотів в підрозділах БпАК Bayraktar TB2 визначає наступні шляхи скорочення процедур перед польотної підготовки, а саме: виконання частини процедур перед польотної підготовки під час попередньої підготовки; комплектація заходів контролю, які передбачені чек – листом членів екіпажу, виконання визначених заходів перед польотною контролю виконувати тільки перед першим польотом, якщо параметри роботи систем при виконанні полоту відповідали нормативним значенням.

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО КЕРУВАННЮ БПЛА BAURAKTAR TB2 В УМОВАХ ВПЛИВУ НЕСПРИЯТЛИВИХ ПОГОДНИХ УМОВ

А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент;

Р.Р. Левченко; В.В. Пацалюк

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

З появою безпілотних літальних апаратів, визначилися і певні зміни в метеорологічному забезпеченні їх польотів. малошвидкісні режими польоту більшості типів безпілотних літальних апаратів (далі - БпЛА), відносно низька їх конструктивна міцність, велика кількість пристроїв з властивостями потужного радіоелектронного випромінювання значно підвищили вразливість таких літальних апаратів від небезпечних явищ погоди і висвітлили проблему пошуку заходів і інструментів, які б могли зменшити ризики невиконання завдань і, навіть, втрати літальних апаратів від впливу несприятливих погодних умов. Рішення проблеми потрібно

починати з вивчення атмосферних явищ, які можуть вплинути на безпеку польоту безпілотного літального апарату. Якщо за об'єкт дослідження прийняти БПЛА типу Bayraktar TB2, то найбільш небезпечними явищами погоди для БПЛА є: грозова діяльність, обледеніння, висока турбулентність і електризація повітря.

Гроза є комплексним атмосферним явищем з багатократними електричними розрядами у вигляді блискавок, які супроводжуються громом.

Гроза пов'язана з розвитком потужних купчасто-дощових хмар. При грозах спостерігаються інтенсивні зливові опади у вигляді дощу, граду, а іноді і снігу. Польоти БПЛА в зонах інтенсивної грозової діяльності небезпечні з наступних основних причин: із-за інтенсивної турбулентності в хмарах, що здатна викликати сильну бовтанку і перевантаження БПЛА, які перевищують гранично допустимі; внаслідок сильного обледеніння на висотах, де температура нижче 0 °С; із-за можливості ураження БПЛА блискавками. Найнебезпечніше при попаданні БПЛА в грозову хмару — збій в роботі автопілоту, хаотична зміна положення і перевантаження катастрофічного характеру, що здатні зруйнувати БПЛА. Організаційно – технічними заходами, які можуть виключити попадання в зони грозової діяльності можуть бути: детальне прогнозування можливих зон і періодів грозової діяльності, навченість операторів/пілотів БПЛА щодо виконання маневрів по обходу зон грозової діяльності, встановлення на БПЛА радарів здатних виявляти райони грозової хмарності на відстані достатній для виконання маневру щодо обходу таких районів.

Обледеніння БПЛА - явище, при якому літальний апарат під час польоту або стоянки на аеродромі покривається шаром льоду. Обледеніння приводить до збільшення ваги повітряного судна і витрати пального, до зменшення тяги двигунів. Внаслідок обледеніння зовнішніх антен порушується робота каналів управління і телеметрії. Головна небезпека при обледенінні в тому, що порушуються аеродинамічні якості літального апарату. Обледеніння зазнають, в основному, носові (лобові) частини

БПЛА. При цьому порушується форма профілю обтікання, появляються нерівності на його поверхні, що впливає на політ через зростання опору. Найбільшу частку цього опору (70...80 %) викликає обледеніння крил та оперення. Безпілотний літальний апарат БпАК Bayraktar TB2 обладнаний тільки системою попередження про обледеніння, тому всі заходи щодо недопущення(зменшення інтенсивності) обледеніння виконуються пілотом в плані маневрування висотою і знаходження прошарку атмосфери безпечного в плані обледеніння.

Турбулентність атмосфери викликає небезпечно для БПЛА явище, що визначається як бовтанка, а електричні властивості атмосфери приводять до електризації повітряного судна – набуття БПЛА електричного заряду, який впливає на роботу систем і агрегатів. Явища турбулентності і електризації досить складно прогнозувати, тому екіпаж БПЛА повинен вміти розпізнавати такі явища за показниками певних приборів і індикаторів. Як показує досвід льотної експлуатації БПЛА БпАК Bayraktar TB2 зменшити вплив бовтанки і електризації на політ літака можливо збільшенням швидкості.

ANTI-JAMMING OF THE COMMUNICATION CHANNEL OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

*O. Barsukov, Candidate of Technical Science, Associate Professor;
M. Boiko, O. Shevchuk; T. Lukashenko
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Anti-jamming of data transmission channels is one of the important decisive factors in the application of unmanned aerial vehicles (UAVs). It affects the result of the achievement and goal of the combat mission. However, it is important to note that such channels should ensure confidentiality, interference resistance, speed, and reliability of information transmission. The interference resistance of data

transmission channels for first-class UAVs has become one of the relevant scientific challenges in modern aviation engineering.

When the enemy's electronic warfare systems are aimed at suppressing and destroying UAV data transmission channels, which are the most vulnerable to interference, in the conditions of combat operations. So it is important to analyze the interference resistance of UAVs deployed in the Armed Forces of Ukraine.

The report is dedicated to the development of a method for enhancing the anti-jamming of UAV data transmission channels using a chaotic carrier formed by a modified nonlinear system with delay.

The Ikeda equation model is the basis of the information transmission system, which is due to its practical significance for modifying the radio technical information transmission system with a possible increase in signal stealth, without significantly changing its design, unlike other heuristic systems.

A method of mixing a binary message into a chaotic carrier, formed by a modified system with a delay, and its selection by observing the signal is proposed.

Thus we have surveyed the investigation of this method, it was established that the adequacy of the proposed algorithm was determined, the main shortcomings and advantages were identified.

The analysis demonstrated a mathematical model of radio signal transmission using a chaotic carrier, which was proposed, demonstrated that the properties provide covert image transmission. The model simplifies the principle of data transmission, and also increases immunity in the communication channel of the UAV of the Armed Forces of Ukraine, due to the expansion of the radio signal spectrum.

The transmission algorithm will ensure the secrecy of the operation of the data transmission channel, especially when the radio-electronic warfare complexes are functioning during the combat mission in the conditions.

In addition, the message extraction procedure demonstrated sensitivity to inaccurately specified values of parameters in the dynamic system with delay. This sensitivity contributes to increased

structural secrecy and resistance to identification measures of the nonlinear dynamic system, as well as to the measurement of its parameters.

Along with this, the message recovered showed sensitivity to imprecisely specified parameter values of the modified nonlinear dynamic system with delay.

This contributes to the increase in the structural stealth of the nonlinear dynamic system and its resistance to identification measures and parameter measurement.

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ РІЗНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ

Б.Б. Головка, к.т.н., доцент; Л.Г. Коваль, к.т.н., доцент;

О.М. Баранік, к.т.н., доцент; М.В. Шадрін

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

В сучасних умовах ведення бойових дій процес вирішення бойових завдань низки безпілотних авіаційних комплексів суттєво ускладнився. Це обумовлене масованим застосуванням засобів радіоелектронної боротьби, використання сучасних засобів маскування, застосування хибних цілей, а також впровадження прийомів демонстраційних дій. Тому питання усунення (зменшення) впливу вказаних негативних чинників, особливо при ураженні наземних цілей є вкрай актуальним.

Метою є підвищення завадозахищеності та надійності обміну інформацією з бортовою системою безпілотних авіаційних комплексів та забезпечення необхідної роботи бортової системи у випадку втрати зв'язку з наземним блоком.

Розроблені корисна модель, узагальнений алгоритм обробки сигналів різних датчиків під час складної бойової та заводої обстановки та технічний пристрій у вигляді комбінованої

системи керування для зразків озброєння та військової техніки. Комбінована система керування включає в себе програмовану логічну матрицю оперативного зв'язку з блоком первинної обробки, систему управління механізмами безпілотного авіаційного комплексу, налаштовану через програмований логічний масив. Самі виконавчі механізми налаштовані на можливість керування безпілотним авіаційним комплексом відповідно до команд резервного автопілоту у відповідь на несправний вихід блоку первинної обробки. Також система включає датчик зображення (камеру), GPS-датчик позиціонування, датчик-радар, датчик-лідар, датчик-сонар, систему позиціонування, систему зв'язку, систему корисного навантаження, тяговий пристрій та керовану поверхню, якими управляє блок керування. Усе це забезпечує функціонування безпілотного авіаційного комплексу в трьох режимах: керованому, автоматичному та комбінованому.

Отже, використання такої комбінованої системи керування на основі інтелектуальної обробки сигналів, дозволяє здійснювати в сучасних умовах надійне та високоточне визначення місцеположення роботизованого авіаційного об'єкта під час вирішення бойових завдань.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ КАНАЛА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ БпЛА

*С.М. Каратєєв; А.О. Копилов; С.О. Дух
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Бойовий досвід застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) під час протистояння військовій агресії російської федерації, свідчить про поліпшення якості застосування БпЛА, зокрема при: веденні розвідки, корегуванні вогню, та в якості засобів вогневого ураження. Це дало можливість збільшити кількість виконання бойових завдань і дозволило знищувати

значну кількість сил і засобів противника. Однак в даний час Збройні Сили України зіткнулися з випадками втрати контролю і управління над своїми БПЛА. Основною причиною цих випадків, є незахищеність ліній зв'язку управління БПЛА від впливу на них засобів створення імітаційних завад і перехоплення управління безпілотних апаратів противником. Для рішення цієї проблематики існують відомі методи, які полягають: в застосуванні автономного управління БПЛА, та в використанні супутникових ретрансляторів і т.п.

Тенденції розвитку сучасних технологій передачі даних БПЛА вимагають в певних ситуаціях посилення існуючих стандартних засобів захисту даних. Одним із ефективних засобів захисту систем передачі інформації від навмисних завад, є методи пов'язані з розширенням спектру передавальних сигналів. Перший метод, полягає у псевдовипадковому перестроюванні робочої частоти (ППРЧ). Другий метод характеризується у розширенні спектру кожного інформаційного символу, використовуючи шумоподібні сигнали.

Таким чином, в роботі було запропоновано напрямок поліпшення захисту каналу передачі даних БПЛА, із застосуванням модифікованих OFDM-сигналів, в якому застосовані методи захисту, такі як ППРЧ, та із додатковим розширенням спектру за допомогою квазіортогональних псевдовипадкових послідовностей.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ЛОКАЛЬНОЇ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

В.В. Корепанов

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Існуючі автономні системи навігації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) являють собою здебільшого інерціальні навігаційні системи. Такі системи мають суттєвий недолік, а саме

наростаючу в часі помилку визначення місцезнаходження БПЛА. Для коригування інерціальної навігаційної системи застосовуються, як правило, навігаційні супутникові системи GPS, BeiDou, ГЛОНАСС та ін. Однак на практиці часто виникають ситуації, коли з низки причин отримання даних необхідної точності за допомогою навігаційних супутникових систем неможливо.

Одним із способів альтернативної навігації є технологія одночасної локалізації та картографування (V-SLAM). Застосування цього способу навігації дозволяє БПЛА орієнтуватися та будувати карту свого середовища в режимі реального часу, одночасно визначаючи своє власне положення на цій карті.

Принцип роботи даної системи можна поділити на декілька етапів. Картографування. БПЛА оснащуються різними приладами, такими як відео-фотокамерами, лазерними далекомірами та іншими датчиками, які збирають інформацію про підстилаючу поверхню місцевості над якою виконує завдання БПЛА. Ці дані використовуються для створення карти навколишнього середовища. В залежності від можливостей приладів та датчиків карта може бути у 2D або у 3D форматі.

Локалізація. Під час картографування БПЛА також оцінює власне положення на карті. Зазвичай це робиться за допомогою бортових пристроїв та систем, які поєднують такі дані, як сигнали від супутникових навігаційних систем та інерціальних вимірювальних пристроїв. Завершальний етап – це процес ідентифікації раніше пройдених маршрутів, використання цієї інформації для уточнення карти та для підвищення точності визначення свого місцезнаходження.

Фільтрація та оптимізація. Фільтри Калмана, різні методи оптимізації, такі як Bundle Adjustment, використовуються для об'єднання даних від бортових датчиків та систем, оцінки положення БПЛА та покращення інформативності карти.

Із залученням декількох БПЛА, які обладнанні системою V-SLAM, є можливість обмінюватись картою та інформацією про локалізацію для підвищення загальної точності та ефективності.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ БПЛА В УМОВАХ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПЕРЕШКОД

С.Б. Кочук¹, канд. техн. наук, доцент;

О.О. Клімішен², канд. техн. наук, с.н.с.

¹Національний аерокосмічний університет

ім. М.Є. Жуковського “ХАІ”;

²Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

У той час, коли супутники глобальної системи позиціонування (GPS) продовжують виконувати основну функцію визначення місця розташування, навігації та хронометражу для військових БПЛА, їх вразливість стає все більш очевидною на тлі розробки та використання противниками засобів, здатних порушити або заглушити сигнал GPS.

Це серйозна проблема для груп аеророзвідки, які застосовують БПЛА різних типів, оскільки своєчасна передача таких даних за умов погіршення чи недоступності сигналу має ключове значення. Виникає актуальне завдання знайти рішення, яке дозволить операторам БПЛА ефективно діяти за умов повної відсутності сигналу GPS.

Суттєві можливості відкриваються у випадку застосування автономних систем навігації. Одним із яскравих прикладів є недавній досвід ВПС США щодо впровадження системи магнітної навігації (MagNav) у режимі реального часу. Однак випробування стосувалися важких пілотованих літаків.

Стосовно напрямку забезпечення безперебійного функціонування більш легких літальних апаратів привертає увагу технологія Visual Based Navigation (VBN), яка має величезний потенціал для безпілотних польотів та розвитку

повномасштабної автономності. У сценаріях використання БПЛА, пов'язаних із ризиком втрати сигналу GPS, можливості VBN з визначення місця розташування стають критично важливими для забезпечення надійного та ефективного виконання завдань. Ця технологія є найважливішою резервною системою, що дозволяє БПЛА точно визначати своє місце розташування і виконувати поставлені завдання аж до їх безпечного повернення або виконання місії.

Підсумовуючи зазначене, можливо виділити наступні існуючі пропозиції стосовно забезпечення безперебійного функціонування БПЛА в умовах перешкод:

1. Застосування вузько спрямованих антен. Але це неефективно у випадку широкосмугової перешкоди.

2. Використання захищених каналів або приймачів частот L5 (1176,45 МГц (115 f_0), де $f_0 = 10,23$ МГц). Вартість 1,5-2,5 тис. дол.

3. Залучення до складу бортового обладнання додатково одноплатного процесору типа Raspberry (RS) з програмами обробки зображень (вартість - до 2 тис. дол.) дає можливість продовження місії за траєкторією польоту на момент зникнення сигналу від GPS.

4. Застосування двох камер або камери із стереозображенням. Так само як й третій спосіб дає можливість продовження польоту за попередньою траєкторією.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПО ОСНАЩЕННЮ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ БЕЗПЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

*О.Є Мавренков, д.т.н., с.н.с.; С.В. Матвійчук
Державний науково-дослідний інститут авіації*

Розглянуто проблему математичної алгоритмізації процедури вибору раціональних проєктів (програмних заходів) оснащення

авіації Збройних Сил (ЗС) України безпілотними авіаційними комплексами (БпАК).

Запропонований методичний підхід використовує процедури формування парето-оптимальної множини альтернативних ПЗ і вибору з них раціональних (компромісних) за обраними критеріями: коефіцієнт військово-технічного рівня БпАК; вартість життєвого циклу БпАК; реалізованість проекту постачання БпАК; час реалізації такого проекту. Вибір раціонального (компромісного) проекту з області парето-оптимальних пропонується здійснювати за методом мінімуму відстані до “ідеальної” точки у нормованому критерійному просторі з використанням евклідової метрики.

Представлений підхід пропонується покласти в основу програмно-алгоритмічного апарату системи підтримки прийняття рішень щодо вибору раціональних шляхів з оснащення ЗС України різними зразками авіаційної техніки. Це дозволить особі, яка приймає рішення, об’єктивно порівнювати можливі варіанти рішень та вибирати з них кращі (раціональні) через квантифікацію даних, що мінімізує негативний вплив суб’єктивного фактору.

РОЗТАШУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ НА БЕЗПІЛОТНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ТРАНСПОРТІ

*В.В. Орлов, доктор технічних наук, доцент; О.І. Наумов
Військова академія (м. Одеса)*

Підвищення ефективності виявлення ракет та БпЛА може бути досягнуто збільшенням дальності дії РЛС, за допомогою розміщення антен на висотах від десятків метрів до кількох кілометрів. Тому актуальною проблемою є пошук засобів ППО шляхом застосування повітряних роботизованих комплексів (БпЛА, повітряної кулі, аеростату та дирижаблю) для збільшення дальності виявлення ракетних атак.

Якщо ці засоби забезпечити вузькоспрямованими антенами, то це дозволяє здійснювати протидію в повітряному секторі ракетним атакам, не створюючи перешкод наземним радіосистемам ЗС України.

Метою доповіді є аналіз можливостей існуючих засобів ППО із застосуванням роботизованих комплексів на безпілотному повітряному транспорті.

Найбільш перспективним технічним забезпеченням є встановлення на борту: автономних розвідувально-оглядових систем, РЛС далекого виявлення ракет, апаратури ретрансляції зв'язку та команд бойового управління, засобів РЕБ, глушників сигналів GPS. Оснащений РЛС аеростат, який “висить” на висоті до 10 кілометрів, здатний забезпечити радіогоризонт до 400 кілометрів.

Застосування роботизованих комплексів, розміщених на аеростатах, багаторазово підвищує ефективність сучасних ЗРК у боротьбі з БпЛА та масованими ударами крилатих ракет.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ СКРИТНОСТІ РАДІОКАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА

М. С. Семенов

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

Проаналізувавши ситуацію в українсько-російській війні, можемо зробити висновки, що використання безпілотного літального апарату (БпЛА) є більш доцільним, ніж використання живої сили, але, будь-які БпЛА мають вразливість перед комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ), які напряму впливають на радіосигнали керування та навігації.

Для підвищення скритності радіоканалу зв'язку управління БпЛА доцільно використати пристрій, який забезпечить завадозахищеність радіосигналу керування від впливу комплексів радіоелектронної боротьби.

Пропонується використовувати приймально-передавальні пристрої SDR-технології (Soft Defined Radio, або програмно-визначаємий пристрій). SDR – система радіозв'язку, в якій програмне забезпечення використовується як для модуляції, так і для демодуляції радіосигналів. Як приклад, можемо навести пристрій HackRF One, який є комерційно доступний, та має не велику вартість, у порівнянні з професійним дроном.

Таким чином, розглянутий пристрій HackRF One можливо використовувати для формування сигналів управління безпілотного літального апарату. Також, для реалізації знадобиться додатково комп'ютер, на якому буде встановлене програмне забезпечення HackRF One, з подальшим, за необхідністю, редагуванням програми роботи. Після чого прийомо-передавач може бути встановлений на БПЛА.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ІНТЕРЕСАХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

В.А. Серета; Г.Б. Ейдельштейн

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Застосування комп'ютерів пройшло шлях від суто наукових розрахунків до масового користування й управління, від роботи з окремими змінними і файлами до збереження й обробки величезних масивів інформації та створення інформаційних систем. Інформатизація й інформаційні технології охопили всі сторони життя суспільства, важко назвати будь-яку сферу людської діяльності - від шкільної освіти до високої державної політики, - де б не відчувалась її потужна дія.

Застосування можемо побачити в таких дія. Аналіз можливостей використання геоінформаційних систем для оптимізації маршрутів повітряних розвідувальних місій. Вивчення можливостей геоінформаційних систем у виявленні та

аналізі важливих об'єктів на землі з висоти повітря. Дослідження ефективності використання геоінформаційних систем для аналізу кліматичних умов та їх впливу на повітряні місії. Розгляд можливостей використання геоінформаційних систем для оперативного моніторингу та аналізу геополітичної ситуації в регіонах інтересу. Дослідження технологічних інновацій у галузі геоінформаційних систем для підвищення точності та швидкості обробки геоданих у повітряній розвідці.

Дослідження напрямків використання геоінформаційних систем в інтересах повітряної розвідки підтверджує високий потенціал цих технологій для оптимізації повітряних розвідувальних місій. Впровадження геоінформаційних систем дозволяє підвищити ефективність маршрутів, забезпечує точний аналіз об'єктів на землі та дозволяє враховувати кліматичні умови. Також виявлено перспективи використання геоінформаційних систем для моніторингу геополітичної ситуації. Разом із тим, важливо продовжувати дослідження технологічних інновацій для постійного вдосконалення систем повітряної розвідки.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСТУ ДАНИХ КАНАЛУ ТЕЛЕМЕТРІЇ БПАК II КЛАСУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

*О.П. Мусієнко, к.т.н.; Ю.О. Сланченко; І.М. Тулиця
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

В умовах ведення бойових дій використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дає змогу отримувати та аналізувати тактичну та стратегічну обстановку для підвищення ефективності управління наявними силами та засобами. Однак в умовах використання безпілотних авіаційних комплексів (БПАК) виникає загроза втручання протидіючої сторони у канали телеметрії, що може призводити до наступних проблемних

факторів: втрачання конфіденційної інформації, що передається з БпЛА до наземної станції керування і контролю; втручання в канали керування БпЛА з метою виведення його з ладу або заволодіння контролем над ним. Зазначені вище способи впливу на канали телеметрії БпЛА пов'язані з наявністю наступних дестабілізуючих факторів:

- відсутність ефективних технічних та програмно-апаратних засобів захисту радіоліній з своєчасним виявленням ліній, які подавлені та з подальшим визначенням їх характеру та джерел виникнення;

- обмеження в частотному ресурсі (діапазонах частот) радіоелектронних засобів;

- недосконалість критеріїв оцінки завадозахищеності різних типів радіозв'язку;

- вплив людського фактору на дії оператора у умовах активної радіоелектронної протидії противника.

Досвід бойових дій на території України свідчить про те, що до можливих способів удосконалення захисту даних каналу телеметрії БпЛА II класу відносяться наступні: використання криптографічних алгоритмів; використання антенних систем зі змінними діаграмами направленості; використання псевдовипадкового закону розподілу при формуванні радіосигналів.

ОБГРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ BAУРАКТАР ТВ2

Є.В. Спіркін¹, к.т.н.; Д.В. Дуб¹; В.В. Сліпоморий²

*¹ Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

*² Командування логістики Командування Повітряних Сил
Збройних Сил України*

Сучасні збройні сили переживають період стрімкого розвитку технологій які втілюються в безпілотних засобах таких як безпілотних літальних апаратах, безпілотних морських апаратах та безпілотних наземних апаратах, що суттєво змінює спосіб ведення бойових дій. Виходячи із задач що покладені на авіаційну компоненту, а саме на безпілотні літальні апарати, накладаються підвищені вимоги щодо надійності елементів та систем що входять до їх складу. Останнім часом спостерігається збільшення кількості відмов радіоелектронного обладнання БПЛА Bayraktar TB2, що були виготовлені нещодавно. Однією з причин зниження надійності та в подальшому збільшення відмов прогнозується використання компонентів китайського виробництва зниженої якості. У цьому контексті, використання компонентів китайського виробництва у радіоелектронному обладнанні БПЛА стає актуальною темою для обговорення. З одного боку, Китай відомий своєю економічною динамікою і низькими витратами на виробництво, що привабливо різним сферам в тому числі для компаній виробників БПЛА. З іншого боку, існує обурення та певне занепокоєння стосовно якості і надійності компонентів, виготовлених в Китаї. Це питання особливо актуальне у сфері радіоелектронного обладнання БПЛА, де надійність та безпека грають ключову роль.

Перш за все, важливо врахувати, що надійність радіоелектронних систем на БПЛА має вирішальне значення для виконання поставлених завдань. Невірне функціонування або відмова радіоелектронних компонентів може призвести до зниження рівня безпеці польотів, невиконання бойового завдання та серйозних аварій. У цьому контексті, вибір надійних та перевірених компонентів стає стратегічно важливим завданням для виробників БПЛА.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА В УМОВАХ РОБОТИ КОМПЛЕКСІВ РЕБ

*І.В. Казьміров; О.С. Бабич; Д.В. Васекін
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Під час протистоянню рф, Збройні Сили України почали частіше використовувати розвідувальні БПЛА. На полі бою, де використовуються комплекси РЕБ існує велика ймовірність втрати керування або захопту керування БПЛА противником.

У сучасних БПЛА типу DJI Mavic є можливість у разі втрати сигналу керування переходити в режим автоматичного повернення до місця вильоту, але у разі захопту керування та потрапляння його до рук ворога є велика можливість, що ворог дізнається про місце вильоту БПЛА або іншу важливу інформацію.

В даній роботі пропонується модернізації БПЛА, що унеможливує захопту керування самим літальним апаратом, шляхом доопрацювання вже існуючого коду прошивки дрону можливо керувати всім обладнанням, яке вже встановлене на сам БПЛА.

Для модернізації БПЛА необхідно розробити код прошивки, який зробить можливим під час спроби захопту керування або радіоподавлення, включення автоматичного режиму, що відключить радіоприймач та, використовуюючи внутрішні інерційні датчики, які зможуть направити БПЛА до місця вильоту без використання радіоприймальних та радіопередавальних пристроїв для унеможливлення захопту керування.

Таким чином, даний варіант модернізації розвідувального БПЛА зменшить можливість його втрати та підвищить ефективність розвідки, що дозволить в цілому підвищити дієздатність розвідувального підрозділу з таким БПЛА.

**РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ
СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСУ
БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА ЗА РАХУНОК
ТЕХНОЛОГІЇ HUMS**

М.О. Васіляді

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

Використання системи HUMS (Health and Usage Monitoring System) в безпілотних літальних апаратах (БПЛА) під час ведення бойових дій має велике значення для забезпечення надійності та безпеки місій.

По-перше, система HUMS забезпечує постійний моніторинг технічного стану БПЛА, що дозволяє виявляти можливі несправності та проблеми ще до виникнення серйозних ситуацій під час бойових дій. Це дозволяє операторам своєчасно реагувати та планувати обслуговування апаратів.

По-друге, HUMS може забезпечити оперативне зібрання та аналіз даних про стан підсистем та компонентів апарату під час бойових дій, що допомагає уникнути непередбачених випадків, підвищує доступність та продуктивність БПЛА.

По-третє, система HUMS може допомогти зменшити ризик виникнення аварій та випадків відмов, що є важливим фактором під час ведення бойових операцій.

Отже, використання системи HUMS в БПЛА під час ведення бойових дій є важливим для підвищення ефективності та безпеки місій, а також для збереження та підтримання операційної готовності в умовах бойових дій.

ПРОТИЗЛЕДЕНІЛЬНА СИСТЕМА, ДАТЧИКИ ТА СИГНАЛІЗАТОРИ ЗЛЕДЕНІННЯ НА БПЛА

В.С. Горбенко

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

В умовах ведення бойових дій на території України зростає роль безпілотних літальних апаратів. Особливо в зимовий період, застосування БПЛА є актуальним і досить важливим методом нищення ворога. Проте керувати і застосувати БПЛА взимку, вкрай складно. Застосування систем зледеніння на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) є вкрай необхідним для забезпечення безпеки польотів та захисту апарату від небезпеки накопичення льоду на його поверхні. Однією із головних завдань системи зледеніння є уникнення формування льодового нальоту на крилі, хвості та інших важливих деталях БПЛА. В залежності від їхньої конструкції, системи зледеніння можуть бути активними або пасивними.

Активні системи забезпечують теплове розморожування поверхні шляхом використання електричного струму або нагрівання гарячою рідиною, тоді як пасивні системи змінюють форму профілю поверхні, що допомагає уникнути накопичення льоду. Крім цього, системи зледеніння включають датчики зледеніння, які виявляють присутність льоду на поверхні БПЛА та передають сигнал до системи зледеніння.

Сигналізатори зледеніння використовуються для сповіщення оператора (пілота) про наявність льоду на поверхні апарату і нагадування про необхідність активації системи зледеніння. Ці сигналізатори можуть бути звуковими або візуальними, з використанням звукових сигналів, голосових повідомлень, світлових індикаторів або дисплеїв. Це дозволяє оператору (пілоту) оперативного реагувати на зледеніння і вживати необхідні заходи для забезпечення безпеки польоту.

Оскільки зледеніння може збільшити вагу та опір повітря, а також вплинути на фізичні характеристики крила, воно може призвести до втрати контролю над БПЛА. Тому системи зледеніння і сигналізатори є надійними і важливими компонентами в системі безпеки БПЛА, які допомагають забезпечувати успішні та безпечні польоти, навіть під час суворої погоди.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ БПЛА

О.М. Доценко

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

Автономна система навігації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) виконує важливу роль у їх безперервному функціонуванні. Основна мета поліпшення такої системи полягає в покращенні точності і можливостей автономного польоту БПЛА. Для досягнення цієї мети можна запропонувати кілька підходів.

Один з можливих підходів полягає у вдосконаленні алгоритмів обробки сигналів з супутників GPS / ГЛОНАСС / Галілео. Це можна зробити шляхом вдосконалення алгоритмів фільтрації, апроксимації та обробки даних з супутників.

Крім того, можна використовувати додаткові сенсори, такі як інерціальні системи навігації і лазерні вимірювачі відстаней, для поліпшення точності навігації БПЛА. Ці сенсори можуть доповнювати інформацію, отриману з супутників, та забезпечувати більш точне визначення положення і шляху руху.

Також, розробка механізмів корекції траєкторії на основі реального часу може допомогти вдосконалити систему навігації БПЛА. Це може включати використання стійких до завад методів покращення позиціонування, таких як методи калмана або часткового фільтру.

У подальшому, можна використовувати штучний інтелект та машинне навчання для автоматичного виправлення помилок та покращення точності навігації БПЛА. Штучний інтелект може використовувати дані з різних сенсорів та супутників, щоб самостійно коригувати маршрут БПЛА і забезпечити його точне рух.

Проте, розробка і вдосконалення такої системи навігації вимагає значних інженерних та програмних ресурсів. Робота з супутниковими сигналами, встановлення додаткових сенсорів, програмування алгоритмів корекції траєкторії та розробка моделей штучного інтелекту вимагають висококваліфікованих фахівців і доступу до спеціального обладнання.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ПЕРЕВІРКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

К.С. Карлов; А.С. Грабовецький;

*О.Є. Зенович, канд. техн. наук, доцент; Ю.В. Георгієв,
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Складові безпілотних літальних апаратів (БПЛА) – наземне, бортове навігаційне-пілотажне і цільове обладнання – є цілком складними електромеханічними і радіотехнічними системами і тому, не дивлячись на всі міри попереднього контролю, при їх використанні можуть виникнути відмови як на зльоті так і в польоті. Аналіз результатів використання БПЛА в останніх збройних конфліктах показав, що деякі апарати не виконали поставлене завдання, були втрачені чи які зазнали авіаційної пригоди через несправність бортового обладнання (БО). При цьому відзначимо, що в умовах фінансових обмежень і відсутність закупівлі нових БПЛА актуальним завданням є обґрунтування термінів продовження ресурсу апаратів, що використовують (особливо БО). В цих умовах важливе значення

отримує урахування надійності БО БПЛА і своєчасності визначення відмови при оцінці його технічного стану (що напряму залежить від періодичності строків проведення перевірки) при підготовці їх до бойового використання . При розгляді БО доцільно говорити не про конкретні реалізації, а про основні концепції їх побудови : модульність структури і конструкції як елементів БО, так і системи в цілому, наявність розвинених засобів контролю, діагностування та відновлення функціонування. Багаторівнева ієрархічна організація БО БПЛА визначається необхідністю поділу завдань за рівнями обробки інформації, кожен з яких характеризується ступенем її узагальнення. В сучасних і перспективних БПЛА застосовуються (передбачається застосування) наступні основні типи БО для проведення обробки інформації на борту апарату: дистанційного зондування; ретрансляції даних; захисту інформації; навігації, орієнтації, наведення.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БПЛА

О.Є. Зенович, канд. техн. наук, доцент;

О.В. Малік, А.Є. Іващенко

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

В умовах ведення бойових дій на території України зростає роль використання спектрального аналізу (СА) для діагностування вихідної напруги систем електропостачання. У зв'язку з чим актуальним постає питання удосконалення методів діагностування джерел постійного та змінного струму для підвищення показників надійності та безпеки. З цією метою пропонується використання СА вихідної напруги. Реалізація

зазначеного методу діагностування складається з наступних етапів:

1. Дослідження та розробка методики використання СА для визначення потенційних проблемних зон.

2. Аналіз спектральних методів діагностики для виявлення аномальних частотних компонентів, які можуть вказувати на несправності або знос окремих компонентів.

3. Розробка алгоритмів обробки даних для СА вихідної напруги, що дозволяють автоматично виявляти відхилення від норми та генерувати попереджувальні повідомлення про можливі несправності або нестабільну роботу.

4. Оцінка ефективності застосування СА вихідної напруги для швидкої діагностики технічного стану та встановлення порогових значень аномальних параметрів.

5. Проведення пілотних досліджень реальних об'єктів для перевірки запропонованого підходу та адаптації методики СА вихідної напруги до конкретних типів і моделей, що використовуються на БПЛА.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ МОДЕРНІЗАЦІЇ УДАРНОГО БПЛА В УМОВАХ РОБОТИ КОМПЛЕКСІВ РЕБ

Д.Ю. Шигун¹; Д.В. Васєкін²; Д.А. Головка²; О.А. Хіжнюк²

¹Міністерство оборони України;

*² Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

В умовах невтомної боротьби українського народу під час повномасштабного вторгнення російської федерації, в бойових підрозділах першочерговими місіями стають різноманітні завдання по знищенню ворожих комплексів РЕБ. Найбільш відчутною ця тенденція стала під час інтенсивної експлуатації безпілотних систем та комплексів, що виконують розвідувальні операції та ударні завдання. Відомо, що ворожі мобільні комплекси РЕБ значно ускладнюють ефективне виконання

завдань безпілотними авіаційними комплексами (БпАК), а у разі захоплення ворогом безпілотних літальних апаратів (БПЛА) типу DJI Mavic може з'явитися небезпека для самого оператора. На озброєнні України знаходяться протирадіолокаційні ракети, наприклад, AGM-88 HARM (High-speed Anti-Radiation Missile) які за допомогою радіолокаційної головки самонаведення (РГС) здатні знищувати цілі, що під час своєї роботи випромінюють радіоімпульси з високим енергетичним спектром. Практичне застосування таких ракет під час збройного протистояння в форматі протидії ворожим засобам РЕБ показало, що данні ракети є ефективним, але не надто дешевим та розповсюдженим засобом для ураження цих систем. Для вирішення даної проблематики пропонується впровадити модернізацію ударного БПЛА, який застосовується саме для знищення ворожих комплексів радіоелектронної протидії та радіоелектронного подавлення. У разі ворожої спроби захоплення, виведення з ладу, радіоелектронного придушення каналу керування та при намаганні перехопити керування в системі передбачена ланка самознищення самого БПЛА через певний інтервал часу, що знецінить спроби ворога використовувати захоплений безпілотний літальний апарат у власних цілях. За допомогою бортового автоматизованого комплексу керування буде здійснюватися наведення та може бути реалізований алгоритм керування польоту саме в тому напрямку, звідки ворогом здійснюється випромінювання потужних радіосигналів, радіоімпульсів, радіоперешкод та подальше знищення цих об'єктів.

Одним із варіантів модернізації ударного БПЛА є встановлення готового модульного доповнення до штатної системи керування. Додатковий модуль здатний реалізувати виконання складних алгоритмів, наприклад, виявлення помилок в системі керування та визначення нештатної роботи каналу керування БПЛА в умовах роботи ворожих комплексів РЕБ, а також синтез та подальшу передачу вірних команд керування до виконавчих пристроїв безпілотного літального апарату. В

новітній програмно-апаратній моделі може бути використаний пристрій, який працює на платформі Raspberry Pi 3B+. Він виконує функцію відключення радіоприймального тракту системи керування та реалізує переведення БПЛА в стан автоматизованого керування, яке виконується за допомогою задалегідь вибраного, в залежності від індивідуальних умов застосування БпАК алгоритму, а також обробки сигналів з радіолокаційної головки самонаведення яка є складовою корисного навантаження та виконує функцію наведення на ворожі засоби, що мають властивості випромінювати радіосигнали. На фінішному етапі застосування БПЛА може здійснюватися корекція траєкторії ураження.

Запропонована модернізація вітчизняних ударних БПЛА з використанням платформи Raspberry Pi 3B+ в комплексі з радіолокаційною головкою самонаведення, є актуальним науково-технічним завданням, яке беззаперечно вплине на подальший хід ведення бойових дій в аспекті протистояння збройній агресії з використанням БпАК. Саме така модернізація здатна підвищити ефективність експлуатації БПЛА та значно скоротити кількість ворожих систем, які використовують для роботи потужне випромінювання у визначеному спектрі частот.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БпАК В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ ПІД ЧАС ВІДБИТТЯ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

*О.А. Хіжнюк; А.С. Козлова; О.О. Митчик
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) є важливою складовою вітчизняних сил безпеки та сил оборони. Під час протидії збройній агресії вимоги до алгоритмів технічної експлуатації БпАК значно підвищуються. Підготовка безпілотних авіаційних

комплексів має стати швидшою та якіснішою, для того щоб вони зберігали можливість виконувати усі поставлені бойові завдання.

На даний момент виділяються декілька основних варіантів обслуговування БпАК: самообслуговування, обслуговування силами сторонньої організації та комбінований варіанти.

Для визначення найбільш вагомих складових в системі оптимального технічного обслуговування необхідно враховувати індивідуальні можливості застосування БпАК, а саме вид і тип БПЛА, доступність запасних частин і матеріалів, умови експлуатації ЛА. Комплекс елементів системи повинен бути максимально мобільним та швидко відновленим у разі пошкоджень для ефективного виконання поставлених бойових завдань. Оптимальний алгоритм експлуатації БпАК в польових умовах включає у себе такі складові: мінімальний інтервал часу запуску та відновлення справності, що обумовить високу якість підготовки й застосування безпілотних ЛА. Це дає змогу забезпечити максимальну ефективність експлуатації в умовах недостатньої кількості ресурсів.

Конкретний варіант алгоритму обслуговування БПЛА в польових умовах при відбитті збройної агресії повинен бути визначений для кожного конкретного випадку з урахуванням вище зазначених обставин.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ ВІДМОВ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ БПЛА

О. Д. Меланчук

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

БПЛА – один з ефективних видів озброєння Збройних сил України під час бойових дій на території країни. Як і в будь-якій техніці, у БПЛА можуть бути відмови. В даній темі розглядається та пропонуються методи та засоби виявлення відмов статичних

(інверторних) перетворювачів. Щоб ефективніше виявляти відмови, пропонується розробити і впровадити безперервний моніторинг параметрів статичних перетворювачів (включаючи: струм, напругу, частоту, температуру і вібрацію) для виявлення відхилень від норми і оперативного реагування на них. Створення системи автоматичної обробки даних з датчиків статичних перетворювачів з використанням методів аналізу даних, дозволить розпізнавати аномалії в роботі і передбачити можливі відмови. Далі – це розробка алгоритмів самодіагностики статичних перетворювачів, включаючи методи самотестування і виявлення несправностей, а також можливість виконання автоматичного перемикавання на резервні системи. Окрім цього, пропонується впровадити систему моніторингу стану ізоляції, виявлення коротких замикань і інших електричних проблем статичних перетворювачів з використанням методів діелектричної діагностики. Щоб вчасно виявляти перегрів статичних перетворювачів у БПЛА, можна використати та впровадити тепловізійні камери для моніторингу теплового режиму статичних перетворювачів. Ці пропозиції в майбутньому зможуть сприяти становленню більш надійних та безпечних систем виявлення і запобігання відмов статичних перетворювачів на БПЛА.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

*М.А. Синюк; 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

Акумулятори використовуються в БПЛА для електроживлення електронних, електромоторних і інших систем, що забезпечують його політ та функціонування. Важливою характеристикою акумуляторів для БПЛА є їхні розмір, вага та енергетична ємність. Необхідність підтримання справності авіаційної техніки полягає в забезпеченні тривалості та надійності польоту. Методи діагностики акумуляторів: вимірювання напруги, моніторинг температури, моніторинг стану заряду, ультразвуковий контроль. Недоліком цих методів є часозатратність.

В зв'язку з чим актуальним постає питання пошуку нових напрямків 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 зробити БПЛА більш ефективними, надійними та функціональними.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ РОЗВІДУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗАСОБІВ ВЕДЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

І.М. Тулиця; Р.Р. Крук

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне використання підрозділів Повітряних Сил з метою добування розвідувальної інформації. З цією метою активно використовуються засоби пілотованої та безпілотної авіації. Основним представником пілотованої авіації є літак Су-24МР,

базовий комплекс тактичної розвідки якого включає широкий спектр технічних засобів повітряної розвідки (ПР) - іконічні та параметричні системи. До складу іконічних систем ПР відносяться наступні: панорамна система телевізійної розвідки, апаратура лазерної розвідки, інфрачервона розвідувальна апаратура, радіолокаційна станція бокового огляду та засоби повітряного аерофотографування (панорамний та перспективний аерофотоапарати). В свою чергу параметричними засобами ПР, що встановлюються на борту досліджуваного літака, є розвідувальна станція радіотехнічної розвідки та апаратура радіаційної розвідки.

Слід зазначити, що цільове навантаження розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів 1 та 2 класів мають схожий з пілотованою авіацією склад розвідувального обладнання. Основними відмінностями є наступні: надання переваги використанню іконічних систем повітряної розвідки; формування даних ПР в цифровому форматі та можливість отримання розвідувальної інформації у реальному масштабі часу.

В зв'язку з чим актуальним постає питання пошуку можливостей щодо удосконалення технічних засобів ПР, що встановлюються на борту літака-розвідника.

МЕТОД МАРКЕРНОГО КОДУВАННЯ НЕРІВНОМІРНИХ КODOBИX КOHCТPУКЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОCTOBIРHOCTІ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

І.М. Тулиця;

С.І. Хмелевський, канд. техн. наук, доцент, с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

В умовах ведення бойових дій на території України зростає роль системи повітряної розвідки як ключової компоненти ефективного управління наявними силами та засобами по знищенню противника. Слід зазначити, що основним джерелом

розвідувальної інформації на всіх рівнях управління є дані повітряної розвідки, що отримуються з борта безпілотного літального апарату (БПЛА). Проте, особливістю використання як вітчизняних, так і закордонних БПЛА є формування даних повітряної розвідки (відеоресурсу) з використанням наступних алгоритмів: JPEG – для відеозображень, H.26x та MPEG – для потокового відео. Використання зазначених алгоритмів регламентовано вимогами стандартів НАТО. Основним проблемним аспектом використання зазначених стандартів в інфокомунікаційних системах БПЛА є низька стійкість відеоданих до впливу помилок, що виникають в процесі доставки на станцію керування та контролю. В свою чергу, обмеження пропускну здатності бездротових каналів передачі даних накладають обмеження на бітовий об'єм розвідувальної інформації. Це унеможливає використання технологій завадостійкого кодування для забезпечення необхідного рівня достовірності. В зв'язку з чим актуальним постає питання пошуку нових підходів до підвищення достовірності відеоданих. Пропонується використання реструктуризації кодованих даних та статистичного підходу для формування маркерів нерівномірних кодових конструкцій. Це дозволяє локалізувати вплив помилок в каналі передачі даних в умовах їх компактного представлення.

МЕТОД ВЗАЄМНОЇ НАВІГАЦІЇ БПЛА В УМОВАХ АКТИВНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

А.Е. Бекіров¹, канд. техн. наук, доцент;

І.В. Казьміров²; Д.С. Кобенко²

¹Міністерство оборони України;

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.

Кожедуба

Аналіз бойового досвіду ведення російсько-української війни показує, що застосування безпілотної авіації, включаючи

застосування ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) може значно вплинути на хід бойових дій. Тактика застосування БПЛА, в деяких випадках, вимагає побудови порядку декількох літальних апаратів визначеним положенням кожного з них. В той же час, кількість засобів РЕБ противника та щільність їх застосування вимагає, як побудови завадостійких каналів передачі даних, так і стійкої навігації.

Тактичні БПЛА, в умовах завад в діапазоні роботи бортових супутникових навігаційних систем, не володіють достатньою точністю автономної інерційної навігації. Таке обмеження ускладнює виконання бойових задач.

У випадку застосування декількох БПЛА одночасно, підвищення точності визначення місцеположення можливо за рахунок вирішення задачі взаємної навігації в оптичному діапазоні. Такий підхід побудований на основі визначення кутових координат сусідніх БПЛА шляхом аналізу видового оглядового навігаційного поля в оптичному діапазоні.

Оглядове навігаційне поле уявляє собою цифрові зображення, які сформовані бортовими сенсорами. Сусідні БПЛА розглядаються, як рухомі навігаційні точки. Для виявлення навігаційних точок пропонується використовувати градієнтні методи виявлення об'єктів на цифрових зображеннях. Також можливе використання будь якого методу виявлення контурів об'єктів в оптичному (інфрачервоному) або мультиспектральному діапазоні.

Кількість фрагментів, на основі яких здійснюється побудова оглядового навігаційного поля визначається кількістю сенсорів. В той же час кутові координати оглядового навігаційного поля залежать від характеристик сенсорів.

Оглядове навігаційне поле розглядається, як цифрове зображення з визначеною кількістю елементів. Положення навігаційних точок відносно положення БПЛА визначається положенням елементів просторового представлення контурів об'єктів в результуючій матриці.

Для системи координат БПЛА здійснюється перерахунок кутових координат детектованих навігаційних точок. Центральна точка, яка визначає початок відліку координат БПЛА в системі оглядового навігаційного поля відповідає нульовим кутовим координатам по азимуту та куту місця. Розрахунок зони огляду здійснюється шляхом обчислення зони простору, які припадає на один елемент просторового представлення фрагменту в кутових координатах.

Положення навігаційних об'єктів (сусідніх БПЛА), які були виявленні в оглядовому навігаційному полі, буде залежати від ракурсу їх спостереження. Визначення координат навігаційних об'єктів спочатку передбачає розрахунок положення навігаційної точки, яка відповідає положенню візуального центру мас об'єкту в оглядовому навігаційному полі. Для визначення навігаційної точки розраховується центр мас прямокутного дескриптора, в який вписано виявлений навігаційних об'єкт (сусідній БПЛА).

Корекція власних координат місцеположення відбувається у випадку втрати сигналу супутникової навігаційної системи відносно сусідніх БПЛА в порядку. Обмеження запропонованого методу є необхідність наявності візуальної видимості сусідніх БПЛА в оптичному або інфрачервоному діапазоні.

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ СПУФІНГ-АТАКИ БПЛА

І.В. Казьміров; М.Р. Семко;

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

В наш час використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) військового та цивільного призначення значно виросло. У ЗС України БПЛА використовуються для патрулювання, нагляду, розвідки, картографії та виконання завдань з ураження та рятування тощо. Застосування БПЛА на великій дальності залежить від систем глобального позиціонування (GPS) для завдань навігації та визначення місцезнаходження.

У зв'язку з великою популярністю БПЛА, відбулися технічні прориви в дизайні, управлінні та автоматизації БПЛА, проте аспект безпеки в значній мірі залишається не розкритим. Існують багато видів кібератак, наприклад, спуфінг та джемінг GPS. За допомогою даних атак створюються сигнали подібні до тих, що випромінюються супутниками.

Спуфінг - це процес підроблення або передачі хибної навігаційної інформації з метою введення в оману приймачів GPS або інших навігаційних систем. Тому у військовому застосуванні спуфінг-атака, може призвести до втрати БПЛА. Отже, вкрай важливо визначити, що БПЛА піддався спуфінг-атаці для швидкої реагування та вжиття необхідних заходів.

Проаналізувавши наукові праці, щодо ефективності заходів для захисту БПЛА, можна відокремити підхід на основі метрично оптимізованого динамічного методу відбору, який визначає найефективніший класифікатор для виявлення спуфінг-атак. Також запропонована техніка відбору, яка перевершує існуючі моделі виявлення спуфінг-атак, та має точність виявлення 99,6% та ймовірність виявлення 98,9%, ймовірністю помилкового спрацювання 1,56%, ймовірністю помилкового пропуску 1,09%.

Отже, запропонований метод дозволить швидко і точно виявити спуфінг-атаку для того щоб оператор БПЛА зміг швидко відреагувати.

ПОДАЛЬШИЙ РОЗВИТОК ТА ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА У НАПРЯМКУ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.І. Жирун; І.В. Сопівник

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

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стало невід'ємною частиною бойових дій (операцій) локальних війн і збройних конфліктів кінця двадцятого-початку двадцять першого сторіччя. Новітні розробки у цьому напрямку постійно

впливають на форми, способи та прийоми збройної боротьби що вказує на те, що провідні у військовому відношенні країни світу та країни, що розвиваються, активно ведуть роботу по створенню, удосконаленню та прийняттю на озброєння БПЛА. Значні перспективи їх подальшого розвитку, обумовлюються різними факторами: по-перше, постійно зростає вартість пілотованих літальних апаратів разом з вартістю підготовки льотних екіпажів в той час, як для виконання значного обсягу завдань присутність пілота не завжди є обов'язковою; по-друге, постійно продовжується пошук рішень для зниження бойових втрат серед особового складу в пілотованій авіації в умовах наявності у конфліктуючих сторін сучасних систем протиповітряної оборони.

Аналіз результатів застосування БПЛА у військових конфліктах кінця ХХ і початку ХХІ ст. показує високу ефективність застосування БПЛА при вирішенні бойових завдань. Останніми роками інтенсивність застосування БПЛА в операціях ЗС США та інших країн багаторазово збільшилася. Зокрема, під час дій ВПС США в Афганістані з 2011 по 2016 рік частка застосування авіаційних засобів ураження, носіями яких були БЛА, збільшилася з п'яти до 61%, а в ході операції ЗС США і їх союзників “Непохитна рішучість” проти ІГЛ в Сирії і Іраку з серпня 2014 по червень 2016 року БЛА MQ-1 “Предатор” і MQ-9 “Ріпер” ВВС США здійснили понад 9100 бойових вильотів, застосувавши близько 3400 од. високоточної зброї по 1800 об'єктам. Ефективність застосування БПЛА формує тенденцію нарощування їх чисельності. Так, за останні 15 років чисельність БПЛА в США зросла в сотні разів, а обсяг фінансування закупівель даних зразків збільшився в рази. Відповідно з планами США в середньостроковій перспективі їх чисельність продовжить збільшуватися, що повинно дозволити при необхідності здійснювати одночасне цілодобове патрулювання БПЛА по 60 маршрутам в різних регіонах світу.

Збільшення використання БПЛА для вирішення завдань вогневого ураження протягом останніх років у військових

конфліктах на близькому Сході, тільки підтверджує той факт, що у майбутньому відсоток бойових вильотів БПЛА буде продовжувати збільшуватися. Це також підтверджується продовженням розробки та створення провідними у військовому відношенні країнами, принципово нових конструкцій БПЛА, розрахованих на збільшені навантаження в порівнянні з пілотованими ЛА, та їх оснащення все більш сучасними системами управління для спрощення роботи наземного персоналу. Останні дослідження США та інших держав спрямовані на можливостях узгодженого використання БПЛА різних видів ЗС США та їх союзників у рамках перспективної їх форми застосування – “інтегрованої операції БПЛА”.

ТЕХНІЧНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛотованих ТА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.І. Смик, канд. техн. наук;

П.М. Мартиненко; Р.С. Смик

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

Одним з перспективних напрямків підвищення ефективності дій авіації є застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в спільних бойових порядках з пілотованими літальними апаратами (ЛА). За цих умов екіпаж (оператор) повинен бути забезпечений інформацією не лише про власне знаходження у просторі, але і про відносне положення ЛА у групі. Одним з шляхів рішення зазначеної проблеми є подальше удосконалення системи відносної навігації, що являє собою сукупність бортових радіоелектронних засобів і елементів обладнання ЛА, які забезпечують вимірювання відносного положення ЛА, штатних параметрів польоту, обробку, відображення та індикацію даних і команд. Відповідно до цього, для вирішенні завдань відносної навігації може бути застосована інтегрована навігаційна

системи, яка забезпечує комплексування даних систем визначення місця розташування ЛА різного принципу дії і призначення (інерціальні, барометричні, доплерівські вимірники координат і параметрів руху, оптичні системи) та супутникових радіонавігаційних систем. Проведений аналіз точності визначення навігаційних параметрів дозволяє зробити висновок про доцільність використання зазначеної системи. Зазначена система дозволяє забезпечити прийнятну точність, незалежно від відстані між ЛА, визначення навігаційних параметрів у горизонтальній й вертикальній площині та розрахунок елементів для витримування заданого положення в групі між пілотованими ЛА та БпЛА.

ЗАСТОСУВАННЯ КОЛЕКТИВНИХ ТАКТИК РІЮ БпЛА ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВРАЗЛИВОСТІ В УМОВАХ АКТИВНОЇ РЕБ

100А.І. Авілов; О.М. Грічанюк, канд. техн. наук;

М.С. Капашин

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Колективні тактики рію безпілотних літальних апаратів (БпЛА) можуть бути ефективним засобом мінімізації вразливості в умовах активної радіоелектронної боротьби (РЕБ). Розглянемо деякі стратегії, що можуть бути використані.

БпЛА у рії, обмінюється інформацією між собою і синхронізують свої дії. Це дозволяє їм стійко виконувати завдання, навіть якщо один або кілька апаратів зазнали впливу РЕБ.

Рій БпЛА може взаємодіяти з іншими засобами радіоелектронної боротьби, створюючи тактичні переваги, наприклад, пригнічуючи системи противника і забезпечуючи безпеку для своїх союзників.

Інтеграція технологій, спрямованих на зниження електромагнітної інтерференції (ЕМІ), може допомогти зменшити ймовірність виявлення рію БпЛА.

БпЛА в ріі можуть бути обладнані засобами виявлення та адаптації до радіоелектронних перешкод, що дає змогу їм підтримувати зв'язок і виконувати завдання в умовах активної РЕБ.

Ефективність цих тактик залежить від багатьох факторів, як-от якості засобів зв'язку, ступіні автономності, можливості взаємодії між БпЛА в ріі та загальної електронної обстановки. Важливо постійно розвивати і вдосконалювати тактичні алгоритми і обладнання, щоб адаптуватися до постійно мінливих умов бойової обстановки.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПЛОТНОЇ СИСТЕМИ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

В.В. Афанасьєв, канд. техн. наук, доцент;

С.К. Пужай-Черета

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Аналіз досвіду сучасних військових конфліктів довів, що невід'ємною складовою, яка створює умови до переваги над противником є безпілотна система (БпС). Вона поєднує всі роботизовані комплекси (РК), що функціонують в різних середовищах в єдиному часовому вимірі. Досвід війни росії проти України обумовив доцільність зміни концептуального погляду на БпС. Актуальним стало питання щодо узагальнення всіх складових сил безпеки і оборони (СБіО) в питаннях розвитку, підготовки та застосування РК. Основою цього є розробка доктринальних документів, особливістю яких є необхідність концептуального визначення напрямків розвитку компонентів БпС в складових СБіО. Вихідні дані, щодо розробки керівних документів за напрямком застосування складових СБіО

формується у відповідних доктринах на основі Стратегії застосування БпС.

В якості основних складових Збройних Сил (ЗС) України, які класифікуються за ознакою середовища виконання завдань є Сухопутні війська, Повітряні Сили та Військово-морські Сили. Характер виконання завдань та особливості середовища обумовлюють доцільність введення підкласів БпС відповідно до середовища застосування РК в межах «середовища відповідальності» складових СБіО. Так, наземні РК та авіаційні безпілотні комплекси тактичної глибини, входять до складу всіх складових СБіО. До Повітряних Сил включено авіаційні безпілотні комплекси оперативної та стратегічної глибини застосування. Військово-морські сили включають надводні та підводні безекіпажні комплекси тактичної, оперативної та стратегічної глибини застосування. Комплексне застосування БпС створює умови щодо нівелювання переваги ресурсно та технічно забезпеченого противника, вирішення задачі щодо збереження життя особового складу. Одночасно з цим здійснюється адаптація та масштабування інноваційних рішень з боку противника. В таких умовах головним завданням є бути (залишатися) завжди на крок попереду противника в технологіях та на полі бою. Генерація спроможностей з досягнення асиметричної переваги над противником можлива шляхом створення екосистеми БпС.

Екосистема БпС – це побудована на принципах синергії та самоорганізації, тісно взаємопов'язана сукупність безекіпажних апаратів різноманітного призначення, організацій і структур, що займаються їх розробкою, виробництвом, закупівлею, постачанням, та експлуатацією, підсистем управління, логістики та підготовки персоналу, які забезпечують розвиток та застосування БпС за призначенням, а також визначає правові, економічні, організаційні та інші умови цих процесів. Формування самодостатньої, стійкої та високотехнологічної екосистеми БпС в ЗС України є основою для ефективної реалізації спроможностей складових СБіО. Це дозволить забезпечити ЗС

України новітніми безпілотними зразками озброєння і висококваліфікованим персоналом, та, як наслідок, сформувати асиметричну стратегічну перевагу над противником, що переважає в кількості, ресурсах і промисловій базі. Екосистема БпС ЗС України дозволить забезпечити ефективне застосування СБіО та підтримку прийняття рішень за рахунок забезпечення їх оперативною та достовірною розвідувальною та іншою інформацією в реальному масштабі часу, що отримується з використанням БпС та автоматизованої системи управління прийняття рішень. Відповідно, умовою реалізації концептуальних напрямків створення та розвитку екосистеми БпС є формування необхідних механізмів модерації.

Впровадження БпС повинно відбуватись з обов'язковим врахуванням ризиків, щодо невиконання заходів по формуванню та забезпеченню функціонування БпС.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент;

О.В. Застьоба

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

Прийняття на озброєння і активне застосування в ході бойових дій різних типів безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у Збройних Силах України та в арміях багатьох іноземних держав дозволило значно підвищити бойові можливості військ, розширити спектр бойових завдань, які можуть виконуватися більш ефективно саме безпілотними літальними апаратами завдяки, як високоточного засобу ураження, що дозволяє уникнути втрат льотних екіпажів, а також, значно більших від БпЛА за вартістю пілотованих літаків. Аналіз досвіду російсько-української війни показує стійку тенденцію зростання в

угрупованнях БпЛА, як Збройних Сил України, так і армії РФ відсотку саме ударних безпілотних комплексів (далі БпАК).

На сьогоднішній день, ударні БпАК представлені як багаторазовими ударно – розвідувальними комплексами, так і БпАК одноразового використання – дронами - “камікадзе”. Ударно-розвідувальні комплекси багаторазового використання, в більшості випадків, являють собою самостійний бойовий потенціал, який може вирішувати комплексне завдання розвідки і вогневого ураження цілей. В багатьох випадках такі комплекси використовуються як складова розвідувально-вогневих комплексів спільно з артилерією, ракетними військами та ударними пілотованими літаками.

Враховуючи те, що цільове навантаження ударно-розвідувальних комплексів багаторазового використання має значну вагу, як правило, БпЛА такого призначення повинні мати високі аеродинамічні характеристики і потужні двигуни, що проявляється у їх відносно великих розмірах і, відповідно, такі БпЛА формують великі ефективно відбиваючі поверхні, що приводить до значних відстаней їх виявлення та високої ймовірності ураження засобами ППО противника. З цих причин, значно зменшилась активність застосування Збройними Силами України в ударно-розвідувальному варіанті безпілотного авіаційного комплексу Bayraktar TB2.

Новим кроком у застосуванні багаторазових ударних БпАК є оснащення їх засобами ураження з великою дальністю дії, що дозволить їм виконувати завдання вогневого ураження цілей не входячи в зони ураження засобів ППО.

На початку російсько – української війни з метою підсилення вогневого потенціалу артилерії, якій бракувало снарядів, в якості ударних БпЛА поля бою стали використовувати міні БпЛА коптерного типу "Мавік", на який підвішували гранату або саморобний боєприпаси, і оператор мав змогу по зображенню на планшеті виявляти ціль та скидати боєприпаси. На деякий час це дало певний ефект, але висвітлило проблему невисокої ефективності таких БпЛА в ударному варіанті, що проявилось в

значному зменшенні дальності і часу бойового польоту, а також в тому, що навіть добре підготовлений оператор, кількість яких обмежена, міг уразити ціль не більш як в одному випадку з десяти.

Така ситуація привела до початку епохи дронів - “камікадзе”, яка охопила сферу від міні дронів серії FPV, якими управляє оператор за допомогою спеціальних окулярів, де відображається весь політ дрону, до дронів - “камікадзе” оперативного рівня застосування, типу Shahed-136 із сучасною системою управління і навігації.

Відмінність дронів - “камікадзе” від, наприклад, ракет чи артилерійських систем, які б’ють по координатах цілі, що закладені напередодні, полягає в тому, що оператор, вийшовши в заданий район може обирати пріоритетну ціль або навіть досліджував інший район. Водночас "система наведення" дронів - “камікадзе” (баражуючого боєприпасу) не вимагає коштовних головок самонаведення, достатньо звичайної камери, або максимум - тепловізійної. Недоліком такого засобу ураження є те, що механізм наведення вимагає постійного підтримування зв’язку оператора з баражуючим боєприпасом. Якщо, наприклад, крилата ракета автономно виконує бойове завдання, то дрон зі втратою зв’язку такої можливості вже немає.

Доцільність застосування і розвитку того чи іншого засобу ураження визначається шляхом оцінки його ефективності. У випадку ударних БпЛА класичні підходи до оцінки ефективності, як порівняння витрат і результату що виражаються в певних кількісних чи якісних показниках не працюють. Справа в тому що досить важко визначитися з, навіть, якимсь опосередкованим результатом. Наприклад, в одному випадку ударний БпЛА оперативного рівня уразив склад боєприпасів вартістю в сотні тисяч доларів, а в іншому втрачено десятки літаків з нульовим результатом. Тому при виборі варіанту застосування ударних БпЛА використовують два методи розрахунку ефективності, які ґрунтуються на рішенні досягнення визначеного (бажаного)

ефекту (результату) з найменшими витратами, або з найменшим нарядом сил.

ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ МОРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ У ВІДКРИТОМУ МОРІ

*А.П. Бабич, канд. військ. наук, доцент; М.С. Ліневич
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Історія війн і збройних конфліктів показує те, що водний простір морів і океанів є особливим середовищем збройного протистояння, яке несе в собі можливості, відносно прихованого, зосередження і маневру потужного бойового потенціалу надводних і підводних кораблів різного класу і призначення. Активне освоєння природних ресурсів у вигляді нафти і газу на дні відкритого моря привели до появи нових об'єктів – бурових і видобувних платформ як стаціонарного, так і дрейфуючого типу. Значні площі таких об'єктів, при необхідності, дозволяють мілітаризувати їх в плані розміщення засобів ППО, балістичних і крилатих ракет тактичного та оперативного рівнів. Ступінь загрози таких об'єктів, в значній мірі, можливо зменшити шляхом своєчасного виявлення їх місцезнаходження, ідентифікації і стану.

В сучасній тріаді повітряної розвідки – космічна розвідка, повітряна розвідка пілотованої авіації, повітряна розвідка безпілотної авіації – значну роль може відігравати саме безпілотна авіація. Льотно - експлуатаційні характеристики безпілотних літальних апаратів БпАК тактичного рівня, зокрема Bayraktar TB2, такі як дальність і тривалість польоту, діапазон висот застосування, а також можливості розвідувального споряддя, а саме, здатність ввести телевізійну розвідку в умовах різного ступеню освітлення та розвідку з використанням тепловізорів в складних метеорологічних умовах та вночі. В той

же час при плануванні і виконання завдань повітряної розвідки у відкритому морі слід враховувати особливості об'єктів розвідки і умови виконання завдань, що, в значній мірі, впливає на вибір способів і тактичних прийомів виконання завдань.

Особливостями кораблів у відкритому морі як об'єктів розвідки є їх широка різноманітність як в геометричних розмірах, так і в просторово-часових можливостях – здатність міняти своє місцеположення в короткі терміни із складною траєкторією переміщення. На кораблях типу крейсери, фрегати, великі десантні кораблі, корвети формуються потужні системи об'єктової ППО, які здатні вражати повітряні цілі на відстані до 30 – 40 км.

Бурові і видобувні платформи у відкритому морі, як стаціонарні так і дрейфуючі, можливо вважати нерухомими об'єктами розвідки, координати яких відомі. Завдання розвідки таких об'єктів полягає у викритті наявності на таких об'єктах засобів повітряного нападу типу ракет, безпілотних літальних апаратів і, в деяких випадках, навіть вертольотів. Якщо такі платформ задіяні в системі зональної ППО територій чи воєнно – морських баз, важливим є визначення того, які саме засоби ППО там розташовані. Особливість виконання завдань розвідки платформ у відкритому морі полягає в складності ідентифікації об'єктів, які розташовані на платформі. Велика кількість обладнання, відсутність типових схем його розташування, схожість конфігурації технологічних засобі з конфігурацією бойових систем, ускладнюють процеси дешифрування, викликають необхідність тривалого спостереження під різними ракурсами до об'єкту.

При плануванні виконання завдань розвідки об'єктів у відкритому морі потрібно враховувати особливості умов виконання таких завдань.

По – перше, кораблі як об'єкти розвідки у відкритому морі, як правило, знаходяться на значній відстані від берегової лінії, що вимагає застосування БпЛА з бойовим радіусом не менш ніж 200 – 300 км, так як можливість передачі управління на інші станції

керування і контролю відсутня. Можливим рішенням проблеми щодо збільшення дальності повітряної розвідки морських об'єктів є організація виконання завдання з неопозначених злітно – посадочних майданчиків, які максимально наближенні до берегової межі або розташування додаткових станцій керування і контролю на плавучих засобах.

По – друге, особливості повітряної розвідки морських об'єктів у відкритому морі пов'язані виконання таких завдань з охопленням величезного водного простору, на якому, практично, неможливо здійснити прив'язку (орієнтування). Це змушує визначати такі способи повітряної розвідки, зокрема при виконання завдання спостереження, які б виключали довгострокову втрату безпосереднього контакту з об'єктом розвідки. Рішення такої проблеми можливе при застосуванні способу повітряної розвідки - баражування у визначеному районі, а також можливостями використання даних космічної розвідки для попереднього визначення, бодай, району пошуку.

По – третє, виконання завдань повітряної розвідки, особливо у відкритому морі, пов'язано з підвищеними загрозами ураження безпілотних літальних апаратів засобами ППО. Поверхня морі, де відсутні будь – які штучні чи природні перешкоди розповсюдженню радіохвиль, збільшують дальність виявлення повітряних об'єктів, в порівнянні з дальністю виявлення цих об'єктів при їх польоті над земною поверхнею зі складним рельєфом і великою кількістю штучних споруд

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ КАМІКАДЖЕ В СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ І ВІЙНАХ

А.П. Бабич¹, канд. військ. наук, доцент;

Г.М. Тимчук²; Д.С. Папірова¹

*¹ Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

² Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Завдання підсилення вогневого потенціалу артилерії і ракетних військ, в сучасному середовищі збройного протистояння, успішно вирішується ударними дронами камікадзе.

Застосування дронів камікадзе оперативного рівня має не лише вплив військово-технічного, економічного та прямого військового характерів, але й морально-психологічний. Протягом літа-2023 уже відбулися десятки атак дронів по території Росії. Наприклад, тільки у небі над Москвою та областю у період з 21 червня по 23 серпня літаючі об'єкти були зафіксовані аж 14 разів (фактично раз у 4,5 дні. В той же час, спостерігаються значні втрати таких БпЛА по ряду об'єктивних причин.

По – перше, значний час перебування в повітрі над територіями з потужною зональною і об'єктовою системами ППО противника. Наприклад, політ дрону вітчизняного виробництва типу “Бобер ” до Москви, навіть з незначним маневруванням на маршруті і запуском з місць максимально наближених до кордону, складає 8- 10 годин.

По – друге, відносно, великі розміри БпЛА оперативного рівня застосування, формують значну ефективно відбиваючу поверхню, що дозволяє радіоелектронним засобам противника виявляти їх фактично від зльоту і відстежувати до району застосування.

По – третє, необхідність здолання значних відстаней потребує великої кількості палива, що обмежує вагу бойової частини для даного типу БпЛА. За цієї причини, в більшості випадків, навіть, літальні апарати, які долетіли до об'єкту удару, не можуть нанести суттєвого ураження об'єкту.

Потужною зброєю, яка не просто стає дедалі більш поширеною на полях російсько-української війни, але й часто вирішує долю цілих боїв стали дони камікадзе мікро і міні класу. Особливе місце в спектрі таких БпЛА, на сьогоднішній день, займають FPV дрони. В більшості випадків, це БпЛА коптерного

типу, яким керує оператор за допомогою спеціальної гарнітури, орієнтуючись на зображення з вбудованої в апарат камери.

Точний разовий удар FPV дрона в руках навченого пілота може знищити не лише склад чи БК ворога, але і безпосередньо ворожих бійців, бліндаж з офіцерським складом, вогневу точку або й навіть важку техніку, що неодноразово вдавалося нашим операторам.

Але FPV-дрони загрожують не лише нашому противнику. Увесь ВПК ворога наразі інтенсивно працює на війну і сфера дронів – один з найяскравіших прикладів. Пристосувавшись до умов ведення сучасної війни, росіяни швидко зрозуміли роль БПЛА для ведення активних бойових дій. Завдяки практично необмеженому доступу до дешевих компонентів з Китаю, виробництво дронів у РФ зростає надзвичайними темпами.

В той же час, поряд з ефективним їх застосуванням, що, в значній мірі, пов'язано з їх, відносно, низькою вартістю, існує низка недоліків, усунення яких дозволить підвищити ефективність такого засобу. Серед факторів, які негативно впливають на ефективність застосування є: значний час пошуку цілей по наземним орієнтирам, невисока точність ураження об'єктів, ускладненість масового застосування в обмеженому районі із – за складності взаємодії.

АЛГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.М. Звиглянич, канд. техн. наук, снс;

*Ю.М. Агафонов, канд. техн. наук, доцент; А.І. Авілов
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Збільшення бойових можливостей ударних БПЛА вивело їх в основний ряд засобів ураження противника як в оборонних, так і наступальних операціях. Тому актуальність питань, що пов'язані з обґрунтуванням раціональних підходів до планування бойових

дій з використанням ударних безпілотних літальних апаратів, обумовлює необхідність розробки способів оцінки таких дій. У запропонованій імітаційній моделі по суті моделюються два процеси: процес польоту БпЛА та процес виявлення об'єктів ураження противника. Ця модель зв'язує між собою такі параметри, як розміри зони баражування, інтенсивність виявлення цілей, кількість ударних безпілотних літальних апаратів, їх озброєння, швидкість. При варіюванні цими параметрами, з'являється можливість встановлення необхідних залежностей між ними. Це може служити основою вироблення раціональних способів застосування ударних безпілотних літальних апаратів за заданих умов.

Запропонована імітаційна модель може використовуватися в системі підтримки ухвалення рішень при плануванні бойових дій з використанням ударних безпілотних літальних апаратів.

ІННОВАЦІЙНА РАДІОЛОКАЦІЙНА СТАНЦІЯ БПЛА ЯК КЛЮЧ ДО ЕФЕКТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА УРАЖЕННЯ ВОРОЖИХ ЦІЛЕЙ

С.І. Світла; В.В. Жук; Є.П. Онищук

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

Аналіз останніх військових конфліктів показав ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у завоюванні переваги в повітрі та ураження основних засобів озброєння сухопутних військ противника. Збільшення зацікавленості до безпілотних літальних апаратів супроводжується помітною нестачею засобів виявлення. Більшість доступних систем, придатних для інтеграції в БПЛА, базуються на інфрачервоних, фокальних площинних променях, лазерних і ультразвукових дальномірах. Ці системи, як правило, для успішної ідентифікації потребують значної обчислювальної потужності. Тому, впровадження радіолокаційної станції в

поєднанні з іншими пристроями, дозволить підвищити вірогідність виявлення та ідентифікацію ворожих цілей.

Для використання такої РЛС необхідний наземний приймач та пристрій відображення інформації. Бортова частина здійснює обробку сигналів та через канал передачі даних у реальному режимі часу, посиляє інформацію на наземну станцію управління. Під час роботи РЛС приймаються сигнали GPS, котрі допомагають більш якісно формувати радіолокаційну інформацію. Після завершення формування радіолокаційної обстановки, дані передаються оператору наземної станції для обробки і подальшого використання інформації для знищення повітряних цілей різними засобами ураження.

Використання радіолокаційних станцій на базі БПЛА може виявитися вирішальним кроком у підвищенні ефективності їх застосування, що в свою чергу призведе до панування у повітрі.

ТАКСОНОМІЯ ПОВЕДІНКИ ТА ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РОЯМИ БПЛА ДЛЯ ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ТА СПЕЦІАЛЬНИХ МІСІЙ

*О.М. Компанієць, канд. техн. наук
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Стан бойових дій у сучасній війні проти російського агресора зумовив необхідність істотної інтеграції безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для реалізації бойових та спеціальних місій угруповань Збройних Сил України та інших військових формувань. Перспективним напрямом ефективного завдання високоточних ударів у просторі є застосування роїв БПЛА. Гетерогеність БПЛА у роях зумовлює необхідність розширення їхньої колективної поведінки. Така зміна парадигми вимагає всебічного розуміння таксономії поведінки роїв БПЛА, особливо в контексті реалізації бойових і спеціальних завдань. Складний характер цих завдань потребує вдосконалення теоретичних засад

та методичних підходів для ефективного керування й координації роїв БПЛА.

Об'єднання різних типів БПЛА в рої з метою виконання завдання, а саме нанесення просторово-розподілених високоточних ударів створює значні труднощі в їх керуванні та координації. Наявні системи управління на практиці спираються на централізовані або децентралізовані підходи, кожен з яких має власні обмеження. Потреба в розвитку методів управління набуває актуальності й вимагає врахування наявних недоліків у поточних наукових і практичних дослідженнях.

Розроблено ієрархічну модель управління роями БПЛА як багаторівневий набір взаємодіючих підсистем, кожна з яких відповідальна за вирішення певного завдання та має зворотний зв'язок із сенсорною інформацією, необхідною для розв'язання завдань управління відповідного рівня. Ієрархія керування роями БПЛА подана як структура з чотирьох рівнів управління: оперативного, тактичного, інтелектуального та виконавчого.

Сформовано таксономію поведінки рою БПЛА, що дає змогу уявити устрій та класифікувати поведінку рою БПЛА, використовуючи дерево властивостей.

АДАПТИВНА СИСТЕМА РОЗВІДКИ ПОЛЯ БОЮ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Г.Д. Братченко, докт. техн. наук, професор;

В.В. Скачков, докт. техн. наук, професор;

В.В. Чепкий, канд. техн. наук, доцент

Військова академія (м. Одеса)

Повітряна розвідка із застосуванням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в сучасній російсько-українській війні є одним з основних джерел інформації для прийняття рішення і вогневого ураження наземного противника. Розвідувальні можливості БПЛА суттєво знижуються за умов радіоелектронної протидії (РЕП) противника. Підвищення стійкості системи розвідки

БПЛА в умовах РЕП можливе із застосуванням адаптивних систем захисту від радіоперешкод як в наземних пунктах управління, так і на БПЛА, що підтверджується практичним досвідом сучасної війни. Тому синтез та дослідження адаптивної системи розвідки поля бою із застосуванням БПЛА є актуальним науковим та практичним завданням.

В доповіді пропонується на кожному з пунктів управління БПЛА замість звичайних антен використовувати адаптивні антенні решітки (ААР), які при цьому відіграють роль пасивного приймача інформації, а адаптивний процесор обробки прийнятих сигналів і радіоперешкод формує необхідну просторову передаточну характеристику приймального пункту. Наведені результати синтезу структур і алгоритмів управління спеціалізованими адаптивними процесорами «сліпої» обробки в пункті прийому даних з ААР просторово-часових сигналів зображень, які є неперервними та не розділяються за кодом. Визначені особливості адаптивної обробки сигналів подібного класу. Адекватність теоретичних положень підтверджується результатами стохастичного моделювання процесів адаптивної обробки багатовимірних сигналів зображень в умовах радіоелектронної протидії і просторового зближення БПЛА.

ШЛЯХИ ЗАХИСТУ ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД БПЛА РІЗНОГО ТИПУ У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ

О.Ю. Суханов, канд. техн. наук, доцент;

О.А. Хіжнюк; А.О. Савотєєв

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

В сучасній війні набули широкого використання БПЛА коптерного або літакового типу. Адже вони є різноманітні та вільно доступні на відкритих ринках. Також не слід виключати БПЛА 2-го та 3-го класу, які також активно застосовуються.

Таким чином, пілотована авіація відійшла на другий план, адже бойовий літак є високовартісним об'єктом та потребує більш складного технічного обслуговування ніж БПЛА.

Хід російсько-української війни продемонстрував, що ворожі БПЛА атакують не тільки військові об'єкти, а й об'єкти цивільної інфраструктури, наприклад, теплоелектростанції. Також під атаки ворожих БПЛА можуть потрапити місця великого скупчення людей, гідроспоруди та інші об'єкти критичної інфраструктури. Тому на сьогоднішній день питання захисту та протидії у цих випадках залишаються актуальними.

Використання засобів радіоелектронної протидії не завжди ефективно проти БПЛА 2-го та 3-го класу, наприклад таких, як Shahed-136, адже до питання радіоелектронного захисту цих БПЛА противник підійшов досить відповідально. Наприклад, російський навігаційний приймач “Комета” в умовах радіоелектронної протидії має досить невелику похибку у визначенні місця знаходження об'єкту атаки – не більше 5 м.

Таким чином, сьогодні найбільш актуальним є питання створення суцільної системи захисту від БПЛА, в тому числі із застосуванням дронів-камікадзе та систем спостереження різних типів. Така система дозволить створити надійний захист важливих об'єктів цивільної і військової інфраструктури та обмежити отримання ворогом їх координат, адже під впровадженням такої системи розуміється ще і створення безпольотних зон.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВВЕДЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

С.О. Кібіткін¹ канд. техн. наук; О.М. Фіщук¹; А.В. Ковтун²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

²Військова частина А3808

Повітряна розвідка – один із видів військової розвідки. Ведеться частинами розвідувальної авіації, розвідувальними підрозділами авіаційних з'єднань, усіма екіпажами, що виконують бойові завдання, а також безпілотними літальними апаратами (літаки, автоматичні аеростати тощо) з метою одержання даних про противника (об'єктах, силах і засобах, місцевості тощо), необхідних для успішного ведення воєнних дій всіма видами Збройних сил.

Сьогодні, в умовах російсько-української війни виникає необхідність зосередження основних зусиль повітряної розвідки на удосконалення навичок та засобів забезпечення якісною та оперативною інформацією про позиції противника. Саме оперативність отримання інформації надасть можливість оцінити характер дій противника, зібрати інформацію про ворожі позиції, що у результаті приведе до успішного виконання бойового завдання.

Отже, в основу подальшого розвитку повітряної розвідки потрібно покласти вимоги щодо її адаптування до існуючих концепцій застосування збройних сил, застосування сучасних систем, комплексів для якісного збору інформації та кращого виконання бойових завдань. покращення систем радіолокації на основі удосконалених та нових інтегрованих систем розвідки, автоматизованих систем управління військами та зброєю. Не менш важливим є розвиток способів застосування підрозділів радіо і радіотехнічної розвідки в сучасних умовах, а саме створення прихованого поля спостереження за повітряним простором.

ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЧНИХ ПРИЙОМІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПРОТИДІЮЧИХ СИЛ ПРОТИВНИКА

В.В. Шахрай; Д.В. Сніжко

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Безпілотний літальний апарат – різновидність літальних апаратів, управління якими не здійснюється пілотом на борту. Розрізняють безпілотні літальні апарати двох видів: безпілотні дистанційно пілотуємі літальні апарати і безпілотні автоматичні, які програмуються на визначений маршрут польоту. В даний час БпЛА використовуються для виконання розвідувальних і ударних задач. Часто за допомогою БпЛА виконують завдання, що є небезпечним для пілотованої авіації.

Під час збройного протистояння, Збройні Сили України почати активно використовувати безпілотні літальні апарати проти агресора. Це заважало ворогу виконувати наступальні дії, а в деяких випадках змушувало противника відступати.

На сьогоднішній день БпЛАК можна використовувати для виконання завдань розвідки, дорозвідки і вогневого ураження засобів ППО в коридорі прольоту і в районі цілі, ураження одиночних об'єктів, ретрансляції, демонстраційних дій.

Основними способами використання БпЛА є повітряна розвідка а також знищення живої сили, техніки противника шляхом наведення артилерії або використання власного цільового навантаження.

Розробка тактичних прийомів буде залежати, перш за все, від протидіючих сил і засобів противника, ЛТХ застосовуваних БпЛАК, створеної спільної системи управління.

Тому для вдалого використання БпЛАК можна виділити основні тактичні прийоми (обхід зон ураження; політ на вигідних режимах і в доцільних бойових порядках, маневрування проти засобів ППО; використання погодних умов і часу доби для зменшення помітності БпЛА; виконання польотів «парами» різних класів БпЛА; використання різноманітних засобів програмного забезпечення для протидії засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника.

СПОСОБИ ТА ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛАК В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЗБРОЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ

Д.І. Щерба; П.А. Баданін

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

З початку повномасштабного вторгнення окупантів Збройні Сили України почали використовувати БПЛА (безпілотні літальні апарати) в своїй роботі. Наразі Збройні Сили України застосовують БПЛА повсюдно: розвідка, ураження противника, цілевказання та корегування вогню. Однак навіть ці сучасні типи озброєння ще потребують удосконалення функціонування та модернізації. Наш ворог навчається та удосконалює тактику ведення війни. Їх ракети, літаки та БПЛА літають на гранично-низьких висотах, що ускладнює їх виявлення та знищення.

Пропонується розглянути варіант встановлення на БПЛА малогабаритних АФАР (активних фазованих антенних решіток), направлених на земну поверхню. Таке рішення дає змогу вирішити одразу декілька завдань: полегшення виявлення цілей, що летять гранично-низько, відстежування цілі в реальному часі та збільшення точності визначення місцеположення.

В роботі розглядається варіант впровадження в БПЛА АФАР з застосуванням взаємних феритових фазообертачів. Це підвищить швидкість та точність виявлення цілі. Інформацію о цілях, через канал даних буде передаватись до наземних пунктів ППО (протиповітряної оборони), РТВ (радіотехнічні війська) та групи швидкого реагування, що підвищить коефіцієнт збитих повітряних ворожих об'єктів.

**РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ
МЕТОДИКИ ВЕДЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З
ВИЯВЛЕНЬ НЕЗАКОННИХ ЗБРОЙНИХ ФОРМУВАНЬ З
УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

Б.М. Іващук¹, к.т.н., доцент; В.С. Кулинка¹; О.О. Кібіткін²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба;

²Військова частина А0515

Розробка пропозицій щодо удосконалення методики ведення повітряної розвідки з виявлення незаконних збройних формувань з урахуванням досвіду ведення бойових дій є важливим завданням для забезпечення безпеки та стабільності в регіоні. Повітряна розвідка має велике значення для отримання оперативної інформації про рухи та активності ворожих сил, а також для виявлення місця знаходження незаконних збройних формувань та їх стан готовності.

В умовах ведення бойових дій на території України зросла роль повітряної розвідки як ключового компонента ефективного управління наявними засобами по знищенню сил противника. На даний час, для ефективного виконання цих задач використовуються безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) різних класів, які мають різноманітне розвідувальне обладнання.

Для підвищення ефективності ведення повітряної розвідки необхідно використовувати цифрові аерофотознімальні системи високої роздільності й точності для знімання з різних висот та різних швидкостях. Такі цифрові аерофотоапарати мають унікальну в своєму класі продуктивність – вихідне зображення формується зі швидкістю до 200 Мбайт/с. При цьому забезпечується можливість роботи з перекриттям 60–90% у смузї 0,9 висоти польоту при швидкості носія 0 –900 км/год. Використання таких цифрових аерофотознімальних систем дозволить своєчасно виявляти незаконні збройні формування та їх знищувати.

**ВИЗНАЧЕННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ
ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТІВ ВИКОРИСТАННЯ БПАК
ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ, ЩОДО ПОШУКУ
ОБ'ЄКТІВ ПРОТИВНИКА**

*Б.М. Іващук, к.т.н., доцент; В.О. Кухаренко
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Технологічний прогрес, особливо у сфері інформаційних технологій (ІТ), забезпечив швидкий технологічний розвиток і розширення функціональних можливостей. Однак переважна більшість сучасних технологічних систем все ще ставить людину на перше місце як ключову ланку в своєму управлінні. Виключення або мінімізація негативного впливу людського фактору в таких системах, як безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) дозволить більш якісно виконувати поставлені завдання. Льотно-технічні характеристики дронів дозволяють використовувати їх для вирішення широкого кола завдань, наприклад, пов'язаних з пошуком нерухомих і динамічних об'єктів і моніторингом їх стану.

БпАК можуть контролювати ключові об'єкти інфраструктури, контролювати морські акваторії, залізниці, автомобільні, газові та нафтові магістралі, отримувати топографічні та кадастрові фотокарти. Крім того, з метою забезпечення національної безпеки дрони використовуються для повітряної розвідки, хімічної та радіаційної розвідки, цілевказівки, пошуку важливих цілей, терористичних угруповань тощо.

Ці завдання вимагають ретельного планування маршрутів використання БпАК з урахуванням різноманітних факторів, що впливають на них, для формування ефективних та раціональних управлінських рішень. Цього можна досягти шляхом створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (DSPR).

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ПО ВИЯВЛЕННЮ ОБ'ЄКТІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

*Я.В. Логвиненко; Г.Б. Ейдельштейн; О.Г. Галена
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Аналіз можливостей повітряної розвідки щодо виявлення об'єктів сухопутних військ є ключовим для забезпечення стратегічної переваги та ефективного управління військовими операціями. Деякі аспекти аналізу можливостей повітряної розвідки для виявлення об'єктів сухопутних військ включають:

Технології збору інформації: Використання різноманітних супутників, дронів, літаків та інших платформ для збору розвідувальних даних. Розвиток датчиків, оптичних систем, радарів та систем штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних.

Збільшення точності: Використання передових технологій обробки зображень та аналізу даних для підвищення точності виявлення об'єктів сухопутних військ на великих територіях.

Здатність до реального часу: Розвиток систем, які забезпечують миттєву передачу та аналіз даних для оперативної реакції на зміни обстановки на місцях конфлікту.

Інтеграція даних: Здатність об'єднувати дані з різних джерел (наприклад, зі зв'язаної розвідувальної інформації, від супутників та розвідувальних літаків) для створення повної та точної карти обстановки.

Конфіденційність і безпека: Забезпечення захисту зібраних даних від несанкціонованого доступу та збереження конфіденційності даних у разі передачі.

Розвиток штучного інтелекту та аналітики: Використання алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для автоматизованого аналізу даних і виявлення змін у руху військ, структури баз та інфраструктури.

Геопросторовий аналіз: Використання геопросторових технологій для точного визначення місцезнаходження об'єктів та руху військ.

Аналіз цих можливостей в контексті повітряної розвідки надає можливість збирати, аналізувати та використовувати розвідувальні дані для прийняття обґрунтованих стратегічних рішень у воєнних операціях.

МЕТОД МОДЕРНІЗАЦІЇ УДАРНОГО БПЛА З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПОЛІ БОЮ

О.А. Хіжнюк; І.А. Скляр; В.О. Струбчевський

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

Ударні безпілотні літальні апарати стають ключовим елементом сучасної військової стратегії, де важливою частиною є потенційні можливості автоматизації та самостійного прийняття рішень. Одним з перспективних напрямків у розвитку БпАК є впровадження методів модернізації для забезпечення автоматичного керування, зокрема за допомогою інфрачервоного випромінювання ворожої техніки.

Основні виклики, що стоять перед розробниками, полягають у покращенні точності навігації, забезпеченні ефективної реакції на зміни в навколишньому середовищі та вдосконаленні систем виявлення цілей. Методи модернізації повинні враховувати ці фактори для досягнення максимальної ефективності.

Інфрачервоне випромінювання відіграє ключову роль у виявленні об'єктів та цілей. Модернізація систем виявлення на основі датчиків, чутливих до інфрачервоного випромінювання об'єктів, дозволяє збільшити точність визначення цілей, а також забезпечити швидку реакцію на зміни оперативної обстановки.

Впровадження модулів автоматичного керування БпАК передбачає використання високопродуктивних алгоритмів прийняття рішень. Ці алгоритми здатні самостійно аналізувати

інформацію, отриману від інфрачервоних сенсорів, і приймати оптимальні рішення щодо навігації та варіанту атаки ворожої техніки. Методи модернізації ударних БПЛА з впровадженням систем автоматичного керування на основі сенсорів інфрачервоного випромінювання є перспективним напрямком розвитку військової техніки, мета якого - підвищення ефективності використання безпілотних систем у військових операціях та забезпечення переваги у збройних конфліктах.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ АКТИВНОЇ ПРОТИДІЇ ЗАСОБІВ РЕБ ПРОТИВНИКА

А.О. Титаренко; І.М. Тулиця

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба

Досвід російсько-української війни свідчить про активне використання силами оборони безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) 1 та 2 класів. Проте проблемним питанням використання безпілотної авіації на території України є активне протидія противника шляхом застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що може призводити до зриву виконання поставленого завдання. До типових прикладів впливу засобів РЕБ противника на канали керування та телеметрії БпАК відносяться наступні:

- придушення системи управління та зв'язку безпілотного літального апарату;
- GPS-spoofing - підміна координат літального апарату, злітно-посадкової смуги та району інтересу в ході виконання бойового завдання.

В свою чергу, досвід екіпажів БпАК 2 класу по протидії засобам РЕБ противника свідчить про ефективність використання наступних дій:

- перемикання каналів системи супутникової навігації для перевірки впливу РЕБ на безпілотний літальний апарат;
 - перемикання з автоматичного режиму на напівавтоматичний для негайного виходу з під дії систем РЕБ противника;
 - відхід з зони покриття РЕБ маневром горизонтальна вісімка.
- Виконання зазначених вище дій дозволило створити умови для збереження безпілотних літальних апаратів та подальшого виконання поставлених завдань.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ ПРОТИДІЇ БПЛА ПРОТИВНИКА З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

О.П. Мусієнко, канд. техн. наук;

Д.О. Гур'єв; І.М. Тулиця

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

Сучасною тенденцією збройного протистояння в повітряному просторі України є висока динаміка застосування ворогом безпілотних літальних апаратів (БПЛА) 1 класу, основним представником яких в межах тактичного рівня є FPV дрони. Слід зазначити, що використання БПЛА зазначеного типу призводить до ряду проблемних аспектів з позиції забезпечення належної протидії, основні серед яких наступні:

1. Незабезпеченість сил оборони необхідною кількістю засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), в зв'язку з високою інтенсивністю застосування противником БПЛА досліджуваного типу.

2. Технічна невідповідність вітчизняних засобів РЕБ, в зв'язку з використанням противником широкого діапазону частот для організації каналів керування, телеметрії та доставки відеоресурсу.

3. Відсутність універсальних засобів РЕБ для одночасного подавлення як каналів керування та телеметрії, так і передачі відеоресурсу.

Це призводить до суттєвих втрат серед особового складу, озброєння та військової техніки та ускладнює реалізацію тактичних задумів командування.

В зв'язку з чим, актуальним постає питання пошуку нових підходів щодо організації протидії досліджуваному класу БПЛА з позиції підвищення ефективності використання вітчизняних засобів РЕБ.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ІМОВІРНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ТАКТИЧНИХ БПЛА ЛІТАКАМИ-ВИЩУВАЧАМИ В УМОВАХ ВІДБИТТЯ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ російської федерації

*В.Ж. Яценюк к.т.н., доцент; В.М. Онищенко к.т.н., доцент;
В.М. Савченко; Н.О. Фомук
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Досвід використання оперативно-тактичних (ОТ) БПЛА в збройних конфліктах 21 сторіччя підтвердив їх високу ефективність, яка забезпечує перевагу на полі бою. Досвід відбиття збройної агресії російської федерації свідчить, що для України ця зброя в пріоритеті, але в силу протяжності театру ведення бойових дій, ще не змогла в повній мірі змінити становище на полі бою, ми лише робимо кроки з розробки своїх ОТ БПЛА. Швидко зростаючий парк ОТ ударних БПЛА як в Україні, так і в країні агресорі – робить актуальною задачу їх знищення при відбиття агресії російській федерації.

В ході дослідження розглянуто шляхи підвищення імовірності виявлення літаками-винищувачами ОТ БПЛА та відпрацьовано інженерні пропозиції по модернізації існуючого парку БРЛС, для

підвищення імовірності їх виявлення та знищення в бойових умовах.

Оперативно-тактичні БПЛА мають суттєві відмінності у порівнянні із типовими цілями комплексів протиповітряної оборони, що ускладнює організацію протидії за рахунок наступних чинників: малі геометричні розміри та мала ЕПР БПЛА, яка додатково забезпечується використанням в їх конструкції композитних матеріалів. Тому найкращі характеристики щодо виявлення БПЛА мають засоби розвідки із найменшою довжиною хвилі – оптичні засоби розвідки, радіолокаційні станції міліметрового діапазону. Крім того малі геометричні розміри ускладнюють ураження БПЛА ракетами та зенітними боеприпасами із контактним підривом; мала акустична помітність БПЛА, які обладнані електричними двигунами; мале температурне випромінювання двигунів внутрішнього згорання, яке створюється завдяки переривчастому режиму роботи та відводу відпрацьованих газів у верхню напівсферу. Все це ускладнює наведення зенітних ракет з тепловими головками самонаведення. Крім цього БПЛА мають можливість діяти автономно. Робота бортових навігаційних систем забезпечується корекцією за допомогою приймачів систем глобального позиціонування.

Наявність програмованої траєкторії польоту, яка закладається до старту у польотне завдання, має складну форму та постійно змінюється з отриманням досвіду бойового застосування. Визначення маршруту дозволяє організувати вогневе ураження БПЛА на розвіданих маршрутах польоту при їх повторах, створити вогневі зенітні засідки на ділянках де ураження БПЛА найбільш імовірне.

Тактика застосування ОТ БПЛА збройних сил російської федерації передбачає можливість їх масованого застосування для ураження об'єктів військової та цивільної інфраструктури в глибині території України, а велика протяжність фронту та кордону з країною-агресором негативно впливає на насичення системи ППО, тому з урахуванням вищеперерахованих факторів

застосування літаків-випробувачів є досить актуальним, а в деяких випадках єдиним можливим засобом боротьби з ОТ БПЛА противника.

Проведено аналіз характеристик сучасних та перспективних БПЛА з урахуванням бойового досвіду та аналіз методів отримання інформації про ціль за допомогою засобів виявлення літаками-випробувачами. Запропоновані шляхи підвищення імовірності виявлення літаками типу МіГ-29 та СУ-27 ОТ БПЛА в бойових умовах.

Результати досліджень можливо використати при модернізації існуючих та розробці перспективних БРЛС літаків-випробувачів, що дасть можливість більш ефективно застосовувати винищувальну авіацію, де військові засоби ППО не застосовуються, а ЗРК середньої дальності за своїми ТТХ не призначені для їх знищення, в умовах придушення каналів радіозв'язку, наведення та цілевказівки вогневих засобів Повітряних Сил ЗС України в єдиному інформаційному полі ведення бойових дій в умовах відбиття збройної агресії російської федерації.

АНАЛІЗ БАРАЖУЮЧОГО БОЄПРИПАСУ SHAHED-136

*М.М. Дігтярь; В.І. Барабаш; В.В. Олійник; Я.С. Разувалов
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба*

Аналіз характеристик баражуючого боєприпасу Shahed-136 та порівняння системи наведення з сучасними системами наведення БПЛА.

Виробник боєприпасів-ісламська держава Іран розпочала серійне виробництво у 2021 році. Боєприпаси можна транспортувати до позиції застосування різними способами (автомобільним; залізничним та морським), найбільш розповсюджений варіант-автомобільний.

Летить безпілотник на висоті від 60 до 4000 метрів з крейсерською швидкістю ~ 180км/год., що є досить низькою швидкістю для літальних апаратів. В денний час він є візуально спостережуваним. В нічний час виявляти дані БПЛА можливо за характерним звуком роботи двигуна, за умови сприятливих погодних умов (відсутність вітру, низької хмарності). Дрон має дельтоподібне трикутне крило, виготовлене з композитних матеріалів, загальна довжина – 3,5 м, розмах крил – 2,5м; ЕПР складає ~ 8м² що дає змогу їхнього виявляти за допомогою радарів.

Система наведення БПЛА – інерційна. Принцип полягає у тому, що ракета сканує під собою поверхню і порівнює з еталоном. Однією з найпростіших реалізацій буде, наприклад, дані щодо рельєфу - перепади висот, які фіксуються радіовисотоміром ракети Принцип сканування поверхні за системою Tercom.

Висновок: на основі порівняльних характеристик систем наведення БПЛА (крилатих ракет) баражуючи боєприпаси Shahed-136 можна розглядати як об'єкт з простою системою наведення. Застосування даної системи на Shahed-136 призводить до зменшення точності його враження, але знижує його собівартість.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНОГО БПЛА З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

І.М. Тулиця; Д.В. Васекін; І.С. Гавура

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

На сьогоднішній день однією з особливостей театру бойових дій на території України є активне використання як підрозділами сил оборони, так і противником ударних безпілотних літальних

апаратів (БПЛА). Досвід бойових дій свідчить про те, що на окремих напрямках противник використовує більше сотні ударних БПЛА типу «камікадзе» на добу, що значно перевищує кількісні можливості сил оборони. В зв'язку з чим, актуальним постає питання пошуку підходів для підвищення ефективності застосування вітчизняних ударних БПЛА з метою подолання суттєвого кількісного дисбалансу.

Пропонується розробити програмно-апаратний модуль автоматизації процесу виявлення, класифікації та супроводження об'єктів інтересу. Зазначений програмно-апаратний модуль повинен відповідати наступним вимогам: простота алгоритмічної реалізації (низька обчислювальна складність); низькі енергетичні та масогабаритні характеристики; низька собівартість – для можливості масового виготовлення.

Вирішення вищезазначеної задачі пропонується реалізувати наступним чином:

- використання синтезу алгоритмів комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання для організації програмної частини модуля;
- формування апаратної частини модуля на базі платформи Raspberry Pi (телевізійна камера, мікрокомп'ютер).

Це дозволить створити умови для підвищення оперативності виявлення та точності нанесення ударів по об'єктах противника за рахунок автоматизації процесу виявлення, класифікації та супроводження об'єктів інтересу.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

І.М. Тулиця¹; І.О. Дейнеженко²; І.В. Жебровський¹
¹Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. І. Кожедуба;

²Командування Об'єднаних Сил

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне використання противником безпілотних літальних апаратів (БпЛА) типу “камікадзе”. Основним представником БпЛА зазначеного типу є іранський Shahed-136 та його “модифікована” копія Герань-2. Слід зазначити, що масоване використання БпЛА зазначеного типу спрямоване на нанесення ударів по об’єктам критичної інфраструктури та об’єктам військового призначення. Аналіз останніх подій свідчить про проблематику знищення зазначених об’єктів повітряного нападу. Це пов’язано з тим, що зусилля противника спрямовані на постійне вдосконалення як технічної складової зазначених БпЛА, так і способів їх використання. До останніх модернізацій досліджуваного БпЛА відносяться наступні: фарбування БпЛА у чорний колір, оснащення турбореактивним двигуном, удосконалення навігаційної системи шляхом використання GSM модулів, удосконалення бойової частини (термобарична складова) т.і.

Тому актуальним постає питання пошуку нових підходів для виявлення засобів повітряного нападу зазначеного типу та їх подальшого знищення. Враховуючи той факт, що на сьогоднішній день досить активно використовуються БпЛА, оснащені китайським двигуном MD 550, основною особливістю якого є наявність “мопедного ефекту”, пропонується дослідити можливість використання методів спектрального аналізу аудіо сигналу з метою підвищення оперативності виявлення БпЛА дослідженого типу.

СПОСОБИ ВЗАЄМОДІЇ ПІЛОТОВАНОЇ І БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ПРИ ВИКОНАННІ СПІЛЬНИХ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ

А.П. Бабич¹ канд. військ. наук, доцент; О.А. Стацук²
¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба

² Військова частина А1850

Аналіз досвіду спільних бойових дій пілотованої і безпілотної авіації показує, що спільні дії приносять найбільший ефект тільки при чітко організованій взаємодії. Суттєва відмінність в експлуатаційних характеристиках і бойових можливостях сучасних безпілотних і пілотованих літальних апаратів, складне середовище спільного застосування – тривале знаходження в зонах ураження, як засобів ППО противника, так і своїх військ, активна радіоелектронна протидія, породжують проблему організації взаємодії, як важливої умови ефективного виконання спільних бойових завдань. Найбільш поширеним способом взаємодії пілотованої і безпілотної авіації є розподіл зусиль по задачам. Безпілотні літальні апарати зазвичай використовуються для виконання завдань забезпечення дій ударних літаків, які пов'язані з розвідкою, спостереженням, демонстративними і імітаційними діями, а також нанесення вогневого ураження засобам ППО противника в слугі прориву оборони. Пілотована авіація, в більшості випадків, застосовується для завдань, пов'язаних з вогневою підтримкою наступаючих військ (вертольоти і штурмовики), ударами по резервам, які висувуються з оперативної глибини, вогневим позиціям тактичних і оперативно – тактичних ракет (бомбардувальники) прикриття наступаючих військ від ударів з повітря (винищувальна авіація). При включення в спільне авіаційне угруповання пілотованої і безпілотної авіації безпілотних авіаційних комплексів різних класів і категорій, взаємодія організовується по ешелонам. Перший ешелон - безпілотні літальні апарати першого класу, вертолітна і штурмова авіація. Другий ешелон – безпілотні авіаційні комплекси першого класу категорії малі тактичні, винищувальна авіацію. Третій ешелон – БпАК другого класу (оперативно - тактичні), бомбардувальна авіація.

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ
ЗБРОЙНІЙ БОРОТБІ**

НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ФАКУЛЬТЕТУ
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

Тези доповідей

Відповідальний за випуск: Ю.В. Скорий
Комп'ютерна верстка: В.Г. Камишніков, М.В. Кривенков
Комп'ютерний дизайн обкладинки: Ю.В. Скорий, Р.Р. Левченко

Підписано до друку 27.12.2023 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 4,21
Тираж 35 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