

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

**БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ
ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ**

ДРУГА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
інженерно-авіаційного факультету
Харківського національного університету Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

Тези доповідей

5 грудня 2024 року

Харків
2024

Друга науково-практична конференція інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі”: тези доповідей, 5 грудня 2024 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2024. – 192 с.

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

Для наукових та науково-педагогічних працівників, докторантів, ад’юнктів, аспірантів, слухачів, курсантів, студентів, фахівців в галузі розвитку озброєння і військової техніки та безпілотних авіаційних систем.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несуть автори.

Затверджено до друку вченою радою Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, протокол від 23 грудня 2024 року № 14.

© Харківський національний університет
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2024

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова організаційного комітету:

полковник Богдан ІВАЦУК, начальник інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Заступник голови організаційного комітету:

полковник Володимир КРИВОНОС, начальник кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

Члени організаційного комітету:

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

полковник Олексій БАРАНІК, начальник кафедри комплексів авіаційного озброєння інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

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

полковник Вадим КАВ'ЮК, начальник кафедри аеродромно-технічного забезпечення авіації інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

полковник Ігор КОВТОНЮК, начальник кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

полковник Андрій КРАСНОРУЦЬКИЙ, начальник кафедри авіаційного обладнання літаків та вертольотів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

полковник Володимир ЯЩЕНОК, начальник кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

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

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

працівник Збройних Сил України Анатолій БАБИЧ, професор кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

працівник Збройних Сил України Євген УКРАЇНЕЦЬ, 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 Вячеслав ТКАЧОВ, начальник навчально-лабораторного комплексу кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем 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.....	15
НАПРЯМ №1 СПОСОБИ ТА ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БпАК В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЗБРОЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ.....	17
<i>Афанасьєв В.В., Пуужай-Череда С.К.</i> Трансформація тактики застосування безпілотної авіації в концепції багатодомених операцій.....	17
<i>Поляков А.П., Бабич А.П.</i> Концептуальні підходи до сумісного застосування пілотованої і безпілотної авіації в операціях (бойових діях) військ (сил)	18
<i>Малюга В.Г., Кривонос В.М., Дацків О.О.</i> Застосування ударних безпілотних авіаційних комплексів проти повітряних цілей.....	20
<i>Комаров М.В., Науменко М.В., Леонтьєв О.Б.</i> Удосконалений методичний підхід до обґрунтування вибору типів та кількості оперативних та оперативно-тактичних ударних безпілотних літальних апаратів для забезпечення гарантованого виконання бойового завдання	21
<i>Маєренков О.С., Матвійчук С.В., Будник К.В., Бабкін С.М.</i> Математична модель оцінювання ефективності бойового застосування багатофункціональних безпілотних авіаційних комплексів	22
<i>Іващук Б.М., Ковальчук О.С.</i> Пропозиції щодо підвищення оперативності знищення наземних цілей за даними повітряної розвідки.....	23
<i>Звиглянич С.М., Агафонов Ю.М., Грічанюк О.М., Авілов А.І.</i> Планування застосування ударних безпілотних літальних апаратів на основі комплексу математичних моделей.....	24
<i>Печененко О.М., Блискун О.Є., Герасименко В.В., Мартинюк О.Р., Ярошенко Я.В.</i> Застосування БпЛА у системі винищувально-авіаційного прикриття під час виконання завдань протиповітряної оборони.....	25
<i>Богдан М.М., Капустюк К.І., Гаценко С.С.</i> Використання безпілотних літальних апаратів в інтересах ведення радіоелектронної розвідки.....	27
<i>Солошенко Ю.В.</i> Аналіз впливу БпЛА на сучасну збройну боротьбу.....	28
<i>Тутиця І.М., Дейнеженко І.О., Бугайов С.А., Штанько В.А.</i> Дослідження можливих способів підвищення ефективності	29

застосування безпілотних авіаційних систем з врахуванням досвіду бойових дій	
<i>Петренко М.С., Фесик О.А., Василяйко І.І.</i> Ведення радіоелектронної розвідки за допомогою безпілотних літальних апаратів	30
<i>Банашико П.А., Григорчук В.А.</i> Ефективність застосування безпілотних авіаційних комплексів з штучним інтелектом	31
<i>Меришук П.С., Жук М.В., Сорочкін О.М.</i> Шляхи зменшення промахів керованих авіаційних засобів ураження по повітряним цілям типу SHANED	32
<i>Дзюба П.М., Бурбела С.В.</i> Безпілотні літальні апарати як сучасний інструмент забезпечення безпеки державного кордону України	33
<i>Петров В.М., Кудрявцев А.Ф., Марченко О.М.</i> Погляди на способи та тактичні прийоми групового застосування БпЛА ПС ЗС України	34
<i>Бельфер М.В., Круць О.А.</i> Подолання систем протиповітряної оборони безпілотними літальними апаратами	35
<i>Воронін А.В., Скаражонак М.М.</i> Шляхи підвищення ефективності БпЛА на полі бою.....	36
<i>Андрухов С.М.</i> Сучасні вимоги до безпілотного авіаційного комплексу розвідки та підсвічування цілей для стрільби керованими артилерійськими снарядами	37
<i>Кушнір О.М., Чуканов А.І.</i> Взаємодія Державної прикордонної служби та Збройних Сил України у сфері застосування безпілотних авіаційних комплексів для охорони державного кордону	38
<i>Бабич А.П., Байба А.Л.</i> Проблеми боротьби з безпілотними літальними апаратами поля бою і шляхи їх вирішення	40
<i>Макух Д.Д.</i> Застосування дистанційно пілотованих повітряних суден під час проведення інформаційно-психологічних операцій.....	41
<i>Бабич А.П., Вербицька К.В.</i> Методичні підходи до розрахунку ефективності ураження кораблів противника у відкритому морі змішаними тактичними групами пілотованої і безпілотної авіації.....	42
<i>Семенов А.В.</i> Тактика, доцільність використання та перспективи розвитку різних типів БпЛА	44
<i>Бабич А.П., Калачов Н.В.</i> Форми і способи бойових дій змішаних авіаційних угруповань пілотованої і безпілотної авіації	45
<i>Корнієнко А.П., Скорий Ю.В., Лященко Р.В.</i> Переваги і недоліки застосування FPV-дронів з оптоволоконним каналом зв'язку	47
<i>Щенякін Д.О.</i> Перспективи підсвічування цілей за допомогою БпЛА ...	49
<i>Момот М.М., Сісайло Г.П., Тригуб К.Б.</i> Оцінка ефективності бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів на основі математичного моделювання.....	50
<i>Ганжа С.О., Голомбьовський Д.В.</i> Щодо застосування безпілотних літальних апаратів в інтересах радіоелектронної розвідки.....	51

<i>Дігтярь М.М., Разувалов Я.С., Гринчук Т.С., Кольцова О.Р.</i> Способи протидії артилерії та мінометів ворога за допомогою БПЛА	52
<i>Іценко Д.А., Стрінада В.В.</i> Обґрунтування показника радіоелектронного прикриття об'єкту-цілі доцільного для визначення способів застосування безпілотного авіаційного комплексу тактичного класу ...	53
<i>Круж Б.М., Кадук С.О., Сапельников О.О., Максимов М.О.</i> Типові сценарії ройового застосування безпілотних літальних апаратів	54
<i>Компанієць О.М.</i> Методичний підхід адаптивного управління та координації децентралізованих роїв БПЛА у динамічних бойових умовах	55
<i>Малишок К.О., Гнусенко О.А., Олійник В.В.</i> Способи збільшення ефективності ураження ударних дронів-камікадзе	56
<i>Грідін В.І.</i> Аналіз застосування сучасних засобів повітряної загальної радіотехнічної розвідки на безпілотній авіації	57
<i>Куповець О.С., Паршиков В.В., Металіді О.Г.</i> Застосування безпілотних авіаційних апаратів з керуванням по оптоволоконному каналу	58
<i>Торчилов О.О., Колодяжний О.І., Федюк С.В.</i> Можливі перспективні шляхи підвищення бойового застосування БПЛА в умовах сучасного збройного протистояння	59
<i>Даценко А.В., Неживий Є.Г., Якушевський С.О.</i> "WORD'S FIRST DRONE WAR": проблематика, аналіз, перспективи	60
<i>Кібіткін С.О.</i> Застосування FPV-дронів з оптоволоконним каналом зв'язку	61
<i>Нероба В.Р., Щерблюк В.А.</i> Безпілотні авіаційні комплекси в системі охорони державного кордону	62
<i>Гарнець Д.П., Камшиніков В.Г., Кухаренко В.О.</i> Підвищення ефективності планування маршрутів безпілотних авіаційних комплексів при виконанні завдань щодо пошуку об'єктів противника	63
<i>Винту А.О., Башиїнський А.Л.</i> Можливості використання безпілотних повітряних суден типу тетрокоптер для охорони кордону	64
<i>Марченко Д.А., Сорочкіна О.О.</i> Роль БПЛА у сучасній війні: досвід україно-російського конфлікту	66
<i>Головатий Ю.М., Попов В.О.</i> Застосування авіаційних осколкових бомб калібру 1кг з БПЛА 1 класу	67
<i>Кулик М.М., Хижняк А.С., Бабський А.М., Півень Д.А.</i> Особливості застосування боеприпасів малих калібрів з БПЛА	68
<i>Бабич А.П., Богун Н.А.</i> Вибір способів повітряної розвідки безпілотними авіаційними комплексами в залежності від обстановки, що склалася, або прогнозується	69
<i>Сорочкін М.О., Матвеев Є.В.</i> Використання рою дронів у військових операціях: переваги та загрози	70

<i>Рубальський П.С., Макаренко С.Л., Поджур О.Р., Ткаченко В.Ю. Застосування лідарних систем при веденні повітряної розвідки</i>	71
<i>Баранік О.М., Павліченко А.А. Аналіз засобів ураження, які використовуються з безпілотних літальних апаратів першого класу</i>	72
<i>Арзуханов А.Р., Семенюк А.В. STEALTH-БпЛА ACE ONE: новий стандарт сучасної війни</i>	73
<i>Мазурок Д.А., Чигрін В.О., Колеснік В.М. Способи та тактичні прийоми бойового застосування БпЛА в умовах сучасного збройного протистояння</i>	74
<i>Поліщук Д.М., Попов В.О. Баражуючий боєприпас “Ланцет”: особливості застосування та протидії в умовах сучасної війни</i>	75
<i>Головка Д.В., Пиль К.В. Інноваційні методи нейтралізації ворожих розвідувальних БпЛА в сучасних умовах війни</i>	76
<i>Ківишар О.А., Резніков С.В., Терещенко О.П. Особливості використання квадрокоптера у бойових діях</i>	77
<i>Иценко О.В., Рижков Ю.М. Результати аналізу БпЛА щодо сумісного застосування з підрозділами артилерії</i>	78
<i>Карлов К.С., Георгієв Ю.В. Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі</i>	79
<i>Коробецький О.В., Карлов Д.В., Петров В.М., Костенко І.Л. Особливості застосування станцій активних перешкод на безпілотних літальних апаратах</i>	80
<i>Кравець Т.М., Пацетник В.І. Сучасні підходи до використання та протидії FPV-дронам противника</i>	81
<i>Джаназян В.В. Тенденції впливу FPV на оптоволокні на сучасному полі боя</i>	82
<i>Матвієнко А.М., Калина О.О. Ударні безпілотні літальні апарати</i>	83
<i>Кондратенко В.В., Сніжко Д.В. Роль БпЛА в забезпеченні розвідувальної інформації та бойового застосування</i>	84
<i>Крепко С.С., Грідіна В.В., Акименко К.В. Виконання бойових завдань підрозділами безпілотних авіаційних комплексів різного функціонального призначення з врахуванням досвіду бойових дій</i>	85
<i>Бабич А.П., Стащак О.А. Змішані авіаційні угруповання: історія і сучасність</i>	86
<i>Балабуха О.С., Бородавка В.А., Качуровський Г.М., Максимов М.О., Пилипець М.О. Перспективи розвитку безпілотних авіаційних комплексів, як засобів прикриття об’єктів критичної інфраструктури ...</i>	88
<i>Бабич А.П., Корнигіна К.Б. Проблеми застосування безпілотних авіаційних систем одноразової дії оперативного рівня і можливі шляхи їх вирішення</i>	89

<i>Березанський В.Г., Березанський О.Г., Сосулін М.В.</i> Шляхи підвищення ефективності ураження БпЛА типу Герань-2 осколковою дією	90
<i>Білий М.Ф., Духновський В.В., Ватащук О.В.</i> Аналіз чинників, що впливають на виконання бойового завдання безпілотних авіаційних систем	91
<i>Чучвага Д.С., Сітало І.Р., Матвеев Є.В.</i> Використання БпЛА в сучасному озброєнні: досвід україно-російського конфлікту	92
<i>Стещенко П.М., Туциця І.М., Дроль О.Ю.</i> Дослідження способів протидії розвідувально-ударним комплексам противника з врахуванням досвіду бойових дій	93
<i>Туциця І.М., Василенко Р.В., Паращенко Т.В.</i> Трансформація способів застосування безпілотних авіаційних систем в умовах активної протидії засобів РЕБ противника	94
<i>Шейгас О.К., Єлісєєв Є.С., Степанко О.С.</i> Аеростати загородження як засіб боротьби з ворожими БпЛАК	95
<i>Волков Ю.П., Туциця І.М., Гаєвур І.С.</i> Розробка моделі розпізнавання та класифікації об'єктів повітряної розвідки	96
НАПРЯМ №2 ДОСВІД ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛАК ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ АКТИВНОЇ ПРОТИДІЇ ПРОТИВНИКА.....	98
<i>Спіркін Є.В., Українець Є.О., Мироненко К.К.</i> Модульні програмні комплекси для визначення основних аеродинамічних та льотних характеристик БпЛА	98
<i>Єрлікін А.Г., Бердочник Д.В., Смик С.І., Марченко О.М.</i> Концептуальні підходи розробки методики відбору безпілотних авіаційних комплексів для Сил оборони України	99
<i>Шабатура Ю.В., Літневський Ю.С., Бородавченко В.В.</i> Модернізація антенних систем БпЛА типу DJI MAVIC для виконання задач артилерійської розвідки	100
<i>Хлоп'ячий В.А., Гальона А.О., Шкабура А.Г., Поталан І.С.</i> Проблема надійності БпЛА в зоні бойових дій та шляхи її вирішення	101
<i>Гомулько В.В., Тиховод О.І.</i> Аналіз швидкості ремонту безпілотних авіаційних комплексів при використанні адитивних технологій	102
<i>Кочук С.Б., Акименко К.А.</i> Бортове обладнання сучасних БпЛА	103
<i>Сорочкін О.М., Хижняк А.С., Даценко А.В., Шеремет М.О.</i> Аналіз світового ринку БпЛА, призначених для ураження наземних та повітряних цілей: досвід російсько-української війни	104
<i>Кравець Т.М.</i> Точне позиціонування за допомогою дронів: інструменти і практичні аспекти	106

<i>Клімішен О.О., Красноруцький А.О. Реалізація концепції “мультизору” за допомогою БпЛА</i>	107
<i>Галєна О.Г., Слюсарєв М.Ф. Пропозиції щодо автоматизації обробки розвідувальних даних з БпЛА за допомогою нейронних мереж</i>	108
<i>Бабич А.П., Ляценко Р.В. Безпілотні паливозаправники як елемент змішаного авіаційного угруповання</i>	109
<i>Жєбровський І.В. Розробка пропозицій щодо створення моделі виявлення повітряних цілей противника з використанням сучасних технологій комп’ютерного зору</i>	111
<i>Логвиненко Я.В., Шелєст Я.В. Дослідження існуючих технологій комп’ютерного зору для підвищення ефективності обробки цифрових зображень</i>	112
<i>Коростильов Г.Л., Черєдніченко О.Р., Отрашевський В.В. Сучасні напрямки розвитку засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів підрозділів БпЛА</i>	113
<i>Лиходєєв О.С., Сігаїло І.Г., Сігаїло Г.П. Аналіз засобів та методів запобігання зіткнення для безпілотних літальних апаратів легкого класу</i>	114
<i>Луцьок М.А., Скрипка А.О. Перспективи розміщення засобів радіоелектронної розвідки на базі БпЛА</i>	115
<i>Чернець В.С., Кондрєнко І.П. Перспектива розвитку штучного інтелекту в безпілотних авіаційних апаратах</i>	116
<i>Сєреда В.А., Галєна О.Г., Ейдєльштейн Г.Б. Дослідження способів підвищення оперативності обробки даних повітряної розвідки за допомогою геоінформаційних систем</i>	117
<i>Сорочук В.А., Ейдєльштейн Г.Б. Розробка рекомендацій щодо підвищення оперативності обробки даних повітряної розвідки з урахуванням досвіду відбиття широкомасштабної агресії</i>	118
<i>Мєльник А.П., Супрун В.О. Шляхи забезпечення автономності польоту БпЛА розвідки та корегування вогню артилерії за відсутності сигналів супутникової навігації</i>	119
<i>Коростильов Г.Л., Отрашевський В.В., Черєдніченко О.Р. Шляхи модернізації технічних параметрів змінного і постійного струму в умовах сучасних викликів</i>	120
<i>Савчук Д.В. Рекомендації щодо розвитку військових безпілотних авіаційних комплексів</i>	121
<i>Авілов А.І., Грічанюк О.М., Капашин М.С. Розвиток безпілотних літальних апаратів як ефективного засобу протидії радіоелектронній боротьбі</i>	122
<i>Хіжєнюк О.А., Лиман К.В., Духняк Х.О. Корельована зв’язка двох БпЛА типу “крило” з децентралізованою системою керування</i>	123

<i>Сіваков В.С.</i> Розробка моделі виявлення та супроводження рухомих наземних цілей з використанням технологій комп'ютерного зору	124
<i>Воронін А.В., Гірний В.К.</i> Напрямки удосконалення безпілотних літальних апаратів	125
<i>Павліченко С.Р., Сосулін М.В.</i> Інтеграція систем прицілювання та наведення ракети STORM SHADOW для безпілотних літальних апаратів збільшеної дальності дії	126
<i>Кочук С.Б., Мартиненко А.В.</i> Діагностика двигунів БПЛА	127
<i>Андерсон Г.Г.</i> Основні методи та способи захисту дронів від впливу засобів РЕБ	128
<i>Найда Т.Ю., Яцків Р.О., Цемма О.В.</i> Електричні перетворювачі на безпілотних літальних апаратах в умовах бойових дій	129
<i>Лищенко Ю.Ю., Попов В.О.</i> Створення захищеної мережі керування БПЛА у російсько-українській війні	130
<i>Гнезділов М.В.</i> Дослідження шляхів модернізації системи енергозабезпечення безпілотних літальних апаратів	131
<i>Омельчук І.О.</i> Дослідження способів оптимізації методів швидкої обробки та автоматичного дешифрування аерокосмічних матеріалів ...	132
<i>Бричинський О.В., Голушко С.Л.</i> Виконання інженерних заходів щодо підвищення живучості та безпеки військ і об'єктів від ураження БПЛА противника	133
<i>Мякота В.О., Міхно М.Г.</i> Обмеження вантажопідйомності БПЛА в умовах бойового застосування	134
<i>Петрухан Д.А., Терещенко М.М.</i> Використання 3D друку для виготовлення та ремонту еластичних комплектуючих безпілотних авіаційних комплексів	135
<i>Ретенко Є.О., Березанський В.Г.</i> Криптографічний захист сигналу БПЛА від РЕБ	136
<i>Semenov M.S.</i> Increasing the secrecy of the first-class radio communication channel	137
<i>Суханов О.Ю., Митчик О.О., Гонцій Т.В.</i> Протидія впливу засобів радіоелектронної боротьби на безпілотні літальні апарати	137
<i>Токарчук К.О., Цемма О.В.</i> Обладнання сучасних БПЛА	139
<i>Varsukov O.M., Sokolova D.O., Kudryashova V.O.</i> Analysis of ways of improving the on-board air target detection system	140
<i>Кальмуцький С.В., Бобрівник Д.І., Бовкун А.Р.</i> Пропозиції щодо модернізації паливної системи ВАУРАКТАР ТВ2 для підвищення надійності в бойових умовах	141
<i>Родюк Є.А., Ковальчук О.С., Ромашов Р.А.</i> Пропозиції щодо застосування акумуляторних батарей на БПЛА	142
<i>Онищенко В.М., Яценюк В.Ж., Дерев'яно А.О.</i> Оцінка динамічних характеристик та рівня вібрації БПЛА в процесі експлуатації	143

<i>Зенович О.Є., Колесник О.С., Грицюк А.Д. Забезпечення безперервної навігації розвідувального БпЛА в умовах нестабільності електропостачання</i>	144
<i>Чесна А.С., Погорелова В.В. Зменшення інфрачервоного випромінювання на БпЛА ВАУРАКТАР ТВ 2</i>	145
<i>Георгієв Ю.В., Стеблюк І.І. Комутаційна апаратура безпілотної авіації в умовах бойових дій</i>	145
<i>Древенчук Р.В., Вишинівський Я.О., Шоріс Д.О., Надолішна С.М. Системи електропостачання безпілотної авіації в умовах бойових дій</i>	146
<i>Каратєєв С.М., Потапов О.І., Дух С.О. Аналіз проблематики застосування БпЛА в умовах функціонування антидронових засобів ...</i>	147
<i>Красноруцький А.О., Васєкін Д.В., Курман О.А. Забезпечення безперервної навігації розвідувального БпЛА в умовах блокування GPS-сигналу</i>	149
<i>Корепанов В.В., Козлова А.С. Шляхи покращення точності вимірювання висоти радіовисотоміром малих висот на безпілотному літальному апараті</i>	150
<i>Шелудько М.М., Колесник Є.В. Вплив пошкодження повітряного гвинта на льотні характеристики БпЛА</i>	151
<i>Жук В.В., Десяренко Р.Р., Цюрак З.Б. Використання радіолокаційних систем на платформі БпЛА для виявлення повітряних цілей</i>	152
<i>Крепко Є.Є., Шевченко С.О. Напрямки підвищення оперативності та якості льотних випробувань БпЛА</i>	153
<i>Мостовий А.В., Ткачов В.І. Удосконалення стабілізаторів засобів ураження, які скидаються з мультикоптерів</i>	154
<i>Джежулей О.В., Семенюк Р.В., Дегодюк Б.В. Рекомендації щодо порядку підготовки вихідних даних для оцінювання ефективності застосування роботизованих комплексів (систем) повітряного базування у відповідності до цільового призначення</i>	155
<i>Захаров В.А., Копілов А.О., Фесенко О.В. Аналіз ефективності застосування засобів РЕБ для протидії безпілотним літальним апаратам</i>	156
<i>Георгієв Ю.В., Фот Н.В., Голишев М.О. Вдосконалення захисного освітлення для безпілотних літальних апаратів</i>	157
<i>Шендрік В.І., Тамбовцев А.П., Десяренко С.О., Солдатенко А.О. Аналіз можливостей протидії БпЛА засобами РЕБ</i>	159
<i>Корепанов В.В., Крива Т.А. Використання радіонавігаційної системи VOR у безпілотних літальних апаратах</i>	160
<i>Козир А.В., Васіляді М.О., Георгієв Ю.В. Удосконалення електродвигуна на БпЛА</i>	161

<i>Кадук С.О., Білозьоров О.С., Нос І.А.</i> Використання аеростатів для моніторингу місцевості та ретрансляції сигналів управління безпілотним літальним апаратам	162
<i>Георгієв Ю.В., Нестерова Д.В., Миرونюк Ю.О.</i> Сучасна діагностика акумуляторних батарей БПЛА	163
<i>Дігтярь М.М., Андрощук М.В., Бабич О.С.</i> Метод використання штучного інтелекту для формування рою дронів	164
<i>Чечуй О.В., Котик Т.О.</i> Удосконалена модель побудови топології мереж радіозв'язку УКХ діапазону з використанням БПАС для підвищення її розвідзахищеності	165
<i>Зенович О.Є., Юрчук С.С., Самусь А.М.</i> Структура системи електропостачання розвідувального БПЛА літакового типу	166
<i>Туция І.М.</i> Спосіб підвищення завадостійкості даних в інфокомунікаційних системах безпілотних літальних апаратів	167
<i>Фтемов Ю.О., Мельник Р.М.</i> Роль безпілотних систем та інноваційних технологій в інженерній розвідці водних перешкод	168
<i>Щерба А.А.</i> Комп'ютерний зір та обробка зображень у БПЛА	169
<i>Леценко Я.Ю., Беліцов А.О., Камишин В.О.</i> Використання магнітометру як спосіб удосконалення системи навігації безпілотних літальних апаратів в умовах радіоелектронної боротьби	170
<i>Кубрак В.Г., Воронов Д.М., Щербак О.В.</i> Підвищення дальності організації радіозв'язку літаків тактичної авіації за рахунок використання безпілотних ретрансляторів	171
<i>Древенчук Р.В., Мельник В.П., Матвєєва В.С., Суханов Ю.В.</i> Удосконалення протиблєдєнїльної системи розвідувальних БПЛА літакового типу для підвищення надїйності польотів у складних погодних умовах	172
<i>Попов В.О.</i> Використання машинного навчання на об'єктах типу БПЛА під час застосування у російсько-українській війні	173
<i>Синюк М.А., Медвідь А.В., Георгієв Ю.В.</i> Дослідження методів діагностування системи електропостачання постійного струму безпілотного авіаційного комплексу	174
<i>Бойко М.М.</i> Дослідження шляхів підвищенням завадозахищеності каналу радіозв'язку в умовах впливу комплексів радіоелектронної боротьби	175
<i>Розозін І.В., Родюков А.О., Пічугін І.М.</i> Методика вибору передпускового підігрівача двигуна безпілотного літального апарату...	176
НАПРЯМ №3 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК З УРАХУВАННЯМ СТАНДАРТІВ НАТО.....	178
<i>Кривонос В.М., Тимчук Г.М.</i> Вдосконалення процесу підготовки зовнішніх екіпажів безпілотних авіаційних комплексів з урахуванням досвіду відбиття широкомасштабної агресії	178

<i>Паньків А.О., Сенів О.С. Формування системи підготовки екіпажів БпАК з урахуванням стандартів НАТО</i>	179
<i>Карлов Д.В., Сафарова Г.М., Білявський Б.А. Взаємодія екіпажів безпілотних авіаційних комплексів під час виконання бойових завдань</i>	180
<i>Борозняк С.С. Система підготовки екіпажів БпАК за стандартами НАТО</i>	181
<i>Ревко Б.В., Сосулін М.В. Використання технологій підготовки операторів БпЛА країн НАТО в Україні</i>	181
<i>Мирончук Ю.А., Стрінада В.В. Відбір особового складу до підрозділів ударних БпАК</i>	182
<i>П'янтківський А.П. Особливості формування системи підготовки екіпажів БпАК Збройних Сил України згідно стандартів НАТО</i>	183
<i>Бабич А.П., Бабич А.А., Кривонос В.М. Безпілотна авіація в системі правового моніторингу поля бою</i>	184
<i>Лисенко А.С., Ганенко А.В., Адаменко М.В. Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі</i>	186
<i>Варваров В.В., Грінівецька О.О., Туленко І.М., Семко Р.М. Впровадження системи підготовки екіпажів БпАК за стандартами НАТО</i>	187
<i>Бабич А.П., Корнійчук О.В. Рекомендації щодо керування безпілотними літальними апаратами 2-го класу в умовах складної радіоелектронної обстановки</i>	189
<i>Смик Р.С., Кудрявцев А.Ф., Мартиненко П.М., Гурін О.П. Аналіз нормативно-правових документів з питань застосування безпілотних авіаційних систем (комплексів)</i>	190
<i>Василенко Е.К., Георгієв Ю.В. Формування системи підготовки екіпажів БпАК з урахуванням стандартів НАТО</i>	191

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

Шановні учасники конференції!

Вже майже три роки Збройні Сили України та інші складові сил безпеки та оборони, а також весь український народ ведуть криваву і виснажливу війну проти російських агресорів за свободу, незалежність та саме існування української держави і нації.

Ворог щоденно штурмує позиції наших військ у Запорізькій і Херсонській областях, на Харківщині та на Донбасі. Так само ворог намагається зламати волю до опору нашого народу, розгорнувши ракетно-авіаційний терор проти цивільного населення, нашої економіки, критичної інфраструктури, системи життєзабезпечення. Але воїни Сил оборони України достойно стримують натиск ворога, завдаючи шалених втрат агресору та відбиваючи численні ракетно-дронові удари по території країни.

Проте війна триває, перейшовши у фазу війни на виснаження. І якщо на своєму початку вона мала всі ознаки класичної артилерійської війни, то у подальшому стрімко перетворилась у війну безпілотних систем. Особливо це стосується безпілотних авіаційних систем, адже широке застосування безпілотних літальних апаратів та безпілотних авіаційних комплексів в ході ведення бойових дій стало однією з особливостей сучасного етапу російсько-української війни.

Безпілотна авіація перейшла на новий рівень, як в питаннях технічної складової та її застосування для виконання бойових завдань, так і як нова військова організаційна структура, адже в Україні вже створені Сили безпілотних систем.

Широке використання безпілотної авіації значною мірою розширило бойові можливості щодо ураження цілей в різних умовах бойової обстановки, в тому числі у глибокому тилу противника, підвищило ефективність застосування подекуди

зменшуючи його собівартість, надало можливість знищувати новітні, добре захищені зразки озброєння, в тому числі повітряні цілі, вести аеророзвідку та вирішувати комплексні завдання зі зміною цілей та пріоритетів.

Тому сьогодні ми проводимо вже Другу 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, забезпечення та підготовки авіаційного персоналу для безпілотних авіаційних систем, а також вирішення проблемних питань, що виникають при застосуванні безпілотних авіаційних систем Силами оборони України в сучасних умовах ведення бойових дій.

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

способи та тактичні прийоми бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів в умовах сучасного збройного протистояння;

досвід інженерно-авіаційного забезпечення застосування безпілотних авіаційних комплексів та шляхи підвищення ефективності експлуатації безпілотних літальних апаратів в умовах активної протидії противнику;

формування системи підготовки екіпажів безпілотних авіаційних комплексів та систем 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 і наблизять день остаточного розгрому ворога.

Разом до перемоги! Слава Україні та її Збройним Силам!

НАПРЯМ №1
СПОСОБИ ТА ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ БОЙОВОГО
ЗАСТОСУВАННЯ БпАК В УМОВАХ СУЧАСНОГО
ЗБРОЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ
БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В КОНЦЕПЦІЇ
БАГАТОДОМЕННИХ ОПЕРАЦІЙ

В.В. Афанасьєв, к.т.н., доц.; С.К. Пужай-Череда
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба

Особливими рисами сучасних збройних конфліктів та їх ведення майбутньому є одночасне ведення бойових дій, операцій у різних просторах: на суші, на морі, у повітряному і космічному просторах, а також у інформаційному просторі. Аналіз досвіду розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ), тактики її застосування за період воєнної агресії російської федерації проти України свідчить про посилену увагу до безпілотної авіації. Вона перейшла на новий рівень, як в питаннях технічної складової та її застосування для виконання комплексу задач в інтересах сил оборони (СО) України, так і як нова військова організаційна структура Сили безпілотних систем.

Такий підхід не обмежив функціонування структур безпілотних систем у різних видах Збройних Сил України, а обумовив нові виклики щодо пошуку нових підходів для розвитку спроможностей СО України на основі застосування безпілотних систем. Особливою рисою безпілотних авіаційних систем є виконання завдань з використанням безпілотних авіаційних комплексів у тривимірному просторі в умовах постійної зміни обстановки та певної невизначеності системи факторів, які впливають на ефективність їх застосування.

Інтеграція безпілотної авіації з іншими складовими СО України в єдиному інформаційному просторі обумовила зміни в тактиці застосування безпілотних авіаційних комплексів за

напрямок виконання завдань, які покладались раніше виключно на тактичну авіацію. Безпілотна авіація стала невід'ємною складовою авіаційної компоненти в повітряному домені операцій.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЛОТОВАНОЇ І БЕЗПІЛотноЇ АВІАЦІЇ В ОПЕРАЦІЯХ (БОЙОВИХ ДІЯХ) ВІЙСЬК (СИЛ)

А.П. Поляков¹, д.т.н., проф.; А.П. Бабич², к.військ.н., доц.

¹Вінницький національний технічний університет;

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

Застосування авіації у збройних конфліктах і війнах кінця ХХ-го початку ХХІ-го століть вказує на суттєвий технологічний прорив, який пов'язують з появою безпілотних авіаційних систем різних класів і категорій, спектр завдань яких постійно розширюється, що дозволяє прогнозувати можливість заміни пілотованих літаків більш ефективними за критерієм “витрати-результат” безпілотними літальними апаратами.

Незаперечливими перевагами безпілотників над пілотованими літаками є: віддаленість операторів управління від районів бойових дій, можливість автономного рішення певного комплексу завдань без втручання людини, відносна дешевизна.

В той же час, як показує досвід російсько-української війни, втрати операторів БпЛА на землі, особливо операторів БпАК першого класу, перевищують втрати льотних екіпажів, а значний прошарок безпілотників, зокрема квадрокоптери типу FPV дрони, не можуть автономно вирішувати завдання, якщо втратили зв'язок з оператором, а виробництво безпілотників з штучним інтелектом, які можуть самостійно приймати рішення щодо ураження об'єкту, визначається багатьма країнами як глобальна небезпека.

Поряд з тенденцією максимального зменшення вартості БпЛА, також відомі високовартісні проекти стратегічних

ударних і розвідувальних БпАК. Саме такий, більш глибокий, аналіз переваг, які декларуються прихильниками безпілотного майбутнього авіації, дозволяють впевнитися в правильності тверджень про те, що машина не може належним чином замінити здатність приймати рішення, інтуїцію чи сприйняття пілота і, що пілотована авіація і надалі залишатиметься важливою зброєю набуття і розвитку переваги в ході збройного протистояння. Це підтверджується і багатомільярдними витратами розвинутих країн світу на розробку саме пілотованих бойових літаків 6-го покоління.

На сьогоднішній день, коли застосування авіації визначається як вирішальна умова успіху будь-якої операції чи бойових дій, підходи більшості відомих воєнних експертів часто полягають не стільки в тому, як обрати одну переможну систему, скільки в тому, як об'єднати такі речі, як пілотовані літаки і безпілотні авіаційні системи та боєприпаси до них, в єдину силу, яка буде значно більшою, ніж сума сил (можливостей) окремих складових. Перспективність ідеї змішаних авіаційних формувань, що дозволить раціонально використовувати бойові можливості складових залежно від ситуації, викликала цілий ряд наукових досліджень. Відомо декілька концепцій сумісного застосування пілотованої і безпілотної авіації, які в таких країнах як США, Великобританія, Швеція, Китай набули статусу національних програм. Базовою методологією більшості концепцій є штучний інтелект, який дозволяє управляти діями змішаних тактичних авіаційних груп без залученням людини, якщо ведучими в таких формуваннях є безпілотні літальні апарати, і з мінімальним втручанням льотчика, якщо ведучими є пілотовані апарати. В той же час рішення проблеми формування і узгодження дій змішаних авіаційних угруповань оперативного рівня в операціях (бойових діях) військ (сил), визначення структури і структурних елементів таких угруповань, розподіл завдань, оперативна побудова угруповання в ході виконання бойових завдань, у відомих авторам дослідженнях, розглянуто не в повній мірі. Тому, саме дослідження концептуальних підходів формування і

застосування змішаних авіаційних угруповань пілотованої і безпілотної авіації оперативного рівня, є важливим і актуальним напрямом розвитку військової науки.

ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

В.Г. Малюга¹ д.військ.н., с.н.с.; В.М. Кривонос¹, к.т.н.;

О.О. Дацків²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А0449*

Сучасні збройні конфлікти демонструють швидкий розвиток технологій і зміну тактики ведення бойових дій, особливо у сфері використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Ударні безпілотні літальні апарати (УБпЛА) вже не просто інструменти для знищення наземних цілей; вони стають невід'ємною частиною арсеналу боротьби з повітряними загрозами. Аналіз бойових операцій у військових конфліктах показує значний потенціал УБпЛА у виконанні завдань перехоплення ворожих повітряних цілей, включаючи вертольоти, БпЛА супротивника та навіть крилаті ракети. Однак ефективність їхнього застосування у цій ролі обмежується низкою технічних і тактичних викликів, таких як недостатня швидкість реагування, обмежений радіус дії та вразливість до засобів радіоелектронної боротьби.

Особливої актуальності набувають дослідження перспективних шляхів підвищення ефективності ударних БпАК у повітряних боях. Основними напрями яких є: розробка нових технологій (створення інноваційних систем наведення та ураження, здатних ефективно вражати повітряні цілі); оптимізація управління (використання штучного інтелекту для автономного прийняття рішень, що дозволить мінімізувати затримки у реагуванні); аналіз бойового досвіду (вивчення успішних операцій з метою виявлення слабких місць у тактиці супротивника і вдосконалення власних підходів); тактична

інтеграція (розробка нових способів інтеграції УБпЛА в загальну систему протиповітряної оборони, включаючи взаємодію з пілотованими літаками та наземними системами.

**УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПІВ ТА КІЛЬКОСТІ
ОПЕРАТИВНИХ ТА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧНИХ
УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТОВАНОГО ВИКОНАННЯ
БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ**

М.В. Комаров¹; М.В. Науменко¹, д.т.н., с.н.с.,

О.Б. Леонтьєв², д.т.н., проф.

¹Державний науково-дослідний інститут

випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки;

²Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба

Нанесення вогневого ураження із застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в оперативній (оперативно-тактичній) глибині побудови угруповань сил противника значно розширює можливості військ у проведенні точкових ударів по критичних об'єктах противника.

Прийняття рішення щодо вибору необхідної кількості БпЛА певних типів для нанесення противнику заданого ступеню ураження при виконанні конкретного бойового завдання вимагає наявності обґрунтованого методичного підходу, оснований на використанні даних про значення показників бойової ефективності цих типів БпЛА. Нажаль, визначення показника бойової ефективності зразка, а саме імовірності виконання даного конкретного бойового завдання одним конкретним типом БпЛА пов'язане із необхідністю проведення значного обсягу відповідних випробувань.

В якості альтернативного показника імовірності виконання даного конкретного бойового завдання пропонується застосувати коефіцієнт бойового потенціалу БпЛА. Такий коефіцієнт для

будь якого типу БПЛА може бути визначеним через так звані кваліметричні моделі, що описують залежність такого коефіцієнту від основних тактико-технічних характеристик БПЛА, що обумовлюють бойові можливості даного зразка у певних (прогнозованих) умовах застосування. Кваліметричні моделі БПЛА можуть бути побудовані на основі застосування сучасних методів системного аналізу – експертних методів або методів факторного аналізу (при наявності вже накопиченої статистики використання БПЛА для виконання бойових завдань), що дозволить при меншому обсязі експериментальних досліджень отримати інформацію про показники бойової ефективності БПЛА різних типів.

Такий підхід до обґрунтування потрібної кількості БПЛА різних типів для виконання бойового завдання із заданим рівнем потенційного ефекту застосування БПЛА дозволить удосконалити процес планування бойового застосування БПЛА відповідно до прогнозованих сценаріїв дій Сил оборони України.

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ**

О.Є. Мавренков, д.т.н., с.н.с.;

С.В. Матвійчук; К.В. Будник; С.М. Бабкін

Державний науково-дослідний інститут авіації

Сучасні умови бойових дій безперервно диктують зміни способів та тактичних прийомів бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), що стали багатофункціональним (БФ) засобом забезпечення оперативної інформації та ефективного ураження цілей.

Авторами представлено математичну модель (ММ) для оцінювання ефективності бойового застосування (ЕБЗ) БФ БпАК, що формалізує сценарій застосування БпАК, який враховує такі елементи виконання бойового завдання: своєчасність вильоту;

безвідмовність роботи систем і обладнання; подолання зони дії засобів ППО; виявлення та розпізнавання об'єкта розвідки (цілі) за допомогою бортових засобів повітряної розвідки; своєчасність доставки розвідінформації; вихід в область можливих атак / зону дозволених пусків; застосування авіаційних засобів ураження по цілі. Як засоби повітряної розвідки розглядаються: оптичні, радіолокаційні та радіотехнічні.

ММ дозволяє кількісно оцінити результати застосування БФ БпАК. Модель зв'язує між собою множину ТТХ БпАК з показником його ЕБЗ – ймовірністю виконання бойового завдання та дозволяє оцінити їх вплив на цей показник. Шляхом варіювання ТТХ БпАК, які входять до ММ, забезпечується можливість отримання функціональних залежностей впливу кожної окремої ТТХ на ЕБЗ БФ БпАК як складної технічної системи військового призначення. Це може служити основою вироблення раціональних технічних рішень при розробленні БпАК, порівнянні та виборі кращих їх варіантів.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ЗНИЩЕННЯ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ ЗА ДАНИМИ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

Б.М. Іващук, к.т.н., доц.; О.С. Ковальчук

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Технічні засоби обробки даних є невід'ємною складовою сучасної повітряної розвідки. Вони дозволяють автоматизувати процес аналізу великих обсягів розвідувальної інформації, отриманої з безпілотних літальних апаратів (БпЛА), супутників та інших платформ. Основними завданнями таких засобів є швидка фільтрація, обробка та передача даних для ухвалення оперативних рішень у реальному часі.

Сьогодні існують різноманітні підходи до підвищення оперативності обробки даних, які активно застосовуються у військових конфліктах.

Для підвищення оперативності знищення наземних цілей заданими повітряної розвідки доцільно розробити комплексні заходи, що охоплюють технологічні, організаційні та тактичні аспекти. Зокрема, пропонується інтеграція систем повітряної розвідки з ударними платформами, такими як артилерія чи ударні БпЛА, для забезпечення передачі даних у реальному часі. Використання алгоритмів штучного інтелекту та прогнозової аналітики дозволить не лише швидко визначати пріоритетні цілі, але й передбачати їхній рух або можливі дії противника. Крім того, варто впровадити стандартизовані протоколи обміну даними, які мінімізують затримки в комунікації між підрозділами розвідки та виконавцями вогневих завдань. Такий підхід забезпечить значне скорочення часу на прийняття рішень та підвищить ефективність ураження цілей навіть у динамічних умовах бойових дій.

ПЛАНУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

С.М. Звиглянич, к.т.н., с.н.с.; Ю.М. Агафонов, к.т.н., доц.;

О.М. Грічанюк, к.т.н.; А.І. Авілов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Метою застосування ударних БпЛА є ураження об'єктів супротивника, ефективність якого визначається ступенем ураження цілей. Ударні БпЛА оснащені касетними головними частинами (КГЧ) із самоприцільними елементами для ураження бронетехніки, некерованими осколково-фугасними елементами для знищення живої сили і легкої техніки, а також фугасними боеприпасами для інфраструктурних і захищених об'єктів. Бойове оснащення може змінюватися відповідно до конкретних умов обстановки, що дозволяє адаптувати ударні дії під тактичні цілі. Планування операції враховує бойові умови, стан сил та оптимальні способи застосування БпЛА для підвищення

ефективності операцій. Оптимізація досягається через використання штабних математичних моделей, таких як моделі визначення нарядів для ураження бронетехніки чи інших об'єктів, які точно відображають реальну оперативну обстановку. Моделі дозволяють врахувати всі чинники, а метод імітації підвищує точність і обґрунтованість рішень, сприяючи оперативності і стратегічній точності під час проведення бойових операцій.

ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА У СИСТЕМІ ВИНИЩУВАЛЬНО-АВІАЦІЙНОГО ПРИКРИТТЯ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

О.М. Печененко; О.Є. Блискун, д.філос.;

В.В. Герасименко, д.військ.н.; О.Р. Мартинюк, к.т.н., доц.;

Я.В. Ярошенко, д.філос.

Національний університет оборони України

Сучасна війна все частіше впроваджує нові повітряні загрози, зокрема безпілотні авіаційні комплекси (БпАК), здатні виконувати як розвідувальні, так і бойові завдання. FPV дрони-перехоплювачі з кожним днем стають важливою складовою протиповітряної оборони, оскільки їх висока маневреність і здатність оперативно реагувати на загрози забезпечують швидке знищення ворожих розвідувальних БпАК і значно знижують ризик для стратегічних об'єктів FPV дрони, завдяки можливості прямого управління оператором, забезпечують високу маневреність та здатність до швидкого реагування на загрози. Вони можуть бути використані для виявлення й ураження (знищення) розвідувальних БпЛА противника та інших низькошвидкісних цілей. Сучасні FPV дрони можуть діяти як автономно, так і у взаємодії з пілотованими винищувачами, що дає змогу створити ешелоновану систему прикриття визначених об'єктів, військ (сил) від атак з повітря.

Для забезпечення ефективного прикриття повітряного простору важливою є координація дій FPV дронів з

випилювачами, тобто організація взаємодії. Випилювачі можуть виконувати завдання з виявлення великих і високоманеврених цілей (літак, вертоліт, крилата ракета), в той час як FPV дрони забезпечують захист від низькошвидкісних загроз, особливо на близьких відстанях (розвідувальні та ударні БпЛА противника). Зокрема, дрони можуть бути корисними у прикритті військових баз, критичної інфраструктури та об'єктів великого значення, де загроза від виявлення яких розвідувальними БпЛА противника є високою.

FPV дрони-перехоплювачі відкривають нові горизонти для системи протиповітряної оборони та можуть значно підвищити ефективність випилювально-авіаційного прикриття. Їх використання забезпечує гнучкість, економічну вигоду та ефективність, особливо в умовах, де випилювачі можуть бути неефективними або надмірно затратними. Проте їх інтеграція в комплексну систему протиповітряної оборони потребує подальших досліджень, особливо щодо організації взаємодії з іншими складовими системи протиповітряної оборони, протидії радіоелектронному впливу противника та збільшення часу роботи.

З розвитком безпілотних технологій зростає потреба в ефективних методах перехоплення ворожих дронів. Це обумовлено підвищенням частоти та ефективності атак безпілотників, що створюють нові виклики для систем протиповітряної оборони. Україна та Росія активно розробляють дрони-перехоплювачі, здатні забезпечити охорону стратегічних об'єктів та важливих позицій.

Технологічні можливості: Розробки як України, так і Росії демонструють нові технологічні можливості. Наприклад, російський дрон "Воган-9СП" здатний діяти на високих швидкостях і використовує лазерне підсвічування для наведення, тоді як український "Sting" орієнтований на перехоплення "Shahed". Це підтверджує важливість швидкодії, автоматизації та інтеграції з системами РЕБ та радарми.

Координація з іншими засобами ППО: Використання дронів у поєднанні з традиційними засобами ППО та винищувальною авіацією дає змогу створити багаторівневу систему захисту, де безпілотники знищують малорозмірні цілі на ближніх рубежах, а винищувачі та наземні установки забезпечують дальнє прикриття.

Перспективи для розвитку: Інтеграція штучного інтелекту, як у випадку з "Sting", дозволяє дронам прогнозувати траєкторії ворожих апаратів та автономно реагувати на загрози. Також модульність конструкцій сучасних дронів відкриває можливості для адаптації під різні завдання – від фізичного перехоплення до створення електронних перешкод.

Висновки та перспективи: Розвиток дронів-перехоплювачів має потенціал значно посилити систему ППО завдяки швидкості реагування, економічній ефективності та здатності адаптуватися до змінних умов бойових дій. Пріоритетом майбутніх розробок стане збільшення автономності дронів, покращення комунікаційної інфраструктури та координація з іншими елементами протиповітряної оборони для досягнення комплексної безпеки повітряного простору.

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ІНТЕРЕСАХ ВЕДЕННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

*М.М. Богдан; К.І. Капустюк; С.С. Гаценко, к.т.н., доц.
Національний університет оборони України*

Ведення радіоелектронної розвідки (РЕР) в умовах ведення бойових дій відіграє ключову роль у ефективного застосування своїх військ (сил) для нанесення вогневого ураження противника. За її результатами можливо викрити системи управління та зв'язку, системи управління зброєю противника. Однак дальність розвідки залежить від ряду чинників таких як рельєф місцевості який може перешкоджати для її ведення, умови розповсюдження радіохвиль в різних діапазонах частот та інші.

Використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для ведення РЕР значно збільшить дальність ведення розвідки, підвищить живучість постів розвідки та зменшить демаскуючі ознаки роботи підрозділів розвідки.

Один з варіантів реалізації ведення РЕР за допомогою БпЛА це використання Believer з приймачем типу SDR поєднаного з портативним персональним комп'ютером. Перевага такого методу полягає в можливості вести РЕР не використовуючи канали управління та телеметрії для управління БпЛА що в свою чергу не дозволить здійснити радіоелектронне подавлення та визначення місце знаходження оператора. Також до переваг даного методу застосування також можна віднести можливість побудови маршруту з різною траєкторією польоту та зміною висоти, прив'язку розвіданих даних до місцевості, відносно невелика вартість обладнання та самого БпЛА. SDR в поєднанні з портативним персональним комп'ютером дає можливість вести як радіорозвідку так і радіотехнічну розвідку роботи радіоелектронних засобів противника.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ БпЛА НА СУЧАСНУ ЗБРОЙНУ БОРТЬБУ

Ю.В. Солошенко, к.т.н.

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

Безпілотні авіаційні системи відіграють кілька ключових ролей у сучасній збройній боротьбі:

1. Ударні операції. Ударні безпілотники здатні завдавати точкових ударів по стратегічних цілях: техніці, командних пунктах, військових складах тощо. Це дає можливість ефективно знищувати ворога без необхідності введення великої кількості військ. Використання БпЛА типу FPV дозволяють оператору спостерігати ситуацію в реальному часі, ефективно знищувати супротивника та швидко реагувати на зміни в ході бою.

2. Розвідка та спостереження. БпЛА активно використовуються для ведення розвідки, збору розвідувальної інформації в реальному часі, спостереження за позиціями ворога, а також для виявлення цілей. Вони дозволяють отримувати дані про ситуацію на полі бою, знижуючи ризик для живих солдатів.

3. Психологічний та інформаційний вплив. Зростаюче використання БпЛА на полі бою має психологічний ефект на противника, противник може стати менш мобільним і організованим. БпЛА також можуть бути використані для поширення пропаганди або інформаційних кампаній.

4. Контроль та коригування вогню артилерії. БпЛА використовуються для наведення артилерії та коригування її вогню. Це дозволяє досягти високої точності ударів по цілях.

5. Протидія безпілотним системам. Оскільки БпЛА стають все більш поширеними, з'являється потреба в ефективних системах протиповітряної оборони, здатних знищувати або глушити безпілотники ворога. Протидія БпЛА стає важливою складовою частиною сучасної військової стратегії.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

І.М. Тупиця¹, д.філос.; І.О. Дейнеженко²;

С.А. Бугайов³; В.А. Штанько⁴

¹Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба; ²Командування Об'єднаних Сил;

³ТОВ "Вінницький авіаційний завод";

⁴Національний університет оборони України

Досвід бойових дій на території України свідчить про суттєве зростання ролі безпілотних авіаційних систем (БпАС) не тільки як основного засобу отримання розвідувальної інформації, а й ключового інструменту з нанесення ударів по об'єктах противника. При цьому слід зазначити, що суттєвий масштабний

розвиток як вітчизняної галузі промисловості в напрямку виробництва БпАС, так і збільшення обсягів матеріально-технічної допомоги від країн-партнерів в цьому напрямку призвели до трансформації способів застосування зазначених систем:

1. Групове застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) як на оперативно-тактичній, так і стратегічній глибині. При цьому слід зазначити, що зазначений спосіб застосування БпЛА активно застосовується як підрозділами Сил оборони України, так і противником.

2. Активне дослідження та впровадження в процес групового застосування БпЛА технологій штучного інтелекту з метою зниження негативного впливу засобів радіоелектронної боротьби противника. Тому подальші наукові дослідження будуть спрямовані на пошук шляхів інтеграції технологій штучного інтелекту в процес групового застосування БпЛА.

ВЕДЕННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*М.С. Петренко; О.А. Фесик; І.І. Василяйко
Національний університет оборони України*

Ключовим елементом радіоелектронної розвідки (далі РЕР) є використання цифрових ідентифікаторів для точної ідентифікації ворожих мобільних пристроїв, радіо засобів та електронних систем. Ідентифікатори, такі як серійні номери телефонів або MAC-адреси, виконують роль додаткових засобів для викриття радіоелектронної обстановки.

У сучасних бойових умовах відбулись значні зміни в підходах до тактики ведення бойових дій. Оснащення безпілотних літальних апаратів (далі БпЛА) засобами РЕР, які дозволяють виявляти цифрові ідентифікатори різних типів — MAC-адреси Wi-Fi, Bluetooth, IMEI телефонів та SIM-карт, що дозволяє оперативно визначати ворожі позиції. Поряд з цим, за своїм функціоналом БпЛА в реальному часі отримують критично

важливі дані, зокрема власні координати, точний час, зображення місцевості. Додатково з засобами РЕР семантичну інформацію – кількість і розміщення ідентифікаторів пристроїв, за рахунок потужності виявлених сигналів (дальність відносно БпЛА).

Ефективне застосування БпЛА у ході виявлення ідентифікаторів пристроїв можливе під час прольоту зигзагом, по спіралі, або у парі з аналогічним БпЛА. Зону, яку контролює БпЛА, можна уявити як коло на поверхні. Якщо два БпЛА, що знаходяться на різних відстанях і висотах, зафіксували один і той самий ідентифікатор, його координати визначаються в точці перетину їхніх радіусів спостереження. Розмір цих кіл залежить від висоти польоту: БпЛА, що летить на більшій висоті, охоплює більшу зону, а той, що знаходиться нижче - меншу. У разі використання одного БпЛА, який виконує маневри зигзагом або спіралью, ідентифікатор фіксується на різних етапах маршруту, що дає змогу точно визначити його місцезнаходження. Чим більше БпЛА одночасно задіяно у розвідці або чим щільніше їхній маршрут, тим вищою буде точність локалізації об'єкта. Наприклад, за наявності трьох точок фіксації ідентифікатора його координати визначаються з набагато більшою точністю, ніж за дві.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

П.А. Банашко; В.А. Григорчук

Національний університет оборони України

Застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) з штучним інтелектом (ШІ) у військовій сфері значно підвищує ефективність виконання бойових завдань за рахунок підвищення точності, швидкості реагування та зниження людських втрат.

ШІ дозволяє дронам працювати автономно, здійснювати точну розвідку, самостійно визначати цілі та приймати оперативні рішення в умовах динамічної бойової обстановки. Використання БпАК з ШІ забезпечує можливість точкового

ураження, патрулювання стратегічних територій і логістичної підтримки військ у важкодоступних районах.

Проте інтеграція ШІ в БпАК також створює ризики кіберзагроз та піднімає етичні питання, що потребує подальших досліджень і розробки стандартів безпеки.

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ПРОМАХІВ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ПО ПОВІТРЯНИМ ЦІЛЯМ ТИПУ SHAHED

П.С. Меришук; М.В. Жук; О.М. Сорочкін

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сучасні конфлікти демонструють значне зростання ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА), зокрема дронів-камікадзе типу Shahed, у бойових діях. Основна проблема при їхньому знищенні полягає у малих розмірах, низькій швидкості, складній траєкторії руху та здатності працювати у складних умовах протидії засобам ураження. У цьому контексті дослідження шляхів підвищення точності керованих авіаційних засобів ураження (КАЗУ) є важливим завданням.

Першим напрямком удосконалення є модернізація систем наведення КАЗУ. Інтеграція мультисенсорних систем, які включають активні радіолокаційні, інфрачервоні та оптичні головки самонаведення, дозволяє забезпечити точне виявлення та відслідковування повітряних цілей. Використання алгоритмів штучного інтелекту для аналізу польотних характеристик БпЛА може значно підвищити ефективність перехоплення.

Другим важливим аспектом є оптимізація алгоритмів перехоплення. Сучасні КАЗУ повинні передбачати маневри цілей, враховуючи їхню траєкторію та можливі зміни курсу. Це досягається шляхом моделювання поведінки БпЛА та впровадження адаптивних систем управління.

Третім напрямком є вдосконалення боєголовок КАЗУ. Використання фрагментованих боєголовок із розширеною зоною

ураження дозволяє ефективніше боротися з цілями, які мають невеликі розміри. Крім того, доцільно проводити експерименти із вибуховими матеріалами для оптимізації їхньої дії на БпЛА.

БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ЯК СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ УКРАЇНИ

П.М. Дзюба, к.пед.н., доц.; С.В. Бурбела, д.філос.

*Національна академія Державної прикордонної служби України
ім. Богдана Хмельницького*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стрімко перетворюються на один з ключових інструментів для гарантування надійного захисту державного кордону. Їхні можливості дозволяють ефективно вести цілодобове спостереження за величезними просторами прикордонної зони. Завдяки оснащенню високотехнологічними сенсорами та камерами високої роздільної здатності, сучасні військові та спеціалізовані БпЛА забезпечують отримання якісного візуального контенту з важкодоступних ділянок кордону в будь-яких погодних умовах. Це суттєво розширює інформаційне поле прикордонників, дозволяючи виявляти несанкціоновані перетини кордону, вантажі контрабанди, диверсійно-розвідувальну діяльність противника. Безперервна трансляція відеоданих з безпілотників дає можливість оперативного реагування для перехоплення порушників, а також координації сил безпеки вздовж лінії кордону.

З початком бойових дій на сході України у 2014 році, питання охорони державного кордону набуло особливого значення для гаранту суверенітету та територіальної цілісності України. За умов зовнішньої військової агресії постала потреба термінової модернізації усієї прикордонної інфраструктури та впровадження новітніх технологій спостереження для недопущення диверсійних груп, контрабанди. Серед передових технологій, що

дозволяли кардинально посилити охорону кордону, особливе місце належало саме безпілотним літальним апаратам.

Отже, застосування БпЛА забезпечує значну ефективність прикордонної охорони, сприяючи своєчасному реагуванню на порушення та забезпечення координації сил безпеки державного кордону.

ПОГЛЯДИ НА СПОСОБИ ТА ТАКТИЧНІ ПРИЙОМИ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА ПС ЗС УКРАЇНИ

*В.М. Петров, к.військ.н.; А.Ф. Кудрявцев; О.М. Марченко
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аналіз застосування БпЛАК при виконанні бойових та спеціальних завдань у ході відсічі повномасштабної збройної агресії російської федерації показує, що застосування одиночних БпЛА вже не задовольняє потреби Сил оборони для досягнення цілей безпілотної авіації (БпА) при веденні бойових дій. Виникла проблема підвищення ефективності їх застосування, яку можна вирішити шляхом групового, а у перспективі ройового використання.

У доповіді показана залежність способу бойових дій частин та підрозділів БпА від прийнятих прийомів дій та різних чинників. При виконанні завдань спосіб групового застосування БпЛА буде уявляти собою поєднання обраного способу бойових дій та тактичних прийомів груп БпЛА та відрізнятись при нанесенні авіаційних ударів, виконанні спеціальних бойових польотів і веденні повітряних боїв. До переліку найбільш доцільних тактичних прийомів застосування груп БпЛА можна віднести: обхід зон ураження ППО противника; застосування БпЛА переважно на малих висотах; маневрування в польоті; політ без прийому команд управління, випромінювання будь-яких радіосигналів та використання СНС.

У доповіді запропоновано розроблення військового стандарту, що містить стандартизовану тактику, технології та

процедури, що використовуються підрозділами та частинами БпА ПС ЗС України у бойових діях (операціях) ЗС України, у тому числі при їх груповому застосуванні.

ПОДОЛАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

М.В. Бельфер, О.А. Круць

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

У сучасних військових конфліктах безпілотні літальні апарати стають все більш важливими елементами на полі бою завдяки своїм розвідувальним і ударним можливостям. Однак ефективність БпЛА значно обмежується потужними системами протиповітряної оборони, які здатні виявляти та уражати їх на великих відстанях. Подолання ППО є складним завданням, що вимагає застосування новітніх технологій і тактичних рішень для збереження бойової ефективності дронів.

Для підвищення ефективності подолання систем протиповітряної оборони БпЛА ми пропонуємо:

- використання технологій зниження радіолокаційної помітності;
- розвиток технології рою дронів;
- польоти на наднизьких висотах;
- застосування засобів радіоелектронної боротьби;
- покращення навігаційного обладнання;
- інтеграція штучного інтелекту;
- розробка автономних БпЛА для відволікання;
- покращення засобів дистанційного керування та передачі даних.

Розробка автономних БпЛА для відволікання є важливим напрямком у сучасній військовій тактиці. Їх основна мета – створити ілюзію великої кількості цілей або імітувати присутність цінних бойових одиниць, щоб відволікати ресурси супротивника, провокуючи його на витрати боєприпасів,

розкриття позицій засобів ППО та відволікання уваги від основних цілей. Такі дрони створюються з використанням сучасних технологій автономності та штучного інтелекту, що дозволяє їм діяти незалежно від оператора. Штучний інтелект забезпечує здатність БпЛА адаптуватися до змін обстановки, самостійно вибирати маршрути, змінювати висоту, швидкість та навіть вмикати певні сигнали для імітації реальних бойових апаратів. Це знижує необхідність у безпосередньому керуванні дронами, що звільняє ресурси операторів і дозволяє використовувати такі дрони навіть у складних умовах, де зв'язок з ними може бути обмеженим. Автономні БпЛА для відволікання стають важливим елементом сучасних бойових дій, надаючи можливість здійснювати маневри та витягувати ресурси ворога в інтересах основних ударних сил.

Ефективне подолання ППО є ключовою складовою успішного використання БпЛА в сучасних військових операціях. Запропоновані вдосконалення значно підвищують здатність БпЛА уникати виявлення та ураження. Завдяки цим технологіям БпЛА можуть ефективно виконувати розвідувальні та ударні завдання навіть у зонах з потужною системою ППО противника, зберігаючи при цьому бойову перевагу та мінімізуючи втрати. Удосконалення таких технологій сприятиме розвитку, розширюючи її можливості у складних умовах сучасного бойового середовища.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БпЛА НА ПОЛІ БОЮ

А.В. Воронін; М.М. Скаражонак

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

У сучасних конфліктах безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливими засобами ведення бойових дій, змінюючи підходи до розвідки, ураження цілей і виконання бойових

завдань. Ключові напрямки покращення застосування БпЛА включають:

Покращення технічних характеристик: вдосконалення дальності, вантажопідйомності, часу перебування в повітрі та швидкості дронів. Розробка нових акумуляторів, систем живлення та двигунів дозволить збільшити час польоту та бойову ефективність.

Інтеграція з іншими засобами розвідки: інтеграція БпЛА в єдину систему командування для оперативного обміну інформацією та координування дій підрозділів.

Розвиток автономних систем і ШІ: штучний інтелект для автономного управління дронами підвищить їх ефективність, автоматизуючи виявлення та ураження цілей, зменшуючи людський фактор та покращуючи реагування на зміни в обстановці.

Захист від РЕБ: нові методи протидії радіоелектронній боротьбі (РЕБ), такі, як захищені канали зв'язку та системи автоматичного захисту від перехоплення сигналу, знизять вразливість дронів та збережуть їх бойову ефективність.

Загалом, інтеграція новітніх технологій у різних сферах — від технічних удосконалень до розвитку автономних систем і захисту від РЕБ — дозволить підвищити ефективність БпЛА в сучасних військових конфліктах.

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО БЕЗПІЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ РОЗВІДКИ ТА ПІДСВІЧУВАННЯ ЦІЛЕЙ ДЛЯ СТРІЛЬБИ КЕРОВАНИМИ АРТИЛЕРІЙСЬКИМИ СНАРЯДАМИ

С.М. Андрухов

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Як показав досвід ведення бойових дій зі збройними силами російської федерації, необхідність застосування високоточних артилерійських боеприпасів обумовлена високою мобільністю сучасних бойових засобів, підвищенням їх захисних

властивостей, а також особливостями ведення бойових дій на власній території в умовах густонаселених районів, у містах і промислових зонах з огляду на безпеку мирного населення та промислових об'єктів підвищеної небезпеки.

Все це змушує вести активний пошук шляхів вирішення проблеми, одним з яких є розроблення безпілотного авіаційного комплексу розвідки та підсвічування цілей для стрільби керованими артилерійськими снарядами.

Основними завданнями, які повинен виконувати артилерійський підрозділ, оснащений безпілотним авіаційним комплексом розвідки та підсвічування цілей для стрільби керованими артилерійськими снарядами будуть:

ведення видової оптико-електронної розвідки наземних (надводних) цілей і об'єктів противника у видимому та інфрачервоному діапазонах;

визначення координат, розмірів та інших характеристик об'єктів ураження (цілей);

спостереження за положенням і діями противника;

підсвічування нерухомих і рухомих спостережних одиночних броньованих та неброньованих цілей лазерним променем;

цілевказання та коректування вогню артилерії.

ВЗАЄМОДІЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ ТА ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ У СФЕРІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

О.М. Кушнір, д.філос.; А.І. Чуканов

*Національна академія Державної прикордонної служби України
ім. Богдана Хмельницького*

Починаючи з 2017 року, на тлі загострення безпекової ситуації на сході України, між Державною прикордонною службою України (ДПСУ) та Збройними Силами України (ЗСУ) було активізовано спільну роботу з використання безпілотних

авіаційних комплексів. Головною метою стало посилення охорони державного кордону, протидія диверсійно-розвідувальним групам та недопущення контрабанди зброї з тимчасово окупованих територій.

Зокрема, у 2018 році було підписано Меморандум про співпрацю у сфері розвитку та застосування безпілотних авіаційних комплексів. Він став підґрунтям для регулярного проведення спільних навчань із залученням особового складу обох відомств з метою відпрацювання узгоджених дій щодо охорони державного кордону.

Також, з метою налагодження ефективного моніторингу лінії зіткнення штаб Операції об'єднаних сил (ООС) започаткував проект з встановлення комплексної системи візуального та технічного спостереження. У реалізації проекту брали участь фахівці ДПСУ, інженерні підрозділи ЗСУ та представники іноземних радників.

Вздовж більш ніж 400-кілометрової ділянки фронту на території Донецької та Луганської областей було встановлено 72 вежі з системами відеоспостереження, 34 метеовежі та 17 акустичних комплексів. Також активно залучались квадрокоптери та крилаті безпілотники.

Отримана в режимі реального часу візуальна та цифрова інформація з БпЛА передавалась операторам до спільних ситуаційно-аналітичних центрів. Це дозволило підвищити ефективність контролю за лінією розмежування та швидкість реагування на її порушення.

Відповідно до офіційної статистики, станом на 2019 рік на озброєнні ДПСУ перебувало 167 безпілотних авіаційних комплексів вітчизняного та імпортного виробництва. При цьому активно велася співпраця із ЗСУ щодо спільного використання БпЛА для патрулювання державного кордону.

Зокрема, легкі розвідувальні безпілотники ПД-1, “Фурія”, та FlyEye широко залучались у зоні проведення ООС на сході України. Важкі американські та ізраїльські БпЛА

використовувались у тісній координації зі штабом ООС під час патрулювання лінії розмежування і кордону з Росією.

У 2020 році було прийнято на озброєння новий тактичний БпЛА "Лелека-100" з тривалістю польоту до 6 годин. Ці апарати використовувались для патрулювання лінії зіткнення на сході та кордону з Білоруссю.

У 2021 році на Харківщині пройшли масштабні бригадні навчання за участю понад 2,5 тисячі військовослужбовців ДПСУ, Національної гвардії та Сухопутних військ ЗСУ. Під час тренувань відпрацьовувалися питання охорони та оборони ділянки кордону з використанням сучасних БпЛА. Аналогічні заходи були проведені у 2022 році вже в умовах воєнного стану. Залучення прикордонників та військових в рамках єдиної системи охорони держкордону з використанням БпЛА дозволило значно підвищити боєготовність особового складу.

ПРОБЛЕМИ БОРТЬБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПОЛЯ БОЮ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

А.П. Бабич, к.військ.н., доц.; А.Л. Байба

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Проблеми боротьби з безпілотними літальними апаратами (БпЛА) на полі бою набувають все більшої актуальності в умовах сучасних військових конфліктів. БпЛА застосовуються для широкого спектру завдань, а саме: розвідка, коригування вогню, ударні операції, а також для запуску вибухових пристроїв. Їх відносно низька вартість, маневреність та малий розмір створюють серйозні труднощі для виявлення та знищення. Основні труднощі боротьби з БпЛА поля бою полягають в складності виявлення та відстеження через їх невеликі розміри, низьку висоту польоту, що ускладнює їх своєчасне виявлення і збільшує ризик несподіваних атак на цілі. БпЛА можуть рухатися на великих швидкостях і маневрувати на малих висотах, що

ускладнює їх перехоплення традиційними засобами ППО. Вони можуть уникати ці системи або застосовувати тактику маскування, що робить їх важкими цілями для знищення, в той же час вони є вразливими щодо дій засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Це пов'язано з тим, що більшість БпЛА керується системами космічної навігації. Зростаюча доступність безпілотників на ринку і їх низька ціна дозволяє навіть малим підрозділам використовувати їх для виконання різноманітних завдань, враховуючи задачі, які раніше вимагали дорогих технічних засобів. Шляхами вирішення є розвиток новітніх систем виявлення та нейтралізації БпЛА. Одним із найбільш перспективних шляхів боротьби є використання антидронових систем, що включають зенітну артилерію, стрілецьке озброєння або навіть спеціальні дрони-перехоплювачі. Такі системи здатні знищувати або нейтралізувати безпілотники на різних відстанях. Лазери можуть ефективно знищувати БпЛА, навіть не використовуючи боєприпаси, що зменшує витрати. Значний позитив щодо боротьби з безпілотними літальними апаратами поля бою є застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) тому, що використання засобів для глушення сигналів GPS та інших радіочастот, які використовують ці літальні апарати для навігації і керування, може призвести до втрати зв'язку з дроном і його аварійної посадки або навіть до повного знищення. Крім того, система РЕБ може допомогти нейтралізувати сигнали для управління, тим самим зменшуючи їх ефективність.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНО ПІЛТОВАНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Д.Д. Макух

Національна академія Служби безпеки України

Під час виконання бойових (спеціальних) завдань з метою відбиття збройної агресії російської федерації силами сектору безпеки та оборони України все частіше набуває актуальності

застосування дистанційно пілотованих повітряних суден (далі – ДППС) мультироторного, гексакоптерного типів у інформаційно-психологічних операціях.

Ключовими можливостями ДППС під час проведення ПСО є встановлення на них додаткового спорядження, а також використання основної демаскуючої ознаки, такої як, шуму роботи пропелерів. Можливість встановлення на ДППС засобів інформування та оповіщення сприяє проведенню відволікаючого маневру, імітування роботи ударної техніки. Використання таких засобів під час супроводження проведення штурму тактичними групами наших сил на позиції противника, відволікає особовий склад ворога від основного удару, сприяє дезорієнтації, втраті взаємодії між спостережними пунктами та командирами цих підрозділів, які виконують управління дистанційно, дислокуючись на взводних чи ротних опорних пунктах. Військовослужбовці ворога знаходячись на лінії безпосереднього зіткнення доповідають про рух техніки (імітованої), яку не вдається підтвердити силами та засобами розвідки командирів. Використання шуму роботи пропелерів ДППС створює психологічний тиск, необхідність підвищеного маскування для збереження життя особового складу, що в свою чергу дає можливість наблизитись штурмовим групам наших сил до місця дислокації противника та при цьому залишитись непомітними.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ КОРАБЛІВ ПРОТИВНИКА У ВІДКРИТОМУ МОРІ ЗМІШАНИМИ ТАКТИЧНИМИ ГРУПАМИ ПІЛІТОВАНОЇ І БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

А.П. Бабич¹, к.військ.н., доц.; К.В.Вербицька²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А1850*

Досвід російсько-української війни показав, що задачі по ураженню кораблів у відкритому морі успішно вирішуються при застосуванні змішаних тактичних груп, до складу яких, як

правило, входять БпЛА Bayraktar TB2 (цільове споряддя – розвідувальний комплекс WESCAMCMX-15) і літаків Су-24 (цільове споряддя – по дві ракети Storm Shadow).

Важливим етапом процесу прийняття рішення на виконання такого бойового завдання є розрахунок ефективності дій за можливими варіантами кількісно – якісного складу змішаних тактичних груп. Якщо взяти за результат таких дій факт потоплення корабля, а за кількісний показник такого результату ймовірність такої події, то, з досвіду виконання подібних завдань, потопити корабель класу фрегат, якщо влучання буде навіть не в критичні точки, наприклад, в місце розташування боекомплекту, керованими ракетами типу Storm Shadow можливо при ймовірності його ураження (влучання таких ракет) на рівні 0,65. Така ймовірність визначається як гарантійна ймовірність ураження. Завдання щодо ураження корабля виконується у відкритому морі, де протидіяти авіаційним комплексам можуть тільки корабельні засоби ППО, Враховуючи те, що можливості цільового навантаження авіаційних комплексів, які визначені, дозволяють виконувати завдання за меж ураження таких засобів ППО, ймовірність здолання ППО БпЛА і бомбардувальниками, в даній ситуації, можливо прийняти на рівні одиниці. Завдання виявлення цілі її розпізнавання і ідентифікацію виконує БпЛА, тобто ймовірність виходу на ціль з найбільш вигідними бойовими курсами для бомбардувальників також можливо прийняти за одиницю. Подія потоплення корабля, в даній ситуації, можлива за умов виконання комплексу завдань. що включає: виявлення об'єкту, розпізнавання і ідентифікація, влучання засобів ураження в об'єкт. Як правило, ймовірність виявлення об'єкту для певного варіанту цільового навантаження, умов виконання розвідки, в першу чергу, метеорологічних умов, рівня хвилювання моря, висоти розвідки, взаємного розташування БпЛА і об'єкту розвідки, розраховуються експериментальним шляхом і надаються органам управління, які планують завдання, в табличній формі; Більш складним завданням є завдання

розпізнавання і ідентифікації об'єкту розвідки. Тобто, факт виявлення об'єкту ще не несе потрібного обсягу інформації для прийняття обґрунтованого рішення щодо його ураження. У випадку розвідки корабля у відкритому морі важливими блоками інформації є клас, тип корабля, конкретна одиниця цього класу кораблів. Враховуючи, що розвідка ведеться на дальності, яка перевищує дальність ураження корабельних засобів ППО, для розпізнавання і ідентифікації цілі необхідні додаткові маневри для огляду корабля під різними ракурсами і з різної висоти. Для виконання завдання щодо ураження об'єкту, зокрема потоплення корабля у відкритому морі, подія виявлення, розпізнавання і ідентифікації є необхідною, але недостатньою. Потрібна ще одна умова – факт безпосереднього ураження (влучення) ракет, який кількісно визначається показником імовірності ураження об'єкту ракетами. Повна ймовірність виконання бойового завдання щодо ураження об'єкту змішаною тактичною групою пілотованої і безпілотної авіації визначається як добуток ймовірностей: виявлення об'єкту, розпізнавання і ідентифікації, попадання в об'єкт засобів вогневого ураження. Для прийняття рішення щодо доцільності визначення саме такої змішаної тактичної групи для вирішення завдання ураження певного об'єкту, проводиться порівняння отриманого значення ймовірності з гарантійною (заданою) ймовірністю.

ТАКТИКА, ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РІЗНИХ ТИПІВ БпЛА

А.В. Семенов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Тактика, доцільність використання та перспективи розвитку різних типів БпЛА в умовах сучасної війни полягають у їх здатності значно підвищувати ефективність бойових операцій, зокрема за рахунок можливості виконувати завдання в умовах

високого ризику з мінімальними втратами серед особового складу.

БпЛА різних типів, від розвідувальних і ударних до тактичних дронів, надають можливість здійснювати точні удари по стратегічно важливих цілях, вести постійну розвідку та моніторинг бойової обстановки в реальному часі.

Тактика їх застосування передбачає інтеграцію в оперативні ланки та використання в комплексі з іншими видами озброєнь для досягнення максимального ефекту.

Доцільність їх використання очевидна в контексті скорочення людських втрат та зниження ризиків для військових підрозділів.

Перспективи розвитку БпЛА у війні включають удосконалення автономних функцій, покращення можливостей для ведення радіоелектронної боротьби, збільшення дальності та точності ударів, а також розвиток технологій штучного інтелекту для автономних дій на полі бою, що значно збільшить їхню роль у веденні сучасних бойових дій та значно зменшить людські втрати.

ФОРМИ І СПОСОБИ БОЙОВИХ ДІЙ ЗМІШАНИХ АВІАЦІЙНИХ УГРУПОВАНЬ ПІЛОВОЇ І БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

А.П. Бабич¹, к.військ.н., доц.; Н.В. Калачов²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А1850*

Формами застосування пілотованої авіації є: авіаційні удари; повітряні бої; повітряні битви; спеціальні бойові польоти; бойові дії. Однозначно прийнятними для змішаних авіаційних угруповань пілотованої і безпілотної авіації є: авіаційні удари, повітряні бої в трактуванні авіаційні повітряні бої, спеціальні бойові польоти. Враховуючи те, що змішані авіаційні угруповання це тимчасові формування і, в більшості випадків, формуються на певний етап операції чи період бойових дій, така форма застосування як бойові дії для авіації, а тим більше для змішаних авіаційних угруповань,

не зовсім коректна. Бойові дії - це спільні дії військ, авіації, флоту, тому вони можуть бути формою застосування збройних сил, а не окремого виду чи роду військ. Не варто для змішаних авіаційних угруповань трансформувати таку форму застосування авіації як повітряна битва. Для таких тимчасових формувань, як правило, невеликих за складом, це дуже масштабно і складно в питаннях управління. Тобто, в плані трансформації відомих форм пілотованої і безпілотної авіації, з деяким коригуванням, для змішаних угруповань прийнятні такі форми як: авіаційні удари, авіаційні повітряні бої і спеціальні бойові польоти. Як розвиток форм застосування авіації, з появою можливостей і необхідності змішаних угруповань пілотованої і безпілотної авіації, і для конкретизації такої форми застосування як бойові дії, яка пропонується для змішаних угруповань деякими дослідниками, доцільною буде така форма застосування як авіаційні розвідувально-вогневі дії. Авіаційні розвідувально-вогневі дії – це одночасний вплив пілотованої і безпілотної складових змішаного авіаційного угруповання на противника з комплексним використанням бортових розвідувальних систем і авіаційних засобів ураження. В загальному розумінні спосіб бойових дій являє собою порядок використання сил і засобів військових формувань при виконанні поставлених бойових завдань. Сформувати варіант способу дії це: визначити порядок введення військового формування в бій або заняття ним положення перед виконанням завдання; розподілити зусилля формування за напрямом, часом, кількістю бойових одиниць. Визначення варіанту бойових дій це важливий етап планування, який повинен бути забезпечений інформацією щодо: бойових можливостей військового формування; характеру дій противника і особливостей об'єктів впливу; умов, які склалися чи прогнозуються в районі і в період виконання бойових завдань. Завдання визначення способу бойових дій саме і полягає в обґрунтованій виваженій трансформації способів дій пілотованої і безпілотної авіації в середовище змішаних угруповань. Різниця в льотно-експлуатаційних характеристиках літаків і безпілотних літальних

апаратів не дозволяють в стислий час злітати змішаній тактичній групі, вводити змішані формування одночасно в бій можливо тільки при попередній побудові бойового порядку в районі аеродрому, виконувати одночасний удар по об'єктам виявлених в ході бойових дій. В той же час безпілотна авіація у складі змішаних формувань може, із-за більшої тривалості знаходження в повітрі і відносно, малій помітності радіолокаційними засобами противника, може позитивно впливати на вирішення змішаними авіаційними формуваннями завдань способом бойових дій блокування аеродромів я повітряні заслони.

За таких підходів способами бойових дій змішаних угруповань пілотованої і безпілотної авіації можуть бути: одночасний удар складом змішаної тактичної групи по раніше виявленим об'єктам при зльоті з аеродрому відповідно до планової таблиці бойового вильоту; послідовні розвідувально-ударні дії змішаних тактичних груп в заданому районі по виклику із положення чергування на аеродромі або відповідно планової таблиці бойових вильотів; дії із засад за викликом (для змішаних тактичних груп БпЛА першого класу і вертольотів); блокування аеродромів противника (змішані тактичні групи розвідувально-ударних БпЛА другого (третього) класу і літаків винищувачів); повітряні заслони (змішані тактичні групи розвідувально-ударних БпЛА другого (третього) класу і літаків винищувачів).

ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ЗАСТОСУВАННЯ FPV-ДРОНІВ З ОПТОВОЛОКОННИМ КАНАЛОМ ЗВ'ЯЗКУ

А.П. Корнієнко, к.т.н., с.н.с.;

Ю.В. Скорий, к.т.н.; Р.В. Лященко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Без перебільшення революційним засобом сучасної війни стали FPV-дрони. Вони здатні вести повітряну розвідку та за допомогою скидів чи самостійно (у ролі дрона-камікадзе) знищувати особовий склад та техніку противника. Дрон здатен нести засоби ураження

та не потребує сигналів GPS. Попри ряду переваг FPV-дрони мають суттєвий недолік, а саме вразливість до засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Виявлення БпЛА, зокрема і FPV-дронів, може здійснюватися детекторами дронів за характерним радіосигналом, що дозволяє бійцям заздалегідь підготуватися до атаки ворожого дрону. Як правило, способом захисту FPV-дронів є застосування нестандартних частот управління.

Навесні 2024 року обома сторонами російсько-української війни був протестований, а нині активно застосовується новий тип FPV-дронів із передачею сигналів через оптичне волокно замість радіоканалу для керування та передачі відео. FPV-дрон несе котушку оптоволокна певної довжини та розмотує його за собою у повітрі, зберігаючи зв'язок з оператором.

Використання оптоволокна на FPV-дронах - це дуже небезпечна зміна у можливостях ворога. Використання оптоволокна робить дрон абсолютно нечутливим до будь-яких засобів радіоелектронної боротьби, бо він взагалі може не використовувати радіозв'язок. Крім того, зафіксувати засобами радіоелектронної розвідки навіть приблизне місцеположення розрахунку з такими БпЛА неможливо за тієї ж причини. Значно покращується якість зображення, яке бачить оператор, що підвищує вірогідність ураження цілі.

Українські розробники активно працюють над розробкою та виробництвом FPV-дронів з оптоволокном. Один з таких FPV-дронів отримав назву "Бандерик-Стрічка". Дрон має корисне навантаження до 3 кг, час у повітрі 15 хвилин, тактичний радіус - 1 км. Головним завданням при його створенні було отримання досвіду та напрацювань у реалізації саме керування через оптичне волокно.

Однією з переваг FPV-дронів з оптоволокном є можливість одночасного задіяння значно більшої кількості дронів без проблем зі скупченням в одному діапазоні радіохвиль, що вносить складності у керування. Також стає можливим розмістити обчислювальні потужності для так званого "машинного зору".

Об'єктивними недоліками можливо вважати зниження швидкісних та маневрових можливостей дрона. Через те, що БпЛА має розмотувати за собою оптоволокну, існують обмеження на кривизну віражів та існує потреба у плавних прискореннях чи гальмуваннях. Водночас саме швидкість та неочікувані напрями атак FPV-дронів роблять їх дуже небезпечними та не дозволяють боротися з ними стрілецьким озброєнням. Існує обмеження за дальністю, яке накладає довжина оптоволокна. Не виключена можливість обриву оптоволокна та відповідно втрати дрона. Крім того, котушка з оптоволоконном відбирає частину ваги, яку можливо було спрямувати на збільшення акумулятора, а з ним і часу у повітрі, або ваги бойової частини.

Отже, FPV-дрони, які використовують оптоволокну потенційно є дуже перспективним напрямом розвитку цього виду озброєння, і при певному паритеті у засобах РЕБ перевагу на полі бою отримає та сторона, яка матиме більше FPV-дронів на оптоволоконні. Питання опрацювання та доведення реальної ефективності системи управління на оптоволоконні у польових умовах наразі дійсно потребує максимально швидкої реакції з боку як розробників, так й замовників дронів, щоб не надати противнику односторонньої переваги.

Пропонується розгляд конструкцій певних моделей FPV-дронів на оптоволоконні.

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДСВІЧУВАННЯ ЦІЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА

Д.О. Щенякін

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Постійний розвиток безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) є важливим аспектом для успішного ведення бойових дій. Одним з перспективних напрямків розвитку БпЛА є підсвічування цілей. Підсвічування цілей підвищує точність ураження цілей за допомогою високоточних боєприпасів. У

цьому направлені розвитку БпЛА відкриває нові можливості для ведення бойових дій.

Однією з ключових переваг БпЛА для підсвічування цілей є їх здатність діяти на значних відстанях від лінії бойового зіткнення, залишаючись непомітними для противника.

Сучасні дрони можуть бути оснащені лазерними системами наведення, які використовуються для підсвічування цілей на відстані кількох кілометрів. Це дозволяє високоточними боеприпасами, такими як ракети та артилерійські снаряди з лазерним наведенням, максимально точно уражати ціль.

Подальший розвиток технологій у даному напрямку включає зменшення розміру лазерних систем та удосконалення оптико-електронного обладнання. Це дозволить створювати легші та компактніші БпЛА, які можуть бути використані для завдань з підсвічування цілей навіть при складних погодних умовах. Такі БпЛА також зможуть забезпечувати спостереження цілі в реальному часі, що суттєво підвищує точність наведення зброї.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

*М.М. Момот, к.т.н., доц.; Г.П. Сігайло; К.Б. Тригуб
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

Застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) в умовах сучасних збройних конфліктах потребує ретельного аналізу їх ефективності, що визначає успішність виконання бойових завдань. У зв'язку з цим важливим завданням є розробка математичної моделі, яка дозволяє оцінити ефективність використання БпАК залежно від оперативних умов, технічних характеристик обладнання та рівня підготовки персоналу. У моделі враховуються такі фактори, як тип і характеристики цілі, технічні можливості БпАК, оперативна обстановка, що включає рівень протидії засобів протиповітряної оборони та

метеорологічні умови, а також якість підготовки операторів до виконання бойових завдань.

Запропонована модель базується на багатофакторному аналізі даних із реальних сценаріїв застосування БпАК і використовує методи регресійного аналізу та прогнозування. Це дозволяє оцінювати ймовірність успішного виконання завдання, визначати витрати ресурсів і враховувати потенційні ризики. Особливий акцент зроблено на співвідношенні “ефективність-вартість-час”, що дає змогу обирати найбільш результативні сценарії застосування комплексів.

Практичне використання цієї моделі може бути інтегроване у процеси планування операцій із застосуванням БпАК, оптимізації їх розподілу відповідно до змін оперативної обстановки, а також у програми навчання операторів для виконання спеціалізованих завдань. Результати дослідження сприяють підвищенню ефективності застосування БпАК, зниженню ризиків та забезпеченню раціонального використання ресурсів Повітряних Сил Збройних Сил України, що є ключовим для досягнення стратегічних цілей у сучасному збройному протистоянні.

ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ІНТЕРЕСАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

*С.О. Ганжа; Д.В. Голомб'ювський
Національний університет оборони України*

В умовах російсько-української війни, зростає значення перехоплення та аналізу радіосигналів. Це дає змогу отримати розвідувальну інформацію, що стосується переміщення, тактики та намірів ворожих сил. Важливою частиною цього процесу є ведення сигнальної розвідки (SIGINT), зокрема її складових — розвідка засобів зв'язку (COMINT) та електронна розвідка (ELINT). Вони дозволяють не лише здійснювати перехоплення

радіолокаційних та радіоелектронних систем, а й викривати радіоелектронну обстановку в цілому.

Сигнальну розвідку(SIGINT) в сучасних умовах здебільшого здійснюють за допомогою супутників, проте Україна наразі не має власних супутникових можливостей. Додатково, безпека супутників на орбіті стає все більш уразливою через перетворення космосу на нову сферу військових змагань. Враховуючи ці обставини, значно зростає роль альтернативних методів розвідки, зокрема використання БпЛА. Це в подальшому дасть змогу ефективно доповнювати або частково замінити супутникові засоби, що дозволить зберегти високий рівень розвідки навіть за обмежених ресурсів.

Як приклад, для виконання завдань сигнальної розвідки (SIGINT) можуть бути задіяні БпЛА Global Hawk та Defender (на стадії випробування, заявлений частотний діапазон 400 МГц – 12 ГГц), а також модуль розвідки SIGINT (на стадії випробування, заявлений частотний діапазон 500 МГц – 12 ГГц), встановлений на БпЛА коптерного типу. Ці технології забезпечують можливості для виявлення та геолокації електронних бойових систем, систем ППО, а також засобів зв'язку і командних центрів, що дає змогу точно визначати розташування ворожих сил і систем, забезпечуючи своєчасне реагування на різкі зміни в радіоелектронній обстановці.

СПОСОБИ ПРОТИДІЇ АРТИЛЕРІЇ ТА МІНОМЕТІВ ВОРОГА ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА

*М.М. Дігтярь; Я.С. Разувалов; Т.С. Гринчук; О.Р. Кольцова
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) є стратегічно важливими для Збройних Сил України, оскільки вони забезпечують перевагу в розвідці, коригуванні артилерійського вогню, проведенні аерофотзйомки, евакуації поранених, а також виконанні ударних операцій на великих відстанях.

В умовах сучасних бойових дій БпЛА дозволяють здійснювати різноманітні операції не наражаючи на небезпеку особовий склад.

Але на разі не можливо закріпитися на позиції без залучання особового складу. Через це постає питання підтримки військових під час штурму та оборони.

На особовий склад під час штурму та оборони, з боку ворога, діють багато чинників, такі як постійні артилерійські, мінометні обстріли та авіаційні удари, які створюють фізичні загрози та викликають моральне виснаження.

Саме тому сьогодні вимагає створення БпЛА які зможуть подавляти артилерію та міномети противника в тих зонах, де не має або не може застосовуватися артилерія.

Такими прототипом може стати UJ-32 "ЛАСТІВКА".

Однією з його ключових особливостей є можливість змінювати або скасовувати польотне завдання в режимі реального часу, він може працювати в режимі "рій", дозволяючи кільком боєприпасам координувати удари по одній цілі або незалежно перенаправлятися на різні цілі, а також маючи тривалість польоту понад 20 хвилин і автономною дальністю 40 км. може подолати відстань до артилерії та мінометів противника, і таким чином подавити їх.

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКА
РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИКРИТТЯ ОБ'ЄКТУ-ЦІЛІ
ДОЦІЛЬНОГО ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СПОСОБІВ
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО АВАЦІЙНОГО
КОМПЛЕКСУ ТАКТИЧНОГО КЛАСУ**

*Д.А. Іщенко, к.т.н., доц.; В.В. Стрінада, к.т.н., доц.
Житомирський військовий інститут ім. С. П. Корольова*

Обґрунтовано актуальність потреби впровадження показників для визначення можливостей противника щодо визначення способів застосування безпілотного авіаційного комплексу (БпАК) тактичного класу з міні (мікро) безпілотними літальними

апаратами (БпЛА) разового (багаторазового) застосування по об'єкту-цілі (ОЦ), радіоелектронне прикриття (РПр) якого здійснюється з використанням зразків техніки радіоелектронної боротьби (РЕБ) – засобів активних перешкод індивідуального захисту (зразок озброєння або військової техніки (ОВТ)) або групового захисту (особовий склад і ОВТ на позиції).

Запропоновано показником можливостей противника з РПр об'єкту-цілі визначити просторовий показник – зону прикриття (ЗП). Надано вербальне визначення ЗП – горизонтальна проекція на земну поверхню площини перетину на висоті польоту БпЛА області подавлення, у межах якої зразком техніки (засобом) РЕБ забезпечується подавлення такого БпЛА для прикриття ОЦ з ефективністю, не меншою від заданої. У доповіді розглянуто порядок розрахунку параметрів ЗП графоаналітичним методом.

Показано залежність параметрів ЗП від параметрів ОЦ (розміру позиції, бойового порядку), характеристик та місця розташування зразка техніки РЕБ, що використовуються для РПр, а також від висоти польоту БпЛА, що застосовується по ОЦ.

Зроблено висновок, що залежність можливостей з РПр ОЦ від висоти польоту БпЛА дозволяє використання показника “ЗП” як доцільного для визначення способів (вибору варіантів) застосування БпЛА тактичного класу з міні (мікро) БпЛА.

ТИПОВІ СЦЕНАРІЇ РОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Б.М. Крук к.т.н., с.н.с., С.О. Кадук,

О.О. Сапельников, М.О. Максимов

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана
Кожедуба*

Останні роки в світі активно відбувається розвиток безпілотних авіаційних систем за рахунок яких ефективно виконуються такі завдання як розвідка, ситуаційна обізнаність, складання карт, ураження повітряних та наземних цілей, виконання спеціальних завдань. З урахуванням завдань, які

можуть вирішуватись ройовим застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на полі бою, обумовлені основні сценарії ройового застосування БпЛА такі як ураження наземних та повітряних цілей, ведення повітряної розвідки, дезорганізація функціонування об'єктової та військової протиповітряної оборони (ППО) шляхом формування віртуальної оперативної обстановки. У сучасній збройній боротьбі розвиток технологій застосування рою БпЛА ґрунтується на безперешкодному інформаційному обміні між ними, зменшенні їх габаритних параметрів, підвищенні маневреності та здешевленні конструкції, застосування за різним призначенням з різними підходами до управління та самоорганізації, що забезпечує зменшення ефективності протидії (виявлення та ураження) роїв БпЛА, тим самим збільшує результативність їх застосування в інтересах виконання завдань угрупованнями військ (сил).

Таким чином у доповіді показано основні можливі сценарії ройового застосування БпЛА та важливість розвитку та впровадження цього напрямку.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТА КООРДИНАЦІЇ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ РОЇВ БпЛА У ДИНАМІЧНИХ БОЙОВИХ УМОВАХ

О.М. Компанієць, к.т.н.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сучасний розвиток військових технологій відзначається широким впровадженням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у бойові операції. Аналіз викликів, пов'язаних із використанням безпілотних систем у бойових умовах підтверджує перспективність застосування роїв БпЛА, особливо у контексті автономного управління і координації ними.

У ході дослідження виявлено проблему забезпечення стійкого функціонування децентралізованих роїв БпЛА в умовах невизначеності та змінної бойової обстановки. Неповнота

інформації про оперативне середовище, динамічність змін ситуації на полі бою та наявність зовнішніх перешкод створюють обмеження для ухвалення рішень кожним елементом рою. Виникає потреба у розробці методичних підходів, що дозволятимуть окремим БпЛА автономно визначати оптимальні стратегії для виконання поставлених завдань, враховуючи взаємодію з іншими елементами рою. Це зумовлює необхідність створення комплексних математичних моделей для оптимального розподілу цілей та ефективної координації дій у режимі реального часу.

Розроблено методичний підхід, що інтегрує теорію ігор з непараметричними алгоритмами машинного навчання для застосування роїв БпЛА як динамічних бездротових мереж у бойових та спеціальних місіях. Така комбінація дозволяє досягти балансу між адаптивністю системи та ефективністю ухвалення рішень. Проведене дослідження показує, що подальший розвиток систем управління роями БпЛА полягає у створенні комплексних рішень, які об'єднують переваги централізованих і децентралізованих підходів, забезпечуючи високу адаптивність до змін бойової обстановки та ефективну координацію між елементами рою. Подальші дослідження спрямовані на розробку алгоритмічних рішень та їх експериментальну верифікацію в умовах наближених до реальних бойових операцій.

СПОСОБИ ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ УДАРНИХ ДРОНІВ - КАМІКАДЗЕ

К.О. Малишок; О.А. Гнусенко; В.В. Олійник

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

В сучасних реаліях бойових дій застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) дає змогу наносити ураження противнику, при цьому не наражаючи на небезпеку особовий склад.

Але постає проблема в часі реагування та застосування ударних дронів – камікадзе у випадку неочікуваних дій противника, яке унеможливує вчасного їх застосування для підтримки як своїх так і союзних сил.

Саме тому сучасний підхід до ведення бойових дій вимагає створення нових методів застосування дронів – камікадзе, які можуть за короткий проміжок часу бути використанні для реагування на дії противника.

Одним з методів може стати створення платформи на основі більших дронів, для розміщення дронів – камікадзе, які б дали змогу безперервно патрулювати поблизу лінії бойового зіткнення з противником. Що не лише зменшило б час реагування на дії противника, але й збільшило їх радіус використання.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОЇ ЗАГАЛЬНОЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ НА БЕЗПЛОТНІЙ АВІАЦІЇ

В.І. Грідін, к.т.н., с.н.с.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Досвід застосування розвідувальної авіації в умовах широкомасштабної агресії російської федерації проти України показав обмежені можливості ведення загальної радіотехнічної розвідки (РТР) літаком-розвідником Су-24МР та нездатність ведення РТР наявними безпілотними літальними апаратами (БпЛА). Це вимагає пошуку нових шляхів для нарощування розвідувальних спроможностей Повітряних Сил Збройних Сил України з метою підвищення ефективності розвідувального забезпечення операцій Збройних Сил України, а також наближення системи розвідувального забезпечення до вимог і стандартів НАТО.

У доповіді проведений аналіз проблемних питань застосування засобів загальної РТР з використанням безпілотної авіації. Розглянуті тенденції розвитку розвідувальної безпілотної

авіації в країнах НАТО та провідних у військовому відношенні державах світу. Вони свідчать про розвиток та нарощування розвідувальних спроможностей безпіотної авіації стратегічного, оперативного-тактичного та тактичного рівня за рахунок створення модульних підвісних засобів розвідки. Розглянуті характеристики об'єктів розвідки та визначені задачі РТР. Визначений склад станції РТР, розподіл задач між бортовою станцією й наземним пунктом та їх основні характеристики.

Проведений аналіз вимог до засобів загальної РТР. Застосування РТР на БпЛА відповідає сучасній моделі розвідки Повітряних Сил Збройних Сил України, яка передбачає забезпечення достовірного розпізнавання повітряного та наземного противника, своєчасне виявлення його намірів з підготовки і нанесення ударів.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ АПАРАТІВ З КЕРУВАННЯМ ПО ОПТОВОЛОКОННОМУ КАНАЛУ

*О.С. Куповець; В.В. Паршиков; О.Г. Металіді
Національний університет оборони України*

Перші повідомлення про можливу появу на полі бою FPV-дронів (FirstPersonView) з керуванням по оптоволоконному каналу з'явилися ще наприкінці 2022 року. В той же час, внаслідок специфіки застосування і відносної дороговизни, такі концептуальні рішення рахувалися низкою експертів та посадовими особами Збройних Сил України безперспективними. Але вже літом 2024 року виробники російської федерації спромоглися здешевити вартість їх виробництва до прийняттого рівня та запустити серійний процес виготовлення цього типу ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА).

Аналіз відеозаписів ураження української техніки з Курського, Донецького та Запорізького напрямків показує значні тактичні можливості та перспективи застосування на полі бою в російсько-українській війні доволі старої технології передачі

даних по оптоволокну, що значно знижує вплив радіоелектронної боротьби та підвищення стійкості до подавлення сигналів управління. Водночас, такі ударні БпЛА мають обмеження в дальності дій, мають певні вимоги до рельєфу місцевості та специфічних навиків управління дроном.

Перспективами подальшого розвитку даного типу ударних БпЛА зосереджуються на вдосконаленні керованості дроном за допомогою застосування нейромереж, покращення фізичних можливостей оптоволоконного кабелю для застосування у складних рельєфах місцевості що дозволить зайняти їх свою нішу в загальній системі ударних та розвідувальних БпЛА.

МОЖЛИВІ ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЗБРОЙНОГО ПРОТИСТОЯННЯ

*О. О. Торчилов; О.І. Колодяжний, к.т.н.; С.В. Федюк
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Підвищення бойового застосування БпЛА, безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) може бути досягнуто через кілька основних напрямків: **Інтеграція штучного інтелекту (ШІ)** - це швидкісний аналіз ситуації, прийняття рішення та дії в умовах, де швидкість реакції є критично важливою, дозволяє працювати більш автономно і ефективно; **Покращення систем зв'язку** досягається через захищений зв'язок, підвищення стійкості до завад, інтеграція супутникових систем, використання бездротових мереж, автоматичне перемикавання каналів, резервні системи зв'язку, сучасні системи зв'язку 5G та Wi-Fi 6, керуванням по оптично-волоконному дроту; **Модернізація сенсорних систем** (багатоспектральні камери, тепловізори, радары, мікрофони); **Модульність та адаптивність** – це швидкість реагування на зміни на полі бою, можливе включення до БпАК аеростатів та роботизованих керованих парашутних систем, які можуть використовуватись для тривалого

спостереження, як платформи для систем зв'язку для доставки вантажів (боєприпаси, медикаменти та інше); **Розробка нових засобів авіаційного ураження**, призначених для БпАК; **Захист та безпека** включає розробку нових матеріалів та технологій, що забезпечують виживання і успішне завершення місій. Інноваційні підходи розширюють функціональні можливості БпАК, підвищують ефективність у виконанні завдань в умовах сучасного збройного протистояння.

“WORD’S FIRST DRONE WAR”: ПРОБЛЕМАТИКА, АНАЛІЗ, ПЕРСПЕКТИВИ

А.В. Даценко; Є.Г. Неживий; С.О. Якушевський

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

З початком активної фази повномасштабної військової агресії РФ проти України у 2022 році було розпочато нову еру – еру високотехнологічної війни під назвою “WORLD'S FIRST DRONE WAR”. Російсько-українська війна, що починалась як класична артилерійська війна, у подальшому стрімко перетворилась у війну БпЛА.

Використання БпЛА значною мірою розширює бойові можливості щодо ураження цілей противника в різних умовах бойової обстановки, підвищує ефективність застосування подекуди зменшуючи його собівартість, дає можливість знищувати новітні, добре захищені зразки озброєння, вести аеророзвідку, вирішувати комплексні завдання зі зміною пріоритетів і т. ін. Так у 2023 році було підтверджено випадок спільного застосування українського розвідувального безпілотного комплексу “SHARK” від компанії Ukrspcsystems і американського тактичного баражуючого боєприпасу “Switchblade-600” виробництва компанії AeroVironment. Наслідком спільного застосування БпЛА стало повне знищення новітнього російського ЗРК “ТОР”.

Аналіз ситуації свідчить, що на початок 2025 року на фронті в одній операції можуть бути задіяні десятки дронів різних типів призначення. Сучасні підходи до формування стратегії управління бойовими порядками та аналіз перспектив реалізації групового використання БпЛА дають змогу в повній мірі оцінити великий потенціал розвитку сучасних технологій у сфері безпілотних систем, основ управління та експлуатації БпЛА для підвищення рівня кваліфікації розрахунків БпЛА.

ЗАСТОСУВАННЯ FPV-ДРОНІВ З ОПТОВОЛОКОННИМ КАНАЛОМ ЗВ'ЯЗКУ

С.О. Кібіткін, к.т.н.

Національна академія Служби безпеки України

Застосування FPV-дронів з оптоволоконним каналом зв'язку відкриває нові перспективи для забезпечення високошвидкісної та стабільної передачі даних у реальному часі під час військових операцій. Інтеграція оптоволоконних технологій дозволяє значно збільшити дальність зв'язку та зменшити ймовірність перешкод і втрат сигналу, що є важливим у умовах сучасного бою. Висока пропускна здатність оптоволоконного каналу дає можливість передавати великі обсяги відео- та розвідувальних даних, що дозволяє здійснювати точніші операції і приймати обґрунтовані тактичні рішення в режимі реального часу.

Крім того, FPV-дрони з оптоволоконним каналом зв'язку дозволяють забезпечити більшу захищеність та надійність комунікацій під час виконання завдань на передовій. Вони стають особливо ефективними в умовах сильної електромагнітної протидії, де традиційні бездротові канали зв'язку можуть бути уразливими до перешкод або глушіння. Завдяки стабільному з'єднанню, FPV-дрони можуть бути використані для проведення детальних розвідувальних місій, точних ударів по ворожих цілях, а також для доставки вантажів та забезпечення іншої критичної підтримки в умовах активних бойових дій.

БЕЗПІЛОТНІ АВІАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ В СИСТЕМІ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

В.Р Нероба, д.філос.; В.А. Щерблюк

Національна академія Державної прикордонної служби України

ім. Богдана Хмельницького

Після початку повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 року, ДПСУ тісно координувала дії на кордоні з підрозділами ЗСУ, Національної гвардії України (НГУ) та прикордонниками суміжних держав. Було організовано взаємний обмін розвідданими, здобутими в тому числі із застосування БпЛА. Зокрема, було створено систему оперативного обміну розвідувальними даними, отриманими від БпЛА та наземних спостережних пунктів. Інформація про пересування військ та техніки противника, його тактику дій в районах прикордоння передавалася до ситуаційних центрів ЗСУ, НГУ, прикордонних відомств сусідніх держав. Така взаємодія сприяла своєчасному реагуванню на спроби прориву диверсійних груп ворога в тил та на території сусідніх країн, недопущенню ескалації конфлікту.

Станом на сьогодні, ДПСУ та ЗСУ активно використовують БпЛА за такими напрямками:

- цілодобове патрулювання лінії фронту, тилових районів та державного кордону з метою виявлення диверсійно-розвідувальних груп противника чи порушників;
- коригування артилерійського та ракетного вогню по позиціях і скупченням російських військ;
- моніторинг так званої "сірої зони" на тимчасово окупованих територіях;
- розвідка пересувань ворожих військ та техніки у прикордонних районах.

Застосування безпілотників відкриває широкі можливості для модернізації систем спостереження та патрулювання кордону.

На основі аналізу сучасних тенденцій можна виділити такі основні напрямки вдосконалення цих технологій для потреб прикордонних підрозділів:

1. Розширення функціонала безпілотників шляхом інтеграції додаткових сенсорних систем – тепловізійних камер, радіолокаційних станцій, газоаналітичного обладнання, тощо.

2. Удосконалення алгоритмів автономної навігації та штучного інтелекту для мінімізації втручання оператора.

3. Створення комплексів із безлічі невеликих безпілотників для групового моніторингу значних ділянок кордону.

4. Інтеграція безпілотних систем у єдиний інформаційний простір разом з наземними сенсорами й камерами спостереження.

5. Збільшення тривалості автономної роботи шляхом удосконалення силових установок та акумуляторних батарей.

6. Розгортання повністю автоматизованих мобільних роботизованих комплексів на основі безпілотних засобів для охорони віддалених ділянок кордону.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЛАНУВАННЯ МАРШРУТІВ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ ЩОДО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ ПРОТИВНИКА

Д.П. Гарнець¹, к.т.н.; В.Г. Камишніков²; В.О. Кухаренко³

¹ Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

*² Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ³ Військова частина А1850*

Безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) стають усе більш важливими інструментами для виконання військових завдань, зокрема для розвідки та виявлення об'єктів противника. Одним із важливих аспектів таких операцій є планування маршрутів для БпАК, що дозволяє ефективно здійснювати пошук і знижувати ризики при виконанні завдань.

Планування маршрутів для БпАК повинно враховувати кілька факторів: тип місцевості та можливість виявлення об'єктів противника (включаючи зони з високим ризиком виявлення та приховані місця); координацію з іншими системами (з іншими безпілотниками чи розвідувальними платформами), а також наявність перешкод для польотів (штучні перешкоди, природні бар'єри, погодні умови тощо).

Для підвищення ефективності планування маршрутів можна застосовувати адаптивні алгоритми, що використовують штучний інтелект, а також розподілені системи для координації між кількома БпАК. Крім того, використання даних розвідки дозволить мінімізувати час пошуку та збільшити ймовірність успішного виконання місії при одночасному зниженні ризиків для самих БпАК.

Загалом, застосування новітніх технологій та інтелектуальних систем дозволить значно підвищити ефективність бойових операцій з використанням безпілотників, що має важливе значення для сучасних збройних сил.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТИПУ ТЕТРОКОПТЕР ДЛЯ ОХОРОНИ КОРДОНУ

А.О. Винту; А.Л. Башинський, к.т.н.

*Національна академія Державної прикордонної служби України
ім. Богдана Хмельницького*

З метою підвищення ефективності несення служби прикордонними нарядами з охорони державного кордону, особливо у лісистій та гірській місцевостях, застосовуються сучасні технічні засоби та впроваджуються комплексні рішення. Для ведення візуального, тепловізійного та радіотехнічного спостереження за місцевістю та об'єктами вдень і вночі, розпізнавання та ідентифікації (класифікації) виявлених цілей, відео- та фотодокументування дій виявлених цілей систематично використовуються гелікоптери, безпілотні авіаційні системи

(далі – БАС) та вежі спостереження. Досвід експлуатації БАС підтвердив потребу Державної прикордонної служби України у цьому виді техніки і в залежності від поставлених завдань, використовують різні типи безпілотних повітряних суден (далі – БПС).

Разом з тим, використання гелікоптерів є істотно дороговартісним, а БПС літакового та мультироторного типів має ряд обмежень, а саме: потреба у висококваліфікованих фахівцях, час безперервного польоту для мультироторних типів БПС – від 15 хв до 45 хв. Спостереження з використанням веж можливе тільки навколо місця встановлення засобів дальність спостереження обмежується висотою підняття апаратури спостереження.

Головними перевагами тетрокоптерів є: значна тривалість польоту, порівняно мала вартість експлуатації та обслуговування, невелика кількість обслуговуючого персоналу; перешкодозахищеність лінії передачі даних та універсальність базування; час безперервної роботи обмежується системою енергоживлення - бортові АКБ або наземні станції з силовими кабелями.

На БПС тетрокоптерного типу може встановлюватись широкий спектр обладнання, яке використовується для різних цілей: датчики (температури, тиску, спектрорадіометри, магнітометри), лідари, лазерні далекоміри, фотокамери, відеокамери, інфрачервоні камери, мультиспектральні камери, радіоприймачі та передавачі, обладнання для супутникового зв'язку, GPS-приймачі, інерційні навігаційні системи, комп'ютери з спеціалізованим програмним забезпеченням тощо. Від встановленого обладнання напряму залежить для яких цілей доцільно використовувати вказані БАС.

Відповідно, напрямками подальших досліджень є: методи застосування БАС з БПС тетрокоптерного типу для потреб ДПСУ; методика відбору таких БАС для комплектування органів і підрозділів ДПСУ; програма дослідної експлуатації БАС з БПС

тетрокоптерного типу з подальшим формуванням рекомендацій застосування цих систем.

**РОЛЬ БпЛА У СУЧАСНІЙ ВІЙНІ:
ДОСВІД УКРАЇНО-РОСІЙСЬКОГО КОНФЛІКТУ**

Д.А. Марченко; О.О. Сорочкіна

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) під час україно-російської війни стало одним із ключових чинників сучасної військової стратегії. БпЛА демонструють значні переваги в оперативній розвідці, коригуванні артилерійського вогню, ураженні тилових об'єктів і забезпеченні інформаційної переваги на полі бою. Вони дозволяють ефективно проводити операції з мінімальними втратами серед особового складу, а також швидко реагувати на зміну тактичної обстановки.

Особливу роль відіграють дрони-камікадзе, які здатні вражати критично важливі об'єкти противника. Разом із тим, широке використання БпЛА супроводжується значними викликами. Російські засоби радіоелектронної боротьби змушують українських операторів адаптуватися, впроваджуючи новітні технології шифрування сигналів та автономізації систем управління.

Виробництво БпЛА в Україні набуло стратегічного значення. Локалізація виробництва стала пріоритетом, адже це зменшує залежність від імпорту компонентів, зокрема в умовах санкційних обмежень і нестачі високотехнологічних деталей. Українські стартапи у сфері дронів активно розвиваються, демонструючи великий потенціал як для військових, так і для цивільних застосувань.

Водночас Україна створює передумови для інновацій, інтегруючи штучний інтелект у системи БпЛА, зокрема для створення автономних роїв та високоточних ударних платформ.

Висновком є те, що україно-російська війна стала каталізатором для розвитку технологій БпЛА та змінює уявлення про ведення сучасних військових конфліктів.

ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ОСКОЛКОВИХ БОМБ КАЛІБРУ 1КГ З БпЛА 1 КЛАСУ

Ю.М. Головатий; В.О. Попов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Авіаційні бомби калібру 1 кг, вже довгий час перероблюються для використання на різних БпЛА та модернізуються до вимог сьогодення.

У зв'язку з обмеженою ефективністю ураження: мало масо вибухової речовини що обмежує радіус ураження. Бомба ефективна лише проти неброньованих цілей або особового складу без які знаходяться на відкритій місцевості. Для броньованих цілей чи фортифікацій потрібно більший калібр або спеціальні боеприпаси.

Покращення вибухівки значно збільшить ефективність при використанні вискоефективних вибухових речовин або кумулятивних елементів, а також додавання в боеприпас спеціальних вражаючих елементів стрижневого типу для ураження живої сили противника на броньованій техніці

Такі боеприпаси є ефективними у певних умовах, наприклад, для точкового ураження неброньованих цілей або в місцях, де важко застосувати більші засоби. Однак для значущого ефекту потрібно працювати над технічним вдосконаленням та тактичною інтеграцією.

Рішенням встановлених проблемних питань слід вважати використання бризантної вибухової речовини з уражаючими елементами з однотипних касетних бойових елементів які будуть поєднанні у нашому модернізованому боеприпасі 1-го класу вагою 1 кг.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БОЄПРИПАСІВ МАЛИХ КАЛІБРІВ З БПЛА

М.М. Кулик¹; А.С. Хижняк²; А.М. Бабський²; Д.А. Півень²

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;

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

Наразі Збройні Сили України застосовують безпілотні літальні апарати (БПЛА) для виконання різноманітних завдань від розвідки до нанесення ударів по цілях противника.

Нанесення ударів для ураження ворожих цілей здійснюється в тому числі скиданням з БПЛА боєприпасів малих калібрів (боєприпасів, що мають відносно малі розміри та вагу) з гранично малих висот. Для цього застосовуються боєприпаси різного призначення, як нового зразка так і вже існуючі, тобто ті які створені ще до появи носіїв такого типу. Використання боєприпасів попередніх розробок виявило низку проблем щодо адаптації можливостей озброєних ними БПЛА до сучасних умов бойового застосування. Дані боєприпаси мають ряд особливостей, що значно звужує діапазон умов їх бойового застосування з БПЛА, що включає таку характеристику як обмеження мінімальної висоти застосування (скидання) боєприпасу. Це обмеження як правило пов'язане із особливостями будови підричника та вимогами щодо забезпечення безпеки при його спрацюванні. В першу чергу це стосується вимог щодо забезпечення мінімального зусилля ("чутливості" до удару) яке має діяти на підричник при зустрічі боєприпасу з ціллю для забезпечення його надійного спрацювання.

Отже для забезпечення необхідного діапазону умов бойового застосування боєприпасів по висоті необхідно керуватися рівнем достатньої "чутливості" підричника, що з одного боку забезпечить надійне його спрацювання, а з іншого гарантуватиме безпеку у службовому використанні.

**ВИБІР СПОСОБІВ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ
БЕЗПЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОБСТАНОВКИ, ЩО СКЛАЛАСЯ, АБО
ПРОГНОЗУЄТЬСЯ**

*А.П. Бабич, к.військ.н., доц.; Н.А. Богун
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Спосіб повітряної розвідки – це *прийом, метод дій сил і засобів розвідки з метою добування розвідувальних відомостей*. Основними способами повітряної розвідки є пошук об'єктів за визначеним маршрутом польоту, пошук об'єктів у визначеному районі, пошук об'єктів у визначеному секторі. При виборі способів повітряної розвідки потрібно враховувати бойові можливості БпАК, метеорологічні умови, рівень можливої протидії противника та особливості об'єктів розвідки.

Повний цикл повітряної розвідки включає виявлення цілі, її розпізнавання та ідентифікацію. Конкретний спосіб ведення розвідки визначається командиром екіпажу БпАК під час прийняття рішення в залежності від змісту і термінів виконання завдання та його характеру. В умовах інтенсивних бойових дій, коли тривале перебування БпЛА неможливе через загрозу ураження засобами ППО, раціональним способом повітряної розвідки може бути політ за маршрутом. Цей спосіб добре підходить для ведення розвідки і спостереження фронту, флангів і тилу, для забезпечення раннього попередження про напад противника або наявності засідки на протязі певного часу. В умовах, коли потрібна повна та детальна інформація про об'єкт розвідки, найвигіднішим способом повітряної розвідки є пошук об'єкта у визначеному районі. Як правило цей спосіб застосовується, коли існуючі відомості про місцевість обмежені, виконання бойових завдань триває зі зміною рельєфу місцевості, кордони виконання бойових завдань обмежені, або якщо дані про ситуацію на стороні противника не повні. Якщо місце цілі навіть орієнтовно не визначено або вона є рухомою, оптимальним

способом повітряної розвідки є пошук об'єктів у визначеному секторі. Цей спосіб високоефективний в умовах відсутності суцільної лінії бойового зіткнення військ. На сьогоднішній день безпілотна авіація є важливою складовою тріади повітряної розвідки, яка включає космічну розвідку, розвідку пілотованої авіації та розвідку безпілотної авіації. За досвідом російсько-української війни майже 70% всіх бойових вильотів БпЛА пов'язані з веденням повітряної розвідки.

ВИКОРИСТАННЯ РОЮ ДРОНІВ У ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЯХ: ПЕРЕВАГИ ТА ЗАГРОЗИ

М.О. Сорочкін; Є.В. Матвеев

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сучасні військові конфлікти демонструють значне зростання ролі безпілотних літальних апаратів (БпЛА), зокрема у форматі рою. Рій дронів — це група автономних апаратів, здатних координувати свої дії без централізованого управління. Ця технологія відкриває нові можливості у веденні бойових дій, але водночас породжує низку викликів і загроз.

Однією з основних переваг роїв є їхня здатність до масованих атак. Велика кількість дронів, що діють одночасно, можуть перенавантажити системи протиповітряної оборони (ППО) противника, роблячи традиційні оборонні засоби менш ефективними. Крім того, рій забезпечує ефективну розвідку та спостереження, охоплюючи значні території і забезпечуючи реальний час передачі даних.

Ще одним важливим фактором є гнучкість і автономність: навіть при втраті кількох одиниць рій здатен адаптувати свої дії, продовжуючи виконання місії. Завдяки відносно низьким витратам на виробництво та експлуатацію дронів у порівнянні з традиційною військовою технікою, їх використання також є економічно вигідним.

Рій дронів є перспективним і водночас складним інструментом у сучасній військовій тактиці. Його використання значно підвищує ефективність військових операцій, проте породжує низку викликів, пов'язаних із безпекою, технологічними ризиками та етикою.

Розробка нових підходів до протидії роям стане важливим завданням для військової науки та техніки найближчих років.

ЗАСТОСУВАННЯ ЛІДАРНИХ СИСТЕМ ПРИ ВЕДЕННІ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

П.С. Рубальський, к.т.н.; С.Л. Макаренко;

О.Р. Подкур; В.Ю. Ткаченко

Науково-дослідний інститут воєнної розвідки

На теперішній час отримання інформації про підстильну поверхню набуло надзвичайно актуального значення. Особливе місце займають лідарні системи, які застосовуються для побудови цифрових моделей рельєфу, створення ортозображень і мозаїк, картування комунікацій, ліній електропередач, лісових масивів тощо. Також їх використання доцільно для вирішення завдань в інтересах Збройних Сил України. Це надає можливості для створення високодеталізованих тривимірних цифрових моделей складних військово-інженерних об'єктів (опорних пунктів, блок-постів, укриттів, інших оборонних споруд і будівель) та оцінювання ефективності нанесення вогневих уражень. Зважаючи на те, що лідарні системи є активним джерелом випромінювання, їх застосування дозволяє вести повітряну розвідку не зважаючи на погодні умови та освітлення. Також за результатами аналізу матеріалів лідарного аерознімання імовірно виявлення замаскованих об'єктів.

Виходячи з вищезазначеного, використання лідарних систем в інтересах повітряної розвідки дасть змогу розробити технологію виявлення та розпізнавання об'єктів за матеріалами лідарного аерознімання та отримувати тривимірні моделі об'єктів,

місцевості та рельєфу, що підвищить ситуаційну обізнаність командирів у ході ведення бойових дій.

**АНАЛІЗ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ, ЯКІ
ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ З БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ
АПАРАТІВ ПЕРШОГО КЛАСУ**

О. М. Баранік, к.т.н., доц.; А. А. Павліченко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Збройний конфлікт між Україною та росією став сильним поштовхом для розвитку сучасних бойових технологій, а саме, застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для розвідувальних та ударних операцій. Легкі БпЛА першого класу дають змогу виконувати атаки на позиції ворога з мінімальними затратами та високою точністю. Для створення ефективних й мобільних засобів ураження, для короткотривалих, але результативних операцій військові адаптували БпЛА першого класу для використання різних видів легких боєприпасів.

На деякі БпЛА підвішуються ручні гранати (РДГ-5 або аналогічні), які модифікуються для скидання з повітря. Ці засоби ураження ефективні для ураження піхоти або легкої техніки.

Перероблені для повітряного скидання малі артилерійські снаряди (гранати від РПГ-7 та інших типів, міни калібру 82 мм) дають змогу завдавати шкоди малим укриттям та позиціям.

Також у російсько-українській війні обидві сторони часто пристосовують БпЛА для скидання малих вибухових зарядів (Ф-1, ВОГ-17, ВОГ-25), підсилених додатковими елементами для більшого ураження цілі.

БпЛА першого класу досить обмежені в потужності через малу вантажопідйомність, але легкі засоби ураження, які використовуються на цих БпЛА забезпечують маневреність та швидкість виконання поставленого завдання.

STEALTH-БПЛА ACE ONE: НОВИЙ СТАНДАРТ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

А.Р. Арзуханов, А.В Семенюк

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Технологічна революція на полі бою відкриває нові горизонти для ведення війни, де ключовим фактором стають безпілотні літальні системи. Вони значно знижують ризики для особового складу та дозволяють зменшити економічні витрати. Щодня, вони демонструють високі результати у знищенні бронетехніки, артилерії ворога, розвідці та коригування вогню.

Хоча вони значно підвищують ефективність операцій, але є такі, які припускають використання вертольотів Мі-8, та Мі-24. Ці гвинтокрили мають значні розміри, а також малу маневреність, ефективність через умови сучасного ведення війни. Різні системи ППО противника не дають змоги їм вести прицільну стрільбу, через що, їм доводиться використовувати стрільбу НАР'ами з кабрування, і як наслідок, мати не точні влучання.

Доцільним буде модернізувати надсучасний український багатоцільовий stealth-БПЛА “Ace One” з інтеграцією пускових систем LAU-10, M260, M261 для запуску НАР “Zuni” та “Hydra”, які зараз активно використовуються нашими військовими.

Впровадження такої системи дозволить точно визначати курс, за допомогою програмного забезпечення, для прицільного пуску ракет, що збільшить кількість попадань та мінімізувати розсіювання під час стрільби на лінії зіткнення. Використання даного типу БПЛА також допоможе зменшити економічні витрати, оскільки безпілотники є значно дешевшими у порівнянні з гвинтокрилами, які вимагають значних фінансових вкладень. Це не лише оптимізує бюджетні витрати, а й сприятиме зниженню втрат серед особового складу.

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

*Д.А. Мазурок¹, В.О. Чигрін¹; В.М. Колеснік²
¹Військова частина А0449; ²Військова частина А1356*

В умовах сучасного збройного протистояння безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) дуже добре себе зарекомендували. Їх використовують для розвідки, ретрансляції, створення перешкод, підсвічування цілей, коригування вогню артилерії, а також нанесення ударів по ворожим силам.

Розглядаючи оперативно-тактичні БпАК, зокрема комплекс BayraktarTB2, можна побачити що на початку повномасштабного вторгнення даний тип безпілотних літальних апаратів (БпЛА) завдав значної шкоди противнику. Допустима дальність керування босприпасом дозволяла скинути снаряд і уникнути вогню ворожого зенітно-ракетного комплексу тільки завдяки тому, що на початку збройного протистояння в російських підрозділів протиповітряної оборони (ППО) ще не було чіткої тактики щодо протидії БпЛА. На даний час ворог розташовує зенітно-ракетні комплекси недалеко один від одного, створюючи тим самим зону ураження протиповітряними засобами по всій лінії фронту. Тому нанесення ударів по ворожим силам являється дуже ризиковим.

У зв'язку з цими факторами БпЛА BayraktarTB2 не наближаються близько до районів ведення бойових дій та використовуються в основному для коригування вогню артилерії та проведення розвідки по лінії фронту і прилеглих територій, а також прикордонної території Республіки Білорусь.

Обмеження можливостей застосування БпАК можна мінімізувати шляхом встановлення систем електронної протидії та вдосконаленої апаратури радіоелектронної боротьби, яка перешкоджатиме радіолокаційним системам ППО противника та знешкоджуватиме ворожі радіоперешкоди. Для підвищення

ефективності застосування даного виду БПЛА буде використання боеприпасів з більшою дальністю керування, які можуть покривати відстань до кількох десятків кілометрів і точнішою системою GPS-наведення. Також можна збільшити дальність пострілу коригуючого лазера.

БАРАЖУЮЧИЙ БОЄПРИПАС “ЛАНЦЕТ”: ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПРОТИДІЇ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Д.М. Поліщук; В.О. Попов

*Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана
Кожедуба*

Баражуючий боеприпас “Ланцет” є сучасною зброєю, створеною для точкових ударів по техніці, укріпленнях і живій силі. Він оснащений оптико-електронною системою наведення, GPS та здатний автономно виконувати завдання.

У російсько-українській війні з 2022 року “Ланцет” активно використовувався для знищення артилерії, РЛС і систем ППО, завдаючи значних втрат. Проте його ефективність обмежується залежністю від систем навігації, яка може бути порушена засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Є три основні дрони які необхідно перехоплювати у зв’язку з потенційною небезпекою які вони можуть нести, це Supercam S350, ZALA 421-16E та "Орлан-10" ураження даних дронів відбувається за рахунок повітряного підриву на малих дистанціях, як приклад ми беремо FPV дрони, які виготовляють для Сил оборони України, та які вже були використанні для ураження ворожих БПЛА розвідників та камікадзе.

Таким чином, ефективна боротьба з “Ланцетом” можлива лише при інтеграції різних засобів і методів, одним з даних методів є машинне навчання (ML), що дозволить виводити дрони в сектор польоту ворожого БПЛА де він буде виявляти ціль самостійно та вражати її без безпосереднього керування пілотом.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ВОРОЖИХ РОЗВІДУВАЛЬНИХ БПЛА В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВІЙНИ

Д.В. Головка; К.В. Пиль

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

У сучасних умовах протистояння на полі бою значну загрозу становлять ворожі розвідувальні БПЛА типу "Орлан", які передають оперативну інформацію противнику. В умовах збройного протистояння України проти загарбників цей фактор становить велику проблему, так як велика кількість розвідувальних БПЛА та складність створення цілісного алгоритму мір протидії їм становить велику проблему для реалізації мір щодо захисту українських військових об'єктів та особового складу.

Для нейтралізації БПЛА типу "Орлан" пропонується вдосконалити методи радіоелектронної боротьби, спрямовані на перехопленні та маніпуляції сигналами управління різних типів ворожих розвідувальних дронів.

Основна ідея полягає у використанні обладнання, здатного приймати, аналізувати та записувати команди, що передаються на БПЛА противника. Далі ці записані сигнали передаються на ворожий БПЛА з іншого, дружнього пункту управління. Наступним етапом є генерування більш потужного сигналу, який перевищує рівень сигналу, що надходить до БПЛА від його командного пункту. Таким чином, дрон починає приймати та виконувати команди від нашого передавача, який циклічно передає сигнали керування з більшою потужністю, змушуючи БПЛА виконувати потрібні дії, або повністю вивести розвідувальний безпілотний апарат з під контролю штатного оператора. .

Такий підхід є економічно вигідним, знижує ризики ураження ворожими засобами стаціонарних та рухомих об'єктів, та дозволяє уникнути втрат цінного обладнання. Крім того,

примусова посадка ворожих БПЛА створює додаткову можливість для отримання розвідданих, які допоможуть у визначенні місця положення ворожого пункту управління та запуску БПЛА. Удосконалення цих методів сприятиме підвищенню обороноздатності Збройних Сил України та ефективній протидії сучасним викликам на полі бою.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРА У БОЙОВИХ ДІЯХ

*О.А. Ківшар; С.В. Резніков; О.П. Терещенко
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сьогодні Україна - одна з найрозвиненіших країн у Європі з використання квадрокоптерів. Сучасне ведення бойових дій приділяє особливу увагу безпілотних літальних апаратів (далі БПЛА), які виконують низку бойових завдань, а саме: аеророзвідка, бойова робота по ворожих цілях, наведення авіації на наземні цілі, створення хибних цілей для відволікання уваги противника, нанесення ударів по наземних об'єктах, коригування вогню, передача інформації до пункту управління підрозділу, тощо.

Оскільки ця корисна техніка є не дешевим витратним матеріалом, який постійно необхідний під час ведення бойових дій, треба враховувати певні практичні рекомендації, завдяки яким можливо максимально скоротити втрати БПЛА, а головне - зберегти життя військовослужбовців, тому:

- не можна злітати з локації військової частини, необхідно вибирати віддалену позицію, також рекомендується під час кожного чергового польоту використовувати різні локації (якщо це можливо);

- у процесі польоту необхідно орієнтуватися на показники потужності сигналу, кількість супутників, таким чином можна своєчасно зреагувати, якщо проти БПЛА спрацюють засоби радіо-електронної боротьби;

- під час польоту потрібно перебувати в укритті, зберігаючи візуальне спостереження за БпЛА;
 - потрібно перевести персональний мобільний пристрій у режим "під час польоту" (якщо відсутній зв'язок із пультом дрона через WiFi), також на смартфоні потрібно вимкнути опцію визначення координат;
 - про початок та завершення польоту необхідно повідомляти відповідальний підрозділ, в якому здійснюється бойова робота.
- Якщо БпЛА прикрив собою відхід групи, сприяв відбиттю атаки або виявив ворожу техніку, яку потім змогли знищити, але водночас впав або загубився - він себе "виправдав". Бо гаджет і людське життя - непорівнянні за цінністю поняття. Тому ключове військове застосування дронів - захист та збереження життя особового складу на бойових позиціях.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ БпЛАК ЩОДО СУМІСНОГО ЗАСТОСОВУВАННЯ З ПІДРОЗДІЛАМИ АРТИЛЕРІЇ

*О.В. Іщенко, д-р філософії; Ю.М. Рижков
Національний університет оборони України*

Результати аналізу здобутих уроків застосування військ (сил) під час відсічі широкомасштабної збройної агресії РФ проти України показують, що підрозділи артилерії та безпілотні авіаційні комплекси (БпЛАК) здатні забезпечити безперервну та результативну вогневу (розвідувальну) підтримку загальновійськових підрозділів у ході реалізації наміру командира в різних формах ведення воєнних дій. За своїм функціональним призначенням БпЛАК поділяються на: розвідувальні, ударні та багатофункціональні. Розвідувальні БпЛАК: мультироторного типу: "Mavic", "Autel", "Matrice"; літакового типу: "FlyEye", "Shark", "ACS-3" та інші. Основні завдання: ведення повітряної розвідки до 40 км; корегування вогню артилерії та контролю результатів вогневого впливу на противника. Ударні БпЛАК: мультироторного типу зі скидом: "Вампір", "Кажан Е630", "R-18" та інші; мультироторного типу

FPV камікадзе: “Shrike”, “Phoenix”, “Чупакабра”, “Генерал Черешня” та інші; літакового типу камікадзе: “Warmate3.0”, “RAM-2A” та інші; літакового типу: БпАК “Punisher”. Основні завдання: вогневий вплив на противника, дистанційне мінування місцевості, створення осередків пожеж, задимлення місцевості, знищення розвідувальних БпЛА. Багатофункціональні БпАК: мультироторного типу: “Mavic”, “Matrice”, “R-18” та інші. Основне завдання: доставка вантажів всебічного забезпечення бойових дій (бою). Таким чином, доцільним напрямом подальшого дослідження є обґрунтування рекомендацій посадковим особам підрозділу об’єднаної вогневої підтримки, щодо сумісного застосування підрозділів артилерії з БпАК.

БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ

К.С. Карлов; Ю.В. Георгієв

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

У сучасній війні широке застосування отримали такі види БпЛА як: ударні та розвідувальні.

Для поразки наземних цілей в умовах їх прикриття сильною об’єктовою або зональною системою ППО.

Існуючі бойові БпЛА використовуються для вирішення наступних основних завдань:

1) знищення засобів ППО противника при формуванні коридорів прориву літаків і вертольотів оперативно-тактичної та військово-транспортної авіації,

2) знищення наступаючих мотопіхотних, танкових та повітряно-десантних підрозділів супротивника,

3) удари по опорним пунктам, артилерійським позиціям та вертолітним майданчикам противника,

4) виведення з ладу мостів, переправ, баз постачання та інших об’єктів інфраструктури супротивника,

5) нанесення ударів по місцях вивантаження і зосередження резервів противника;

Завдання, які вирішуються розвідувальними БпЛА:

1) артилерійська розвідка та коригування вогню для спостереження влучання або невлучання снарядів поруч із метою для подальшого внесення відповідних поправок у разі потреби,

2) розвідка території для виявлення противника, слідів його перебування та інших фактів,

3) управління боєм за допомогою БпЛА, розрахунок БпЛА може допомогти командирі підрозділи бачити обстановку зверху в режимі реального часу та в режимі реального часу управляти силами та засобами.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАНЦІЙ АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

О.В. Коробецький; Д.В. Карлов, д.т.н., с.н.с.;

В.М. Петров, к.військ.н.; І.Л. Костенко, к.військ.н., с.н.с.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Забезпечення стійкого та безперервного керування безпілотним літальним апаратом (БпЛА) в умовах активних перешкод противника є надзвичайно складною задачею. Не менш складним є управління БпЛА – постановником перешкод (БпЛА-ПП) під час роботи станції активних перешкод (САП) у режимі передачі. Складність обумовлюється тим, що випромінюванням САП придушує радіоелектронні засоби противника при цьому система управління БпЛА-ПП повинна забезпечувати працездатність.

Вказана прикладна задача може бути вирішена за рахунок введення комплексу організаційних та технічних заходів. Особливістю застосування САП є рознесення сигналів САП і команд керування в часі, для протидії засобам РЕБ противника,

по частоті тощо. Сигнал готовності до прийому сигналу керування передається через САП і являє собою кодований сигнал тривалістю декілька мілісекунд, подібний сигналу перешкоди. Слід відмітити, що САП має велику потужність, тобто у використанні направлених антен немає потреби, а приймач системи керування може бути максимально спрощений.

Комплексне проведення заходів щодо основних можливостей управління САП одного або групи БПЛА-ППІ підвищує ефективність застосування станцій активних перешкод.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРОТИДІЇ FPV-ДРОНАМ ПРОТИВНИКА

*Т.М. Кравець, к.геогр.н., доц.; В.І. Пацетник
Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

FPV-дрони (First-PersonView) відіграють важливу роль у сучасних військових конфліктах завдяки своїй високій швидкості, маневреності та здатності виконувати різні бойові завдання. Вони широко використовуються для розвідки, ударних операцій, підтримки наступу й оборони. У сучасній війні FPV-дрони застосовують як українська армія, так і супротивник, що робить їх важливою частиною арсеналу обох сторін. Особливості FPV-дронів, які використовує противник, роблять їх ефективними у бойових діях. Вони обладнані відеоокулярами та пультами управління для керування в режимі “першої особи”, що дає операторам можливість точніше наводити дрони.

Ще одна відмінність - відсутність GPS-навігації та автопілотів, що робить FPV-дрони менш вразливими до радіоелектронного подавлення та забезпечує стабільну роботу навіть у зонах активної боротьби з електронними системами. Противник також використовує спеціальні боеприпаси та саморобні вибухові пристрої, адаптовані для FPV-дронів, що значно розширює їхні можливості.

Протидія FPV-дронам противника базується на активних і пасивних заходах. До активних методів належать ураження дронів стрілецькою зброєю, електронне подавлення каналів управління та знищення пунктів керування. Пасивні методи включають створення захисних споруд, маскування, розміщення хибних позицій і захисних сіток.

Серед популярних моделей FPV-дронів противника - "РТД-К", "Корт", "Бумеранг" і "Оса". FPV-дрони є серйозною загрозою в сучасній війні, тому ефективні методи боротьби з ними є пріоритетом для захисту та підвищення боєздатності військових підрозділів.

ТЕНДЕНЦІЇ ВПЛИВУ FPV НА ОПТОВОЛОКНІ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЯ

В.В. Джаназян

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

Керування FPV-дроном за допомогою оптоволоконного кабелю є принципово новим кроком в їх використанні на полі боя. Сигнали, передані таким чином, дозволяють оператору мати чітке зображення та керувати БпЛА з мінімальними затримками.

У той же час оптоволоконний кабель забезпечує безперервну та надійну передачу сигналів навіть у присутності сильних перешкод, що робить FPV-дрон нечутливим для засобів РЕБ, та непомітним для систем радіолокаційного виявлення.

Мінусом такої системи є менша маневреність дрона та обмеження зони використання здебільшого відкритою місцевістю. Збільшення радіусу використання (збільшення довжини оптоволоконного проводу в котушці), приводить до збільшення ваги котушки, що в свою чергу веде до зменшення корисного навантаження (бойової частини), яке може переносити дрон. На даний момент відомо про максимально заявлена довжину кабелю у 20 кілометрів.

Можна зробити висновок, що найактуальнішими цілями для таких дронів є бронетехніка, яка знаходиться в безпосередній близькості до лінії зіткнення. Це підтверджується даними по застосуванню ворожих БпЛА на оптоволокні проти української техніки.

В свою чергу активізація використання дронів на оптоволокні актуалізувала питання захисту важкої техніки за допомогою засобів, альтернативних РЕБу.

До таких можна віднести засоби кінетичного впливу (антидронові сітки, дріб) та засоби оптичної протидії FPV (засліплення камери дрона, димові завіси, інше).

УДАРНІ БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ

А.М. Матвієнко; О.О. Калина

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

БпЛА - ударники стали важливим елементом сучасних військових операцій завдяки здатності виконувати високоточні удари по ворожих цілях, мінімізуючи ризики для живої сили та знижуючи витрати на бойові місії. Вони дозволяють ефективно знищувати критичні об'єкти й підтримувати війська в реальному часі на полі бою, часто виконуючи завдання, які раніше потребували б участі пілотованої авіації.

Для підвищення ефективності БпЛА – ударників ми пропонуємо:

- встановлення передових систем наведення, таких як лазерні або інфрачервоні;
- покращення конструкції БпЛА за рахунок використання легших, але міцних матеріалів;
- оснащення БпЛА інтелектуальними боєприпасами, які можуть коригувати траєкторію польоту після запуску;
- використання технологій зниження помітності в інфрачервоному і радіолокаційному діапазонах;

- впровадження захищених каналів зв'язку і технологій самонавчання.

БпЛА – ударники є ключовим елементом, які трансформують підходи до ведення бою, підвищують ефективність і швидкість реагування на загрози. Їх подальший розвиток – це крок до створення більш автономних, малопомітних і стійких до перешкод систем, здатних працювати в складних бойових умовах. У перспективі, вони не лише розширять військовий потенціал, але й стануть важливим фактором стримування та зміцнення обороноздатності, що робить їх інвестицією у безпеку та технологічну перевагу майбутнього.

РОЛЬ БпЛА В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

В.В. Кондратенко; Д.В. Сніжко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана 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 застосування, в тому числі удари по противнику.

БпЛА Bayraktar TB2 є цілодобовим засобом розвідки, який дозволяє виконувати завдання, як в день, так і вночі у різних режимах камери на відстані до 100 км. Може 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 високоманеврених підрозділах противника.

БпЛА Bayraktar TB2 мають суттєві відмінності у порівнянні із типовими цілями комплексів протиповітряної оборони, тому що вони складаються із композитних матеріалів, через це вони мало

помітні, також він досить тихий у роботі. Може також завдавати удару по противнику досить влучно завдяки наведенню лазера на ціль, але для цього потрібно підлітати на небезпечну відстань. Для покращення виконання бойових завдань є пропозиція замінити бомбу МАМ-L якою оснащений Bayraktar TB2 на керовану ракету з лазерним наведенням для ураження цілі на великій відстані. Таким чином ми зможемо, побачивши дуже важливу ціль одразу її знищити, не чикаючи поки цим будуть займатись інші підрозділи. Також зможемо допомогти піхоті в просуванні та знищенні ворожої техніки на великій дистанції, завдяки ракеті з лазерним наведенням на ціль, або завдавати удари по логістичним місцям за лінією зіткнення без загрози для життя льотчика.

**ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ПІДРОЗДІЛАМИ
БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ РІЗНОГО
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З
ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ**

Є.Є. Крепко¹; В.В. Грідіна¹. К.В. Акименко²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А1850*

Безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) стали ключовими елементами сучасних військових операцій, особливо у конфліктах, де важливі точність, оперативність, мобільність та зниження ризиків для особового складу. Досвід бойових дій в Україні, зокрема під час повномасштабної війни, підтвердив ефективність БпАК у виконанні широкого спектра завдань – від розвідки та коригування вогню до нанесення високоточних ударів по цілях.

Однією з головних переваг є здатність до взаємодії різних типів безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Розвідувальні, забезпечують виявлення ворожих цілей та передачу точних координат ударним БпЛА або артилерії. Завдяки цьому значно скорочується час на прийняття рішень та реалізацію бойових

завдань, що є критично важливим у динамічних умовах сучасного поля бою.

Сучасні БпАК виконують не лише класичні розвідувальні та ударні функції. Одним із важливих напрямків є застосування засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) для нейтралізації ворожих засобів зв'язку та протиповітряної оборони (ППО). Безпілотники, оснащені комплексами РЕБ, можуть: виявляти, глушити сигнали управління ворожих систем ППО; захищати війська від ворожих безпілотників, використовуючи технології перехоплення або створення перешкод.

Такі можливості дозволяють підвищити ефективність бойових операцій і зменшити втрати техніки та особового складу.

ЗМІШАНІ АВІАЦІЙНІ УГРУПОВАННЯ: ІСТОРІЯ І СУЧАСНІСТЬ

А.П. Бабич¹, к.військ.н., доц.; О.А. Стащак²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А1850*

Вже після Першої світової війни, де авіація набула активного застосовуватися в ході бойових дій для виконання завдань повітряної розвідки, корегування вогню артилерії скидання боєприпасів, почалися активні теоретичні дослідження щодо її розвитку. Важливе місце в теорії розвитку авіації займає праця італійського воєнного теоретика генерала Джуліо Дуе “Панування в повітрі”, де висловлена ідея взаємодії родів авіації, шляхом створення змішаних авіаційних угруповань під єдиним керівництвом. На думку Дуе, авіація, навіть якщо вона виконує завдання в інтересах сухопутних військ, повинна мати своє окреме підпорядкування і становити окремий вид збройних сил. Це дасть змогу масувати її зусилля на виконанні найважливіших завдань, забезпечить необхідну оперативність і компетентність в управлінні її діями. Хід Другої світової війни підтвердив правоту думки Дж. Дуе, адже під час ведення бойових дій на континентальних ТВД саме потужні авіаційні угруповання

довели свою ефективність як у взаємодії із сухопутними військами, так і вирішуючи самостійні завдання. Реалізація теорії різнорідних авіаційних угруповань, з появою і активним застосуванням безпілотних авіаційних угруповань, на сьогоднішній день, має прояв в змішаних авіаційних формуваннях пілотованої і безпілотної авіації. Ефективність таких підходів доводить досвід збройних конфліктів і війн кінця ХХ – го початку ХХІ – го століть, те простежується стійка тенденція розширення спектру завдань саме безпілотної авіації, поступова трансформація завдань безпілотної складової змішаних угруповань з забезпечуючих дій для пілотованої авіації в завдання безпосереднього вогневого ураження об'єктів, особливо в середовищі потужної протиповітряної оборони противника, безпосередньо на полі бою і на далеких відстанях від лінії бойового зіткнення. На сьогоднішній день, ідея змішаних авіаційних угруповань знайшла свою реалізацію в змішаних авіаційних угрупованнях пілотованої і безпілотної авіації. Доцільність і перспективність таких авіаційних угруповань визначається наступним: такі угруповання дозволяють вирішити повний цикл заходів щодо виконання завдання ураження цілей, а саме: виявлення, розпізнавання, ідентифікацію, безпосередній вогневий чи радіоелектронний вплив, що забезпечується комплексним застосуванням цільового навантаження зразків пілотованої і безпілотної авіації; важливу роль у виборі пріоритетних для ураження об'єктів ППО, що, на сьогоднішній день, є одним із найважливіших завдань будь – якої операції (бойових дій) може відіграти безпілотна компонента змішаного авіаційного угруповання. Більше того, розвідувально-ударні і ударні безпілотні літальні апарати можуть ефективно вражати такі об'єкти високоточною зброєю, зберігаючи життя льотчиків і пілотовані літальні апарати, вартість яких на порядки перевищує вартість БпЛА; в найближчій перспективі цільове навантаження безпілотних літальних апаратів буде включати засоби ураження класу “повітря - повітря”, що доповнить бойові можливості винищувальної авіації, особливо в плані

можливостей БпЛА тривалого перебування в зонах чергування в повітрі при блокуванні аеродромів і організації повітряних заслонів.

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ, ЯК ЗАСОБІВ ПРИКРИТТЯ
ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*О.С. Балабуха, к.т.н.; В.А. Бородавка, к.т.н., доц.;
Г.М. Качуровський, к.т.н.; М.О. Максимов; М.О. Пилипець
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Доповідь присвячена питанням аналізу перспектив розвитку безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), як засобів прикриття об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ) від засобів повітряного нападу противника (ЗПН) типу безпілотний літальний апарат (БпЛА). Розглянуті питання побудови математичного та методичного апарату для оцінки ефективності застосування БпАК, як засобу протидії розвідувальним та ударним БпЛА противника. Проведено аналіз чинників, що визначають вимоги до експлуатаційних та бойових властивостей БпАК, як засобу протидії розвідувальним та ударним БпЛА противника з урахуванням досвіду відбиття широкомасштабної збройної агресії з боку російської федерації.

Метою доповіді є визначення можливих шляхів щодо підвищення ефективності застосування БпАК в якості засобів прикриття ОКІ від впливу розвідувальних та ударних БпЛА противника. В роботі пропонується використання БпАК в різній конфігурації в залежності від особливостей та умов бойового застосування, особливостей дій противника, характеристик ОКІ, що прикриваються. Зроблено висновок, що впровадження БпАК в систему протиповітряної оборони (ППО) України, дозволяє підвищити ефективність протидії розвідувальним та ударним БпЛА противника та низькошвидкісним ЗПН противника інших типів.

**ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ОДНОРАЗОВОЇ ДІЇ
ОПЕРАТИВНОГО РІВНЯ І МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ
ВИРІШЕННЯ**

А.П. Бабич¹, к.військ.н., доц., К.Б. Корнигіна²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба; ²Військова частина А1850*

На сьогоднішній день, найбільш гострою проблемою застосування безпілотних авіаційних систем одноразової дії оперативного рівня, як ірансько – російського виробництва типу Шахед, так і вітчизняного виробництва такого ж класу, які активно застосовуються воюючими сторонами для ураження об'єктів в глибокому тилу, є високий рівень уразливості таких систем від засобів ППО. Маючи достатньо високу точність виходу на ціль, майже 90%, як іранських, так і українських БпЛА такого класу і призначення збивалися засобами ППО, в більшості випадків, після початку маневру для атаки цілі, тобто, в безпосередній близькості від об'єкту удару. Це пояснюється тим, що вражати такі, відносно дешеві, засоби на маршруті польоту, де вони активно маневрують по висоті і напрямку, багатовартістними зенітними ракетами, не раціонально, в ситуації, коли їх швидкість польоту, широкі можливості щодо оптичного і акустичного виявлення, дозволяють ефективно застосовувати зенітну артилерію і стрілецьку зброю. Якщо вплинути на льотні характеристики і бойові можливості літального апарату, який є на етапі інтенсивного серійного виробництва досить складно, шлях до підвищення ефективності лежить в площині знаходження нових тактичних прийомів застосування і формуванні для кожного бойового вильоту потужної системи забезпечення.

Що стосується тактичних прийомів, то вони, в своїй більшості, повинні бути спрямовані на знаходження можливостей більш ефективного здолання протидії ППО противника. Класичним прийомом, який може реалізовувати система управління БпЛА такого класу, є обхід зон ураження, що ефективно використовується

іранськими системами Шахед 136. Зміст цього тактичного прийому полягає в тому, що атака об'єкту удару виконується з його флангів і, навіть, з тилу, обходячи зони ураження, які, як правило, формуються на ймовірних напрямках польоту БпЛА. Виконання такого тактичного прийому може принести очікуємиий результат, якщо екіпаж своєчасно забезпечити розвідувальною інформацією щодо побудови системи ППО противника, що буде підставою саме для планування маршруту польоту. По мірі збільшення виробництва українських безпілотних систем одноразового використання оперативного рівня доцільно використовувати тактичний прийом масованих нальотів БпЛА, який започаткувала Росія, за умов значної кількості дронів Шахед-136. Зміст цього тактичного прийому полягає в тому, що декілька БпЛА атакують ціль з різних напрямів, при цьому окремі БпЛА виконують завдання виявлення позицій засобів ППО, для яких плануються маршрути саме через ймовірні зони ураження, що приносить ефект, коли відсутня достовірна інформація щодо системи ППО противника. Нанесення ударів БпЛА доцільно планувати в темну пору доби, коли ускладнено їх візуальне виявлення і визначення кількості.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ БпЛА ТИПУ ГЕРАНЬ-2 ОСКОЛКОВОЮ ДІЄЮ

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

М.В. Сосулін

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сьогодні безпілотні літальні апарати (БпЛА) являються невід'ємним засобом вогневого ураження у сучасних військових конфліктах під час ведення бойових дій. В зв'язку з цим виробники постійно проводять удосконалення їх конструкції, бойової частини, системи зв'язку, завадостійкості та збільшення дальності польоту. Звідси постає питання розроблення шляхів ефективної протидії БпЛА.

Одним із способів протидії БпЛА типу Герань-2 є застосування авіаційного артилерійського озброєння з використанням патронів з посиленою осколковою дією. Основними недоліками при застосуванні авіаційної артилерійської зброї, які впливають на зменшення ефективності осколкової дії поруч з ціллю, є протиріччя між зустрічню снаряда з ціллю і напрямком розльоту та розподілу осколків у напрямку цілі.

Для підвищення ефективності дії авіаційної гармати ГШ-30К з багатоелементними патронами, з бойового вертольоту необхідно дослідити питання, що пов'язані з характеристиками уражаючої дії осколкового поля, яке утворюється при спрацюванні підривача. Звідси виникає задача дослідження зони небезпечних розривів бойової частини снарядів. Для цього необхідно знати довжину БпЛА типу Герань-2, ширину і кути нахилу розльоту та щільності осколкового поля для одного багатоелементного снаряда МЕ-30 ГШ.

В роботі обґрунтовано умови бойового застосування гармати ГШ-30К та визначено оптимальну довжину черги патронів МЕ-30ГШ, які забезпечують ефективне ураження БпЛА типу Герань-2. Визначено оптимальну дальність стрільби з гармати ГШ-30К, за якої забезпечується максимальне накриття цілі певним шаром осколків.

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИКОНАННЯ БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*М.Ф. Білий; В.В. Духновський; О.В. Ватацук
Національний університет оборони України*

В сучасній війні безпілотні авіаційні системи (далі – БпАС) зарекомендували себе як найбільш ефективний та дешевий інструмент за допомогою якого можна забезпечити практично повний спектр авіаційного забезпечення військ. Однак при стрімкому розвитку БпАС стрімко почали розвиватись і засоби протидії їм.

В сучасній війні при плануванні застосування БпАС керівному складу угруповань мають братися до уваги безліч чинників які впливають на якість виконання бойового завдання. Оскільки кількість чинників занадто велика їх можна узагальнити до основних категорій які вже розглядають більш детально при певних ситуаціях.

До цих чинників можна віднести:

природні чинники (атмосферні явища, тиск і т.д.);

кількість спостережних постів противника на території противника;

кількість комплексів і засобів радіоелектронної боротьби по маршруту виконання завдань;

також можлива наявність засобів перехоплення БпЛА (наприклад французький Interceptor MP200);

активність FPV БпЛА противника в протидії нашим БпЛА на ділянці виконання завдання.

Для протидії чинникам розробляються нові форми і способи застосування БпЛА (ройове застосування БпЛА, керування безпіотної засобів пілотованою авіацією і т.д.)

ВИКОРИСТАННЯ БпЛА В СУЧАСНОМУ ОЗБРОЄННІ: ДОСВІД УКРАЇНО-РОСІЙСЬКОГО КОНФЛІКТУ

Д.С. Чучвага; І.Р. Сітало; Є.В. Матвєєв

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали ключовою складовою війни в Україні, значно вплинувши на характер бойових дій. Вони дозволяють Збройним Силам України швидко отримувати розвіддані, точно коригувати артилерійський вогонь та наносити удари по важливих цілях ворога, мінімізуючи ризики для особового складу.

Переваги БпЛА: безпілотники дозволяють виконувати завдання без ризику для оператора, використовуються для розвідки, ударів і коригування артилерії, демонструють ефективність у

важкодоступних і небезпечних зонах, а також забезпечують швидку адаптацію до змін у бойовій обстановці.

Недоліки БПЛА: їхня робота залежить від GPS, сигнали якого можуть глушити вороги; безпілотники вразливі до радіоелектронної боротьби (РЕБ), мають обмежений час роботи через слабкі батареї, а також є дорогими в закупівлі та обслуговуванні.

Технічні вдосконалення: для підвищення ефективності розробляють автономні системи, що не залежать від GPS, батареї з більшою ємністю та сонячні панелі, матеріали для зменшення видимості на радарх. Також вдосконалюються системи наведення для точних ударів, впроваджуються зашифровані канали зв'язку для захисту від глушіння, а модульний дизайн дозволяє швидко адаптувати дрон до конкретного завдання.

Подальший розвиток дронів має зосередитися на автономності, захисті від глушіння та підвищенні тривалості роботи, що забезпечить технологічну перевагу в бойових умовах

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПРОТИДІЇ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИМ КОМПЛЕКСАМ ПРОТИВНИКА З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

П.М. Стешенко¹, к.т.н., ст.д.;

І.М. Тулиця², д.філос.; О.Ю. Дроль²

¹Державний науково-дослідний інститут авіації

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

Трансформація театру бойових дій в напрямку зростання ролі роботизованих комплексів, як ключового засобу для виконання бойових завдань як у повітряному просторі, так і на землі призвела до динамічного розвитку ринку безпілотних систем, про що свідчить створення у Збройних Силах України окремого роду сил – Сил безпілотних систем. При цьому слід зазначити, що широкий спектр задач, які виконуються безпілотними системами, та активна протидія противника в цьому напрямку вимагає постійного удосконалення як тактико-технічних характеристик, так і способів

їх застосування. Досвід бойових дій на території України свідчить про спрямованість суттєвих зусиль противника на децентралізацію процесу управління розвідувально-ударними комплексами, ключовою складовою яких є розвідувальні безпілотні літальні апарати (БпЛА). Так, останнім часом нанесення ракетних ударів противником супроводжується застосуванням розвідувальних БпЛА оперативного-тактичного рівня з метою проведення дорозвідки (уточнення координат позицій та об'єктів Сил оборони України) та передачі координат оперативного-тактичним ракетним комплексам противника. Це дозволяє: скоротити час для прийняття рішення щодо нанесення ударів ракетними комплексами противника; підвищити достовірність розвідувальних даних; забезпечити контроль нанесення ракетних ударів та його наслідки; вести коригування в реальному масштабі часу. Тому актуальним постає питання пошуку шляхів своєчасного виявлення та подальшого знищення розвідувальних БпЛА противника.

ТРАНСФОРМАЦІЯ СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ АКТИВНОЇ ПРОТИДІЇ ЗАСОБІВ РЕБ ПРОТИВНИКА

І.М. Тулиця¹, д.філос.; Р.В. Василенко¹;

Т.В. Паращенко², д.філос.

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

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

На сьогоднішній день одним з основних проблемних аспектів застосування підрозділами Сил оборони України безпілотних авіаційних систем (БпАС) є активна протидія засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника з метою здійснення деструктивного впливу як на лінії керування та контролю, так і на лінії пересилання даних. Це призвело до суттєвої трансформації способів застосування БпАС та цільового споряддя безпілотних літальних апаратів (БпЛА):

1. Комплексне застосування БпЛА коптерного та літакового типу. БпЛА коптерного типу застосовуються в ударних цілях – з метою ураження об’єктів (сил та засобів) противника. В свою чергу, БпЛА літакового типу застосовуються, як в ролі носія для БпЛА коптерного типу, так і в якості ретранслятору з метою зниження негативного впливу засобів РЕБ противника.

2. Модернізація цільового споряддя БпЛА в напрямку створення умов для підвищення автономії в процесі керування:

- модернізація апаратної складової - інтеграція до бортового обладнання додаткових елементів для підвищення обчислювальних спроможностей, що дозволяє створити умови для інтеграції технологій штучного інтелекту в процес керування;

- модернізація програмної складової в напрямку використання технологій комп’ютерного зору для зниження ролі оператора в процесі керування БпЛА в умовах активної протидії засобів РЕБ противника.

АЕРОСТАТИ ЗАГОРОДЖЕННЯ ЯК ЗАСІБ БОРОТЬБИ З ВОРОЖИМИ БпАК

*О.К. Шейгас, к.т.н., доц.; Є.С. Єлісєєв; О.С. Степанко
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Загороджувальні аеростати - спеціальні аеростати, що використовуються для пошкодження літаків при зіткненні з тросами, оболонками або зарядами вибухової речовини, які були підвішуванні на тросах. Одним із перших засобів захисту від повітряних нападів були загороджувальні аеростати. Їх використовували для знищення або пошкодження ворожих літаків.

В умовах сучасної війни пропонується також використання подібних пристосувань для боротьби з ворожими безпілотними авіаційними комплексами (БпАК). Як правило, від аеростата до землі йде безліч тросів, що утворюють сітку. Для ефективного використання в якості засобів ППО аеростати потрібно

вивішувати парами з натягнутою сіткою між тросами ділиною 30-50 метрів. Для розгортання лінії захисту аеростатів загородження можливо використання мобільних груп на позашляховиках, які зможуть за даними розвідки вирушити в район можливого польоту ворожих БпАК та досить швидко розгорнути та застосувати аеростати загородження. Щоб виконати це завдання, мобільні групи повинні бути забезпечені окрім самих аеростатів балонами з надлегким газом, наприклад, гелієм. Також необхідна лебідка для підняття та опускання аеростатів та системи їх кріплення до земної поверхні. Для збільшення ефективності використання аеростатів загородження пропонується розташовувати їх в шаховому порядку, а ділину тросів та сітки розраховувати з урахуванням висот польоту ворожих БпАК.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

*Ю.П. Волков, к.т.н.; І.М. Тулиця, д.філос.; І.С. Гавура
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Досвід бойових дій на території України свідчить про суттєві зусилля противника, спрямовані на інтеграцію в систему повітряної розвідки технологій штучного інтелекту. Так, аналіз інформації з відкритих джерел свідчить про те, що противник вже активно випробовує в умовах ведення бойових дій використання технологій комп'ютерного зору на безпілотних літальних апаратах (БпЛА) коптерного типу з метою автоматизованого наведення ударних БпЛА по об'єктах Сил оборони України в умовах активної протидії засобів радіоелектронної боротьби.

Використання на борту БпЛА зазначених технологій дозволяє створити умови для:

- підвищення оперативності обробки відеоданих в реальному масштабі з нанесенням міток (у вигляді рамок) на відео зображенні з об'єктом інтересу (відповідний зразок озброєння та військової техніки);

- автоматизованого захоплення та супроводження цілі;
- донаведення БпЛА по цілі в умовах активної протидії засобів радіоелектронної боротьби.

Слід зазначити, що проблемним аспектом використання зазначеного напрямку в умовах застосування БпЛА є залежність точності розпізнавання об'єктів повітряної розвідки від набору даних, що використовується для тренування (навчання) моделі, який повинен враховувати особливості району ведення розвідки, параметрів польоту, метеоумови т.і. Тому далі пропонується розробити набір даних, який дозволить мінімізувати дисбаланс між показниками точності та оперативності обробки даних в автоматизованому режимі.

НАПРЯМ №2

**ДОСВІД ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЗАСТОСУВАННЯ БпАК ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ АКТИВНОЇ
ПРОТИДІЇ ПРОТИВНИКА**

**МОДУЛЬНІ ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ АЕРОДИНАМІЧНИХ ТА
ЛЬОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БПЛА**

Є.В. Спіркін, к.т.н.; Є.О. Українець, д.т.н., проф.;

К.К. Мироненко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Модульні програмні комплекси “Інтеграція 2.2” та “Повітряний гвинт 2024” розроблені для вирішення актуального та важливого для практики завдання визначення аеродинамічних та льотно-технічних характеристик БПЛА.

В модульному програмному комплексі “Інтеграція 2.2” реалізована напівемпірична методика визначення аеродинамічних та льотно-технічних характеристик БПЛА. Модуль вихідних даних по планеру БПЛА, двигунів силової установки, авіаційних засобах ураження формується на основі цільових завдань БПЛА. Перевагами даного програмного комплексу є завдання профілю польоту БПЛА, можливість підключення модулю експертної оцінки. Таким чином, удосконалений програмний комплекс дозволяє проводити комплексні параметричні дослідження БПЛА як з традиційними, так і гібридними силовими установками.

Модульний програмний комплекс “Повітряний гвинт 2024” розроблено та вдосконалено для науково-методичних досліджень характеристик повітряного гвинта змінного кроку. Процедура визначення основних аеродинамічних характеристик повітряного гвинта змінного кроку ґрунтується на основі

проектування лопаті повітряного гвинта та складається з основних модулів: вихідні дані для досліджень; проектувальний розрахунок лопаті; міцний розрахунок лопаті; перевірочний розрахунок повітряного гвинта; формування 3D моделі лопаті; формування закону управління лопаттю; вивід отриманих нормальних характеристик повітряного гвинта; довідникові дані (база даних за гвинтовими профілями, характеристики двигунів, характеристики конструкційних матеріалів, повітряні гвинти. Функціонування комплексу є замкнутим циклом досліджень з можливістю корекції вихідних даних та повторного проведення розрахунків.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ ВІДБОРУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ

А.Г. Єрилкін, к.військ.н., доц.; Д.В. Бердочник, д.філос.;

С.І. Смик, к.т.н.; О.М. Марченко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Характерною особливістю сил оборони (СО) України в ході протистояння військовій агресії російській федерації є набуття нових спроможностей за рахунок розвитку безпілотної авіації, розширення переліку завдань, які на неї покладаються. Відсутність сталої промислової основи з виробництва безпілотної авіаційних комплексів (БпАК) обумовило їх закупівлю у національного виробника та іноземних компаній.

Для виконання об'єктивної порівняльної оцінки бойових можливостей БпАК, що відбираються для сил оборони України, вони мають оцінюватись за сукупністю однакових критеріїв. Ефективність вирішення цього завдання залежить від якості методики відбору, що застосовується. На основі дослідження положень керівних документів з питань закупівлі продукції військового призначення обґрунтовано концептуальні підходи щодо розробки методики вибору БпАК в основу якої покладено

врахування етапів життєвого циклу та їх складових. Запропоновано, для БпАК одноразового застосування використовувати в якості критерія відбору його ціну, а для БпАК багаторазового застосування необхідно враховувати вартість їх життєвого циклу. Такий підхід дозволяє визначити доцільність та пріоритетність закупівлі БпАК для СО України та створює умови до розвитку національного військово-промислового комплексу, який має властивості адаптації своїх спроможностей з урахуванням сучасних технологій, щодо виготовлення БпАК.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ БпЛА ТИПУ DJI MAVIC ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАДАЧ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ

Ю.В. Шабатура¹, д.т.н., проф.; Ю.С. Літневський¹;

В.В. Бородавченко²

¹Національна академія сухопутних військ

ім. гетьмана Петра Сагайдачного; ²Віськова частина А4007

Аналіз сучасних бойових дій об'єктивно засвідчує, що використання безпілотних систем наземного, надводного, підводного і повітряного базування є домінуючою ознакою технологічної революції у військовій сфері. Причому особливо яскраво це проявляється у розвитку і масовому застосуванню в бойових діях безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Якщо на початкових етапах БпЛА використовувалися, як правило для вирішення задач розвідки, то наданий час спектр задач їх використання є дуже широким, він включає в себе: задачі вогневого ураження, ретрансляції сигналів зв'язку і управління, логістичні задачі, задачі інформування і навігації та багато інших. Чимало задач БпЛА, завдяки оснащенню системами штучного інтелекту, стають спроможними вирішувати в автоматичному режимі, однак станом на сьогодні значна частина таких завдань потребує участі людини-оператора. От саме в цій ланці сьогодні спостерігається значна кількість проблем.

У доповіді подаються результати практичного досвіду модернізації антенної системи наземної складової БпЛА типу DJI Mavic. Суть модернізації полягає в тому, що з метою підвищення рівня безпеки наземних операторів БпЛА та збільшення радіусу зв'язку і управління дронами, виконується заміна штатних антен наземного пульта управління на виносні, причому здійснюється розрахунок оптимальної довжини кабелю.

ПРОБЛЕМА НАДІЙНОСТІ БпЛА В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

В.А. Хлоп'ячий, к.т.н.; А.О. Гальона; А.Г. Шкабура;

І.С. Поталап

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) є важливою складовою військових операцій, забезпечуючи розвідку, нанесення ударів та коригування вогню. Проте їх ефективність використання на полі бою обмежується через використання противником засобів радіоелектронної боротьби. Тому постають проблеми, а саме:

- надійності системи навігації БпЛА, так як використання тільки система глобального позиціонування (GPS) ненадійне через можливе глушіння сигналів, тоді як інерціальні навігаційні системи (ІНС) з часом накопичують похибки вимірювання;

- стійкість до атак, радіонавігаційні системи вразливі до перешкод, зокрема глушіння сигналів та підробки даних це можуть бути фальшиві навігаційні цілі або підміна сигналу GPS;

- адаптація, а саме можливість швидко пристосовуватися до зміни умов, такі як радіоелектронні перешкоди або втрати сигналу.

Для вирішення даних проблем пропонується зробити комплексування різних систем, що забезпечує максимальну надійність:

- гібридні системи поєднують ІНС із GPS та іншими сенсорами для корекції похибок при виконанні бойового

завдання, це дозволяє зберігати точність польоту БпЛА навіть при глушінні GPS противником;

- комп'ютерний зір і штучний інтелект (ШІ) аналізують зображення місцевості та порівнюють об'єкти з картами, допомагаючи орієнтуватися без GPS, ШІ обробляє дані в реальному часі, підвищуючи адаптивність;

- радіонавігаційна система застосовує альтернативні частоти та багатосигнальні джерела, що підвищує стійкість до атак на GPS.

Поєднання систем досягається через спільне використання обчислювальних платформ для обробки даних із різних сенсорів. Алгоритми ШІ об'єднують дані ІНС, GPS, комп'ютерного зору та радіонавігації, створюючи єдину інформаційну картину. Такий підхід дозволяє системі автоматично перемикаватися між джерелами залежно від умов, підтримуючи високу точність і надійність. В свою чергу таке поєднання підвищить автономність та ефективність і значно знизить ризик втрати БпЛА.

АНАЛІЗ ШВИДКОСТІ РЕМОНТУ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В.В. Гомулько; О.І. Тиховод

Науково-дослідний інститут воєнної розвідки

Аналіз швидкості ремонту безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) за допомогою адитивних технологій показує перспективні можливості для скорочення часу ремонту та підвищення ефективності відновлення техніки. Традиційні методи ремонту часто включають значний час на доставку запасних частин, що, в свою чергу, може вплинути на оперативність використання БпАК.

Сучасні адитивні технології здатні створювати деталі з різних матеріалів, включаючи метали, композити та полімери, що відповідають стандартам міцності та довговічності для використання в БпАК. Такий підхід дозволяє не тільки

ремонтувати ушкоджені частини, а й модифікувати їх під конкретні вимоги або умови експлуатації, що може збільшити ресурс техніки.

Дослідження показують, що використання адитивних технологій у ремонті БпАК дозволяє скоротити час на відновлення техніки на 30-50% у порівнянні з традиційними методами. До того ж, скорочення ланцюга поставок та зменшення запасів на складах знижує витрати, що є додатковою перевагою. Тому впровадження адитивних технологій у процес обслуговування та ремонту БпАК є вагомим кроком до підвищення оперативності та ефективності їх використання в різних сферах.

БОРТОВЕ ОБЛАДНАННЯ СУЧАСНИХ БпЛА

С.Б. Кочук, к.т.н. доц.; К.А. Акименко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали одним із ключових технологічних засобів під час військових конфліктів. БпЛА відіграють важливу роль у зменшенні втрат та підвищенні ефективності бойових дій завдяки своїм унікальним можливостям.

Сучасні БпЛА потребують широкого комплексу бортового обладнання (БО) для ефективного виконання завдань з спостереження, картографії та моніторингу у важкодоступних районах.

Основою бортового обладнання є польотні контролери, які отримують та обробляють дані з гіроскопів, акселерометрів та інших датчиків для стабілізації БпЛА. Популярні моделі, такі як ArduPilotMega (APM), Pixhawk, Matek, DJI, DIATONE, SpeedyBee забезпечують автоматичне керування за маршрутом, редагування польотних точок у реальному часі та підтримку протоколу обміну телеметричними даними. Додаткові модулі, такі як електронні регулятори швидкості (ESC) та сервоприводи,

забезпечують точніше керування двигунами типу BLDC та рульовими поверхнями, що підвищує керованість та стабільність БпЛА.

Використання комбінації телевізійних та тепловізійних камер забезпечує цілодобове застосування БпЛА, а модульний принцип БО – адаптацію до конкретних завдань.

Зв'язок БпЛА з наземними станціями або оператором виконується з рахунок такого БО як: радіоприймач, відео- та телеметричний передавачі.

У майбутніх дослідженнях можна зосередитися на застосуванні технічного зору, збільшенні сенсорів інших параметрів польоту (швидкості, вітру) та інтеграції нових технологій для покращення автономності та ефективності БпЛА при виконанні різних місій.

АНАЛІЗ СВІТОВОГО РИНКУ БпЛА, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ УРАЖЕННЯ НАЗЕМНИХ ТА ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ: ДОСВІД РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

*О.М. Сорочкін; А.С. Хижняк; А.В. Даценко; М.О. Шеремет
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

В умовах сьогодення безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали невід'ємною частиною сучасної воєнної тактики. Їх технологічний рівень та ефективність застосування позитивно впливає на хід проведення військових операцій.

Ринок БпЛА, призначених для участі у військових операціях, демонструє динамічний розвиток, зростання попиту та технологічні інновації. Значною подією, що вплинула на цей ринок, стала російсько-українська війна.

БпЛА які задіяні у військових операціях умовно поділяються на кілька класів:

– бойові БпЛА: призначенні здійснювати точкові удари по наземних та морських цілях, ураження елементів систем ППО (у першу чергу РЛС), боротьби з повітряними цілями.

– БпЛА забезпечення: призначені для підтримки і логістичного забезпечення військових операцій, а також для виконання цивільних завдань. Такі БпЛА можуть доставляти продовольство, медикаменти, паливо, боєприпаси та інші необхідні ресурси у важкодоступні або небезпечні райони.

Основними виробниками даних БпЛА є компанії з США, Туреччини, Китаю та Ізраїлю.

Ключові учасники ринку:

– США: General Atomics та Boeing активно розвивають ударні БпЛА, що є технологічними лідерами.

– Туреччина: Baykar, яка виробляє Bayraktar TB2, активно розвиває свій сектор.

– Китай: AVIC та CASC створюють дешевші аналоги американських моделей.

– Ізраїль: Israel Aerospace Industries (IAI) має високоточні баражуючі боєприпаси та ударні БпЛА.

Російсько-українська війна продемонструвала ефективність БпЛА у реальних бойових умовах:

– Збройні Сили України в тому числі активно використовують Bayraktar TB2, які здійснюють точкові удари по наземних цілях, зокрема бронетехніці та артилерії.

– Баражуючі боєприпаси: Використання баражуючих боєприпасів типу Switchblade дозволило Україні здійснювати точкові удари з значної відстані.

На сучасному етапі активно впроваджується такі технологічні інновації:

– Автономність і штучний інтелект (ШІ): Впровадження ШІ підвищує точність ураження цілей, дозволяючи дронам працювати більш автономно.

– Мініатюризація: Зменшення розмірів БпЛА та використання легких композитних матеріалів підвищують їх маневреність і тривалість польоту.

– Інтеграція в комплексні системи озброєння: БпЛА все частіше використовуються в поєднанні з іншими бойовими засобами, підвищуючи загальну ефективність операцій.

Згідно з прогнозами, ринок бойових БпЛА зростатиме на 10-15% щорічно протягом наступного десятиліття. Оцінки показують, що інвестиції в сектор до 2030 року перевищать \$20 млрд. Військові бюджети та програми модернізації збройних сил країн також вплинуть на зростання ринку.

Сучасний ринок БпЛА демонструє високу конкуренцію та динамічний розвиток. Досвід російсько-української війни підтверджує важливість БпЛА у сучасних бойових умовах, що стимулює технологічні інновації та адаптацію військових тактик. Інтеграція БпЛА у військові операції, а також їхнє використання в поєднанні з іншими засобами озброєння надають нові можливості для ведення бойових дій.

ТОЧНЕ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ: ІНСТРУМЕНТИ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

Т.М. Кравець, к.геогр.н., доц.

Національна академія сухопутних військ

ім. гетьмана Петра Сагайдачного

Розвиток дронів як засобів збору розвідувальної інформації значно підвищив точність і швидкість отримання даних на полі бою. У сучасних військових конфліктах дрони забезпечують реальний час спостереження, зменшуючи залежність від наземних систем орієнтування. Однак не всі дрони, зокрема квадрокоптери, здатні самостійно визначати точні координати, тому важливою є робота з відомими орієнтирами та розрахунками з використанням телеметричних даних.

Визначення орієнтирів є одним із ключових аспектів. Він може бути позначений на цифровій карті, наприклад, у програмі "Кропива". Орієнтири стають точкою відліку для розрахунків позицій цілей, що дозволяє більш точно оцінювати координати.

Використання електронних таблиць, наприклад, формату *xlsx*, дозволяє вводити дані дрона (висота польоту, азимут, кут нахилу камери) для автоматичних розрахунків. Такі таблиці можуть обчислювати зворотний азимут і дистанцію до орієнтира та цілі, що значно полегшує процес і підвищує точність. Важливим є також врахування похибок компаса дрона, оскільки деякі дрони можуть мати штучні похибки в навігації. Це зменшує точність отриманих даних, тому важливо накладати знімки з дрона на відомі координати місцевості та коригувати похибку.

Корекція висотних даних є ще одним важливим кроком: висота орієнтира й дрона безпосередньо впливають на точність розрахунків. Наприклад, якщо дрон знаходиться на висоті 126 м, а орієнтир – на 128 м, це впливатиме на обчислену дистанцію та допоможе мінімізувати похибку. Застосування дронів для точного визначення координат у реальному часі є ключовим інструментом на полі бою. Інтеграція телеметричних даних і корекційних розрахунків у таблицях забезпечує високий рівень точності.

РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ "МІЛЬТИЗОРУ" ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА

*О.О. Клімішен, к.т.н., с.н.с.; А.О. Красноруцький, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Одним зі шляхів підвищення ситуаційної інформованості на полі бою виступає впровадження перспективних систем технічного зору, які передбачається залучити до складу бортового комплексу широкого класу повітряних суден, в тому числі й БпЛА. Крім того, значні можливості щодо підвищення ефективності спостереження сучасного поля бою, та взагалі земної поверхні, з'являються у випадку коли буде реалізована передача відеопотоку в реальному часі та супровідних метаданих від БпЛА на повітряні пункти управління польотом на базі гелікоптерів.

Тестування модернізованих версій ударних гелікоптерів, що керують БпЛА та отримують від них дані відео спостереження вже здійснює армія США. У якості "повітряного командного пункту" використовується гелікоптер AH-64D Apache Block III Level 4, на який надходять дані від БпЛА таких типів як Hunter, Raven, Reaper та Shadow B.

Безпосереднє управління БпЛА та отримання даних в реальному масштабі часу значно розширює можливості вертольота. Доступ до БпЛА дозволить льотчику бачити більше зон на полі бою, оскільки БпЛА працює на більшій висоті, і, як правило, розміщений на певній відстані від вертольота. Таким чином, пілот бачить не тільки область навколо своєї позиції, а й другу позицію навколо БпЛА, на значній відстані від свого місця розташування. Крім того, льотчик та оператор зброї можуть переглядати потенційні загрози та цілі з іншого ракурсу.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ З БпЛА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

О. Г. Галена; М.Ф. Слюсарев

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба

У сучасних умовах російсько-української війни безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють критичну роль у зборі розвідувальної інформації. Проте великий обсяг даних, що надходить з БпЛА, потребує швидкої та точної обробки. Використання нейронних мереж може стати перспективним рішенням для автоматизації обробки розвідувальних даних, забезпечуючи підвищення ефективності виявлення та зниження часу на ідентифікацію об'єктів противника.

Сучасні нейронні мережі, такі як згорткові нейронні мережі (CNN) та рекурентні нейронні мережі (RNN), використовуються для аналізу зображень та відеопотоків у реальному часі. Зокрема CNN дозволяють швидко виявляти та ідентифікувати військові

об'єкти, зокрема техніку, озброєння, живу силу противника та інші цілі, що надходять в розвідувальних даних зБПЛА.

Автоматизація обробки даних також звільняє операторів від монотонної роботи дешифрування великих обсягів відео- та фотоматеріалів, а це дає можливість зосередитись на правильності прийняття рішення, знижуючи ризик помилок через втому чи неухважність.

Нейронні мережі здатні обробляти зашумлені та нестабільні дані, що є особливо важливим в умовах активного застосування електронних засобів радіопридушення з боку противника. Це дозволяє виконання бойових завдань з ведення розвідки навіть у складних умовах протидії.

Отже, автоматизація обробки розвідувальних даних за допомогою інерційних нейронних мереж сприяє підвищенню ефективності військових операцій, дозволяючи скоротити час ідентифікації об'єктів.

БЕЗПІЛОТНІ ПАЛИВОЗАПРАВНИКИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЗМІШАНОГО АВІАЦІЙНОГО УГРУПОВАННЯ

А.П. Бабич, к.військ.н., доц.; Р.В. Лященко

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба

Новий безпілотний літальний апарат (БПЛА) для потреб ВМС США розробляється в рамках програми UCLASS (unmanned carrier launched airborne surveillance and strike). Проєкт отримав назву MQ-25 Stingray.

Фахівці компанії Boeing встановили підвісний контейнер з системою "шланг-конус" на пілоні під лівою консоллю крила.

Під час випробувального польоту 4 червня 2021 року безпілотник MQ-25 успішно протягнув шланг зі свого заправного бака та безпечно спрямував реактивне паливо на літак F/A-18 Super Hornet ВМС США, продемонструвавши здатність виконувати свою основну задачу з дозаправлення у повітрі. Військово-морські сили (ВМС) США та компанія Boeing вперше в історії продемонстрували

дозаправлення літака у повітрі з використанням безпілотного літального апарату.

Після цього були успішно виконані безпілотні місії по заправці паливом літаків E-2D Advanced Hawkeye та F-35C Lightning II. Ініціація передачі відбувалася оператором БпЛА з наземної станції управління.

БпЛА MQ-25 став першим безпілотним літальним апаратом палубного базування і забезпечує можливості дозаправки в повітрі літаків четвертого і п'ятого поколінь авіаносного авіакрила. Всього для флоту планується закупити 72 безпілотника, а загальна вартість програми оцінюється в \$ 13 млрд.

Відомо, що нині для дозаправки палубних винищувачів ВМС США використовують модифіковані винищувачі F/A-18E/F Super Hornet (20-30% від загального числа літаків). Поява в складі авіакрила MQ-25A Stingray дозволить використовувати бойові літаки за прямим призначенням. При цьому безпілотні апарати зможуть перевозити більше пального, ніж винищувачі у підвісних паливних баках.

Разом з тим, у травні 2024 року стало відомо про розробку нового стелс-танкера і для ВПС США. До 2040-х років повітряні сили США хочуть мати малопомітні повітряні танкери нового покоління. Їх розробку веде підрозділ компанії Lockheed Martin під назвою Skunk Works. Зазвичай, повітряні заправники базувались на цивільних чи транспортних літаках.

Програма зі створення танкерів для ВПС США отримала назву Next-Generation Air Refueling System (NGAS). У травні 2024 році компанія представила новий концепт танкера. Машина одразу розглядається як опційно-пілотована, і роль другого чи резервного пілота одразу буде покладена на комп'ютер, який буде відповідати і за вже повністю безпілотні дрони-заправники. Наприклад такі, як вже згаданий MQ-25 Stingray.

Тобто, опційно-пілотовані машини будуть доповнюватись вже звичайними БпЛА. Однак, навіть для дронів зі штучним інтелектом все одно необхідна людина-оператор, яка буде контролювати їх роботу.

У листопаді 2024 року проєкт нового американського стелс-танкера отримав новий, значно оновлений концептуальний вигляд. У новій версії взагалі немає кабіни для пілотів. Тобто, мова йде про аналог MQ-25 у значно більшому масштабі.

Концепція NGAS спрямована на підвищення гнучкості та стійкості системи дозаправки. Поєднання пілотованих і безпілотних танкерів дасть змогу дозаправляти літаки ближче до лінії бойового зіткнення, не піддаючи загрози екіпажі танкерів.

У разі реалізації проєкту NGAS, це буде один із самих вартісних проєктів у історії авіації.

Поява повністю безпілотних літаків – справа майбутнього. Нині застосування пілотованої і безпілотної авіації є реаліями сьогодення, і питання їх сумісного застосування у складі змішаних авіаційних угруповань є актуальною науковою задачею.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ПРОТИВНИКА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

І.В. Жебровський

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба

В умовах сучасних збройних конфліктів ведення повітряної розвідки виконує ключову роль у забезпеченні оперативної інформації про противника. Аналізуючи актуальність підходів до повітряної розвідки демонструє зростаюче значення автоматизованої системи виявлення повітряних цілей. Дослідження можливостей створення моделей таких цілей забезпечить об'єднання сучасних технологій комп'ютерного зору та машинного навчання для аналізу даних повітряних цілей (оптичних, інфрачервоних, радіолокаційних).

Пропонується модель спрямована на підвищення точності та оперативності виявлення повітряних об'єктів противника шляхом автоматизації процесу розпізнавання. Це досягається

використанням нейронних мереж для класифікації та аналізу характеристик повітряних цілей у реальному часі та умов обмеженої видимості або впливу РЕБ. Пропозиції щодо створення такої моделі включаючи використання великих навчальних даних, удосконалення алгоритмів виявлення та встановлення в системи протиповітряної оборони.

Практична розробка моделі забезпечить підвищення ефективності моніторингу повітряного простору, зменшить кількість хибних спрацьовувань та покращить сумісність оборонних дій.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Я.В. Логвиненко¹; Я.В. Шелест²

¹Військова частина А1850;

*²Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба²*

Використання технологій комп'ютерного зору стає надзвичайно актуальним, оскільки вони дозволяють автоматизувати обробку даних, підвищуючи точність аналізу та швидкість реагування. У військовій сфері комп'ютерний зір відкриває широкі можливості для виконання завдань, таких як ідентифікація військової техніки, розпізнавання демаскуючих ознак, аналіз змін у ландшафті та постійний моніторинг ситуації в реальному часі.

Додатково, впровадження таких технологій дозволяє ефективніше використовувати ресурси та мінімізувати людський фактор, що важливо в умовах сучасних бойових дій.

Особливу увагу слід приділяти викликам впровадження технологій комп'ютерного зору. Це, зокрема, потреба у потужних обчислювальних ресурсах для роботи алгоритмів глибинного навчання, забезпечення конфіденційності оброблюваних даних і

подолання труднощів, пов'язаних із низькою якістю вихідних зображень.

Окрім цього, перспективи застосування комп'ютерного зору включають інтеграцію з іншими сенсорними системами, такими як радари та інфрачервоні камери, що дозволяє створювати багатопарові моделі для комплексного аналізу ситуації. Інноваційні підходи, як-от використання Edge Computing, можуть значно скоротити час обробки інформації, оскільки дозволяють виконувати обчислення безпосередньо на місці збору даних.

Таким чином, впровадження комп'ютерного зору в військові технології є ключовим кроком до підвищення ефективності виконання бойових операцій.

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ ПІДРОЗДІЛІВ БпЛА

Г.Л. Коростильов, д.філос.; О.Р. Чередніченко;

В.В. Отрашевський

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аналізуючи досвід бойових дій у російсько-українській війні, з січня 2024 року спостерігається тенденція щодо загострення повітряної обстановки. Особливу роль у сучасній війні стали відігравати ступінь розвитку і інтенсивне застосування безпілотних авіаційних систем.

Новітні засоби ураження (БпЛА) вимагають від Повітряних Сил ЗС України вироблення консолідованого підходу до свого розвитку відповідності засобів АТЗП, підрозділів аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації сучасним вимогам. Це виражається у впровадженні нових та модифікацій вже існуючих спроможностей, підвищенні надійності роботи ЗАТЗП, методами проведення модернізації вже існуючих ЗАТЗП, з їх уніфікацією

щодо застосування при забезпеченні БпЛА іноземного та вітчизняного виробництва.

Тобто стає в нагоді питання відповідності рівня розвитку елементної бази і сучасних військових технологій наземних засобів аеродромного забезпечення –рівню розвитку технологій БпЛА.

Загострення актуальності цієї проблеми вирішується підвищенням надійності системи запуску авіаційних двигунів та енергопостачання ПС, а також вирішення питання всебічного матеріально-технічного забезпечення підрозділів БпЛА, модернізацією та удосконаленням старих зразків та комплектування цих підрозділів сучасними зразками аеродромної техніки на базових шасі новітніх поколінь.

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЯ ДЛЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЛЕГКОГО КЛАСУ

*О.С. Лиходєєв, к.т.н., доц.; І.Г. Сігайло; Г.П. Сігайло
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Останнім часом при веденні бойових дій все більша увага приділяється застосуванню безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для вирішення різноманітних завдань. Силами оборони України БпЛА спочатку використовувались для ведення розвідки на різних рівнях, а потім в якості засоби доставки різних боеприпасів до ворога, зокрема, frv дрони.

На БпЛА легкого класу покладаються специфічні завдання, що потребує переміщення в закритому просторі або політ у складі групи. Тому вдосконалення систем запобігання зіткнень сприятиме підвищенню живучості БпЛА на полі бою та в повсякденному користуванні.

Аналіз результатів зарубіжних та вітчизняних досліджень показує, що основними напрямками вдосконалення систем запобігання зіткнень БпЛА є впровадження сучасних

високотехнологічних сенсорів, що функціонують на різних фізичних принципах та розробка нових методів попередження зіткнення. В доповіді переваги та недоліки кожного з існуючих підходів аналізується з урахуванням конструкції БпЛА, завдань, які покладаються на них та показників тактико-технічних характеристик. Також наводяться майбутні тенденції технологій запобігання зіткненням БпЛА з точки зору швидкого виявлення перешкод та інтеграції сенсорного синтезу, зокрема з використанням комбінацій LiDAR, сонара, радара, датчика комп'ютерного зору, магнітного та інерціального вимірювальних пристроїв.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗМІЩЕННЯ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ БпЛА

М.А. Луцюк; А.О. Скрипка;

Національний університет оборони України

Під час російсько-української війни здійснення радіоелектронної розвідки в прикордонних районах Чернігівської та Сумської областей ускладнюється через неоптимальні технічні позиції для розміщення засобів РЕР. Це пов'язано з особливостями рельєфу місцевості, а також відсутністю багатопверхових будівель, на яких можна було б розмістити обладнання. Крім того, густі ліси погіршують якість пеленгування за фазово-різницевим методом, що вимагає підйому пеленгатора на достатню висоту для обходу дерев'яної крони. Вишки зв'язку використовуються для розміщення DMR ретрансляторів, що також ускладнює установку засобів розвідки.

У таких умовах доцільним варіантом для розміщення засобів РЕР є використання безпілотних літальних апаратів.

Для вирішення цієї проблеми пропонується використання БпЛА категорії октокоптер або гексакоптер як платформи для розміщення засобів розвідки (в залежності від конфігурації пеленгаторної антени). На БпЛА планується встановити пеленгаторну антену та блок обробки сигналів. Передача даних і

управління БпЛА буде здійснюватися через LAN-кабель довжиною 50 м. Калібрування БпЛА по азимуту передбачається здійснювати за допомогою електронного магнітного компаса.

Для забезпечення живлення БпЛА пропонується використовувати силовий кабель з багатодрововими жилами, який забезпечить живлення двигунів та цільового навантаження.

Таким чином, запропонована конструкція БпЛА дозволяє значно покращити електромагнітну досяжність і якість пеленгування в складних умовах прикордонної місцевості.

ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

В.С. Чернець; І.П. Кондренко

Національний університет оборони України

У російсько-українській війні безпілотні авіаційні апарати (БпАА) набули значного розвитку та стали важливою складовою військових операцій. На початку конфлікту їх використовували переважно для розвідки та коригування артилерійського вогню, але згодом вони стали ефективними засобами швидкого реагування та ураження противника.

Війна стимулювала розвиток нових технологій в цій сфері та вдосконалення існуючих моделей безпілотних авіаційних апаратів, що включає в себе підвищення дальності польоту, збільшення часу автономної роботи та вдосконалення системи навігації.

Вартість втрат потребує постійного вдосконалення технологій БпАА для підвищення ефективності в бойових умовах, у тому числі застосування штучного інтелекту.

Штучний інтелект (ШІ) може значно підвищити ефективність використання безпілотних авіаційних апаратів. Насамперед ШІ може вирішувати вищевказані проблеми наступними технологіями:

- автономна навігація;
- обробка зображень та відео;

- оптимізація маршруту і операцій;
- координація груп дронів;
- виявлення аномалій.

Оскільки війна продовжує стимулювати розвиток нових рішень, впровадження ШІ у БпАА обіцяє ще більше підвищити їх ефективність, роблячи їх незамінними інструментами у вирішенні завдань від тактичного до стратегічного рівня.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

В.А. Середя¹; О.Г. Галена²; Г.Б. Ейдельштейн²

¹Військова частина А1850;

*²Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба²*

Оперативність обробки даних повітряної розвідки є критичним фактором у сучасних військових операціях, зокрема для забезпечення безпеки, планування та прийняття рішень.

Геоінформаційні системи (ГІС) набувають важливого значення завдяки можливостям інтеграції, візуалізації та аналізу просторових даних, що сприяє на оперативність обробки інформації.

Ефективна обробка даних вимагає інтеграції інформації з різних джерел: аерофотозйомка, супутникові зображення, дані радіолокації, які необхідно об'єднувати для отримання цілісної картини об'єктів і територій, що дозволяє швидше реагувати на зміну ситуації.

Використання штучного інтелекту та машинного навчання з застосування алгоритмів штучного інтелекту дозволить автоматично аналізувати зображення та виділяти важливі об'єкти (наприклад військову техніку, інженерні споруди), що прискорить швидкість та покращить точність обробки

інформації, дозволяючи виконувати завдання, які раніше вимагали участі людини.

Для автоматизації процесів обробки даних необхідно впроваджувати програмні засоби (мови) з використанням сценаріїв та макросів, що забезпечать підвищення оперативності обробки великих масивів геоданих у режимі реального часу, а саме ArcGIS (Python Scripting), QGIS, Google Earth Engine (Java Script API), що позбавить рутинної роботи з участю людини.

Таким чином ГІС підвищують оперативність обробки даних повітряної розвідки.

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВІДБИТТЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЇ АГРЕСІЇ

В.А. Сорочук; Г.Б. Ейдельштейн

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Під час широко масштабної агресії оперативність обробки даних повітряної розвідки є дуже важливою для успішного планування та проведення бойових дій. Щоб досягнути цього потрібно вдосконалювати процес обробки інформації даних повітряної розвідки, процес обробки буде охоплювати такі аспекти як використання автоматизованих алгоритмів та застосування штучного інтелекту.

Для покращення процесу обробки даних повітряної розвідки існують різноманітні платформи на основі штучного інтелекту та комп'ютерного зору, де можливе створення каталогів і за рахунок програмного забезпечення надаючи йому отриману інформацію яку ми отримали із засобів повітряної розвідки в автоматичному режимі таким чином ми зменшуєш час на обробку та видачу інформації. За допомогою програмних засобів штучного інтелекту ми можемо вийти на автоматичну обробку даних повітряної розвідки з точністю до виду, класу, типу що в свій час

дасть нам можливість оперативності та достовірності обробки даних повітряної розвідки.

Пропонується впроваджувати технології штучного інтелекту та комп'ютерного зору, в програмних засобах обробки інформації повітряної розвідки в реальному часі забезпечуючи швидкий аналіз заданих обсягів інформації. Це призведе до зниження часу на обробку інформації і надання її в зацікавленні структури.

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОСТІ ПОЛЬОТУ БпЛА РОЗВІДКИ ТА КОРЕГУВАННЯ ВОГНЮ АРТИЛЕРІЇ ЗА ВІДСУТНОСТІ СИГНАЛІВ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

А.П. Мельник¹; В.О. Супрун²

¹Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії;

²Сумський державний університет

Однією з особливостей протистояння України російській окупації є масоване застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які різняться радіусом дії, призначенням та будовою. Разом з тим, серед різноманіття БпЛА особливе місце займають БпЛА розвідки та коригування вогню артилерії (БпЛА РКВА), які відіграють ключову роль у забезпеченні підрозділів артилерії найбільш повною, достовірною та своєчасною інформацією про противника.

Основу навігаційних систем БпЛА РКВА складають приймачі глобальних мереж супутникової навігації GPS, які зазвичай комплексовані з блоком інерціальних датчиків просторової орієнтації.

Разом з тим, наявні у ворога системи радіоелектронної боротьби дозволяють переривати зв'язок між БпЛА, що призводить до втрати БпЛА, а недоліком наявних інерціальних навігаційних систем є значні похибки визначення координат продовж тривалого часу автономної роботи.

Авторами розглядається можливість забезпечення автономності польоту БпЛА РКВА за умов відсутності сигналів супутникової навігації. Підхід базується на основі альтернативних джерел інформації. До таких джерел відносяться в першу чергу видова інформація, отримана з бортових фото та відеокамер денного та інфрачервоного діапазонів, дані цифрового рельєфу місцевості, що спостерігається, космічні знімки, а також сигнали природного походження (вектори сили ваги, магнітне поле Землі, положення зірок тощо).

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМІННОГО І ПОСТІЙНОГО СТРУМУ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Г.Л. Коростильов, д. філос.; В.В. Отрашевський;

О.Р. Чередніченко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Досвід застосування та етапи сучасного стрімкого технологічного розвитку безпілотних військових систем – висувають нові технологічні вимоги ї до відповідності засобів аеродромно-технічного забезпечення цим викликам сьогодення.

Розглядаючи подальший інноваційний розвиток енергопостачання авіаційних пересувних агрегатів АПА-5Д, АПА-80, можна виділити два основних напрямки:

по-перше, це підвищення якості змінного та постійного струму авіаційних пересувних електроагрегатів (АПА-5Д та АПА-80) за рахунок використання сучасних технологій стабілізації як потужності, так і за частотою змінного струму 400Гц;

по-друге, це використання сучасних базових шасі іноземного виробництва, а також засобів пересування підрозділів БпЛА із використанням модульної системи на базі електрокарів.

Питання стабілізації постійного та змінного струмів потужністю до 40 кВт його частотної стабілізації необхідно

вирішувати із впровадженням сучасних досягнень схемотехніки та інтегральної елементної бази на ШІМ (широко-імпульсних модуляторів) типу: ADF4159 FRACTIONAL SYNTHESIZER, для побудови еталонних інверторних генераторів ідеальної форми та частоти змінного струму, в системі стабілізації змінного та постійного струмів.

А також використання при великих навантаженнях в системі автоматизованого контролю технічних параметрів бінарних датчиків Fibaro та індуктивних датчиків типу Schneider XS8D1A1PAM12.

Тобто сучасний розвиток наземної складової енергетичного забезпечення ПС та БпЛА повинен відповідати розвитку останніх, із використанням сучасних технологій та інноваційних рішень.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВИХ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Д.В. Савчук

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Розвиток військових безпілотних авіаційних комплексів є важливим напрямком в сучасній військовій технології.

Рекомендації щодо їхнього розвитку:

продовжувати активно впроваджувати передові технології, такі як штучний інтелект;

впроваджувати технічні рішення, які сприяють у виконанні різноманітних завдань, такі як розвідка, атака та електронна боротьба;

збільшувати рівень автономії для зменшення потреби в людському втручанні в операціях;

забезпечити їх сумісність з іншими системами та озброєнням;

спрощувати інтерфейс управління для полегшення тренування операторів та зменшення часу, необхідного для вивчення системи;

розглядати можливості використання віртуальної реальності та симуляторів для тренувань операторів;

створювати робочі групи для вивчення й обговорення міжнародних стандартів та правил їх використання;

поширювати досвід та співпрацювати із партнерами з інших країн для спільного розвитку цієї технології;

залучати приватний сектор та науково-дослідні установи до спільних проєктів з їх розроблення та вдосконалення;

сприяти створенню інноваційних технологій через грантові програми та конкурси.

Ці рекомендації можуть бути використані для подальшого розвитку військових безпілотних авіаційних комплексів, сприяючи збільшенню їхньої ефективності та універсальності в бойових умовах.

РОЗВИТОК БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЯК ЕФЕКТИВНОГО ЗАСОБУ ПРОТИДІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННІЙ БОРотьБИ

*А.І. Авілов; О.М. Грічанюк, к.т.н.; М.С. Капашин
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) відіграє ключову роль у сучасних військових конфліктах, зокрема у протидії радіоелектронній боротьбі (РЕБ). Ось кілька основних аспектів цього процесу:

- Технологічні інновації: сучасні БПЛА оснащені передовими сенсорами та системами зв'язку, що дозволяє їм ефективно виявляти та аналізувати електромагнітні сигнали, які використовуються в РЕБ.

- Адаптивність: БПЛА можуть бути налаштовані для виконання різноманітних завдань, таких як розвідка, моніторинг радіочастот і навіть активне протидія мережам РЕБ, змінюючи свої частотні діапазони, щоб уникнути перешкод.

- Масштабування: використання рою БпЛА дозволяє створювати більш складні і потужні системи, які можуть одночасно виконувати різні завдання, що ускладнює виявлення і знешкодження технічними засобами РЕБ.

- Автономність: багато сучасних БпЛА обладнані штучним інтелектом, що дозволяє їм автономно здійснювати місії, виходячи з оперативних умов, що підвищує їхню ефективність у хаотичних сценаріях.

Таким чином, розвиток БпЛА як засобу протидії РЕБ є важливим елементом сучасної військової стратегії, що забезпечує перевагу в умовах зростаючої електронної загрози.

КОРЕЛЬОВАНА ЗВ'ЯЗКА ДВОХ БпЛА ТИПУ "КРИЛО" З ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

О.А. Хіжнюк; К.В. Лиман; Х.О. Духняк

*Харківський Національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Спектральна розвідка для безпілотних літальних апаратів (БпЛА) - це новітній напрямок застосування оптико-електронних засобів в комплексі зі спеціалізованими обчислювачами, що розташовані на борту безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), призначених для отримання, аналізу та ідентифікації спектральних характеристик об'єктів, що ймовірно розташовані у зоні спостереження БпЛА. Ця методика базується на аналізі відбитого або випромінюваного об'єктами електромагнітного випромінювання в різних діапазонах спектра. Кожен БпЛА має бути оснащений різними спектральними сенсорами, а саме інфрачервоним, радіо спектральним та ультрафіолетовим, що дозволить розпізнавати об'єкти, які знаходяться поза зоною видимості людського ока. Комбінація методів управління для першого БпЛА включає в себе роботу оператора, який задає напрямок ведення спостереження (з елементами аеророзвідки), аналізуючи ситуацію на оперативному просторі застосування

БпАК та обираючи пріоритети та ключові цілі під час виконання завдання, та автономну роботу безпілотного літального апарату.

Децентралізоване керування другим (відомим) БпЛА дозволяє ефективно виконувати поставлене завдання в швидкозмінному тактичному середовищі. Модернізовані БпЛА в парі можуть керуватися методом колективного ухвалення рішення, наприклад, узгоджуючи дії без постійного втручання оператора. Використання комбінації методів управління дозволяє задавати ділянки для моніторингу централізованим способом управління, а застосування децентралізованого способу керування БпАК забезпечує повне покриття оперативного-тактичного сектору спостереження. Центр управління координує основні етапи взаємодії з вибраними об'єктами, а корельована система керування дронами приймає рішення для уникнення зіткнення з перешкодами та для протидії ворожим засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ) та радіоелектронного подавлення (РЕП).

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ РУХОМИХ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

В.С. Сіваков

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

На сьогоднішній день під час широкомасштабної війни в Україні дана тема є одною з найперспективніших тем тому як на даний момент широко використовуються технології які надають більш ефективний результат у виявленні ворожих цілей та подальшим їхнім супроводженням. Дана розробка являється одною з головних напрямків у розвитку автоматизованих систем моніторингу та управління. Є багато сучасних алгоритмів глибокого навчання наприклад YOLO, FasterR-CNN та DeepSORT, з оптимізацією для роботи в реальному часі, дозволяє створювати точні та адаптивні системи, які спроможні виявити, класифікувати та супроводжувати ціль за різних умов.

Ефективність таких систем визначається якістю та швидкістю навчання, стійкістю до змін середовища та інтеграцією з апаратними платформами.

Результати даних систем сприяють підвищенню бойової ефективності у місцях проведення бойових дій. Але також не потрібно забувати що, технології комп'ютерного зору являються складною та багатогранною задачею яка включає в себе ключові етапи такі як: постановка задачі, збір даних, обробка даних, навчання моделі. Успішне впровадження подібних систем сприятиме підвищенню швидкому і ефективному виконанні бойових задач та збереженню життя особовому складу.

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

А.В. Воронін; В.К. Гірний

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

На теперішній час триває безперервний процес удосконалення конструкції та обладнання безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Прикладом такого вдосконалення є оснащення ударного дрону новими видами головок самонаведення, що здатні точно уражати мобільні цілі. Впровадження сучасних систем наведення, таких як лазерне, GPS або тепловізійне, дозволяє забезпечити високу точність ураження навіть у складних умовах.

Такий дрон може завдавати ударів по об'єктах противника та забезпечуючи високу ефективність ураження цілей. Удосконалення також відбуваються у бойових частин безпілотних літальних апаратів шляхом впровадження комбінованих уражаючих дій у бойовій частині.

Подальші напрямки удосконалення залежать від наступних ключових технологічних рішень:

Системи точного наведення: лазерні та GPS-навігаційні системи допомагають дрону точно визначати місце цілі на великих відстанях.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ): завдяки ШІ дрон може самостійно аналізувати цілі та обирати кращий спосіб ураження, ідентифікувати пріоритетні об'єкти та приймати рішення без втручання людини.

Зменшення ваги і збільшення потужності: нові матеріали дозволяють зробити бойові частини легшими і водночас потужнішими, що дає змогу дрону довше залишатися у повітрі.

Адаптивні бойові частини: дрони можуть змінювати тип ураження залежно від цілі, наприклад, обирати між вибуховим та осколковим ураженням або комбіновані.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ПРИЦІЛЮВАННЯ ТА НАВЕДЕННЯ РАКЕТИ STORM SHADOW ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗБІЛЬШЕНОЇ ДАЛЬНОСТІ ДІЇ

С.Р. Павліченко; М.В. Сосулін

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Під час російсько-української війни технології із застосуванням точних ударів стали важливим інструментом на полі бою. Крилата ракета Storm Shadow і безпілотні літальні апарати (БпЛА) мають різні системи прицілювання та наведення, кожен з яких пристосований для своїх специфічних задач. Storm Shadow ефективна для нанесення стратегічних точних ударів на великій відстані, натомість БпЛА – для точкових тактичних ударів на невеликій дистанції.

Адаптація сучасних систем прицілювання та наведення, що використовуються в крилатих ракетах Storm Shadow до БпЛА відкриє нові можливості у веденні бойових дій. Вона дозволить проводити високоточні атаки по ворогу, підвищуючи ефективність і автономність ударних операцій та живучість екіпажів БпЛА в умовах війни.

Адаптація системи прицілювання та наведення крилатої ракети Storm Shadow до БпЛА вимагає інтеграції високоточних

навігаційних та сенсорних технологій. Сюди входить поєднання GPS-наведення, інерціальної навігації та інфрачервоних сенсорів, що можуть бути пристосовані до меншої та легшої платформи БпЛА. Це дасть змогу БпЛА виконувати точкові удари на великих відстанях з високою точністю без безпосереднього втручання оператора, що є важливим напрямком для підвищення ефективності в бойових умовах. Однак при цьому необхідно враховувати обмеження за вантажопідйомністю БпЛА і оперативною дальністю.

Запропонований підхід підвищить живучість бойових екіпажів БпЛА та їх ефективність в бойових умовах.

ДІАГНОСТИКА ДВИГУНІВ БпЛА

С.Б. Кочук, к.т.н. доц.; А.В. Мартиненко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

У світі, де технології розвиваються з неймовірною швидкістю, безпілотні літальні апарати (БпЛА), зокрема квадрокоптери, стають все більш популярними та багатофункціональними. БпЛА часто використовуються в різних сферах для таких цілей, як: спостереження, транспорт, екологічний моніторинг, пошук і порятунок та інше. Можливостями злітати, змінювати швидкість БпЛА зобов'язані двигунам, від їх характеристик залежать тяга, піднімальна сила, тривалість польоту та маневреність. Діагностика та вдосконалення двигунів коптерів є актуальною задачею безпілотних систем.

На сучасних малогабаритних БпЛА встановлюють безколекторні двигуни постійного струму (БДПС). Збої в роботі цих двигунів виникають на високій швидкості, що може спричинити втрату гвинта або БпЛА в цілому. Своєчасне виявлення несправностей двигунів типу БДПС можливо методом машинного або інтелектуального навчання.

Для поліпшення діагностики БДПС пропонується застосовувати аналіз звукових сигналів. Звукові сигнали були

зібрані від БДПС кількох типів БпЛА (моделі гелікоптера, бі-, три-, квадро- та гексакоптерів). Виділення ознак було здійснено на основі зібраних звукових сигналів за допомогою методу Кеппстральних коефіцієнтів Mel-частоти (MFCC) та еталонних моделей двигунів SVM. Точність діагностування залежала від типу досліджуваного БпЛА і становить від 90,53% (квадрокоптер) до 100 % (вертоліт та бікоптер).

У результаті цього дослідження було виявлено, що запропонована SVM-модель представляє більш реалістичні прогнози, ніж інші моделі. Цей підхід можна реалізувати в ESC-регуляторах БпЛА для пошуку несправностей у двигунах БДПС.

ОСНОВНІ МЕТОДИ ТА СПОСОБИ ЗАХИСТУ ДРОНІВ ВІД ВПЛИВУ ЗАСОБІВ РЕБ

Г.Г. Андерсон

Національна академія Служби безпеки України

У сучасних умовах військових конфліктів захист дронів від впливу засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) стає критично важливим завданням. Основними методами протидії є впровадження стійких до перешкод каналів зв'язку, таких як використання частотного хопінгу, криптографічного захисту даних та багатоканальної передачі сигналів. Ці технології дозволяють мінімізувати ймовірність перехоплення або глушіння сигналу дрона, забезпечуючи його стабільну роботу навіть у складних умовах електромагнітного впливу. Крім того, впровадження автономних навігаційних систем, що працюють без залежності від GPS, забезпечує управління дронами без супутникового зв'язку.

Прогресивні способи захисту також включають розробку адаптивних систем управління, здатних оперативно змінювати маршрут польоту дрона під впливом РЕБ. Наприклад, технології штучного інтелекту дозволяють дронам автоматично визначати зони активного глушіння та змінювати маршрути або режими зв'язку для збереження функціональності. Додатково,

використання електромагнітного екранування корпусу дрона та підвищення його електромагнітної стійкості сприяє зниженню ефективності дій засобів РЕБ. Таким чином, комбінація сучасних технологій та адаптивних підходів забезпечує підвищення ефективності застосування дронів у середовищі активної радіоелектронної боротьби.

Ефективна підготовка зовнішніх пілотів (операторів) безпілотних систем проведена комплексно із застосуванням всіх наявних систем та технічних можливостей збільшує шанси на успіх при виконанні оперативно-бойових завдань.

ЕЛЕКТРИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Т.Ю. Найдя; Р.О. Яцків; О.В. Цемма

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливим елементом сучасної військової стратегії. Однією з ключових складових БпЛА є електричні перетворювачі, які забезпечують ефективну роботу всіх систем апарату.

Електричні перетворювачі БпЛА включають до себе:

1. Інвертори - перетворюють постійний струм (DC) в змінний (AC).
2. Перетворювачі напруги - змінюють рівень напруги для живлення різних систем.
3. Регулятори потужності - управляють потужністю, що постачається до різних компонентів.

У бойових умовах БпЛА можуть піддаватися електромагнітним завадам, які можуть вплинути на роботу електричних перетворювачів. Це може призвести до збою в роботі систем або навіть втрати управління.

Електричні перетворювачі повинні бути надзвичайно надійними та стійкими до електромагнітних завад, оскільки їхній вихід з ладу може призвести до аварійних наслідків БпЛА. Тому

важливо проводити тестування та сертифікацію цих компонентів. Бойові дії можуть проходити в екстремальних температурних умовах, що вимагає від електричних перетворювачів здатності працювати в широкому діапазоні температур.

Електричні перетворювачі є критично важливими компонентами БпЛА, особливо в умовах бойових дій. Вони забезпечують стабільну роботу всіх систем БпЛА, адаптуються до змінних умов та підвищують ефективність використання енергії. Однак їхня надійність і стійкість до зовнішніх факторів залишаються викликами, які потребують подальшого дослідження та розробок. Успішна інтеграція нових технологій у цю сферу може значно підвищити бойову ефективність БпЛА у майбутньому.

СТВОРЕННЯ ЗАХИЩЕНОЇ МЕРЕЖІ КЕРУВАННЯ БпЛА У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Ю.Ю. Лищенко; В.О. Попов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють ключову роль у сучасних військових конфліктах, особливо в умовах російсько-української війни. Завдяки своїй універсальності, вони стали невід'ємною частиною бойових дій, виконуючи розвідувальні, ударні та логістичні функції.

Використання БпЛА дозволяє досягати оперативної переваги, знижуючи ризики для військових та оптимізуючи використання ресурсів. Проте, поряд із досягненнями, виникає низка проблем, які потребують вирішення для підвищення ефективності їх застосування. Проблеми використання БпЛА.

Протидія радіоелектронними засобами (РЕБ). Глушіння сигналу керування та втручання у системи GPS призводять до втрати БпЛА. Проблема низької захищеності від засобів РЕБ обмежує ефективність операцій.

Рішенням даної проблеми може бути розробка захищених каналів зв'язку та більш стійких систем навігації. Інтеграція штучного інтелекту для підвищення ефективності та автономності. БпЛА які вже довели свою ефективність у сучасній війни. Під час використання Blue Bird спеціального програмного забезпечення яке на даному етапі проявило себе як ефективний РЕБ проти ФПВ а зараз за рахунок даного програмного забезпечення та обладнання можна створити захищену систему протидії РЕБ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

М.В. Гнезділов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Умови ведення гібридної війни та реалії протистояння збройній агресії визначили ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та спеціалізованих безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) як з економічної, так і з експлуатаційної точки зору.

В якості силової установки розвідувально-ударних безпілотних літальних апаратів застосовують адаптовані до критично високих навантажень електричні двигуни. В якості накопичувача електричної енергії, що забезпечує живлення ланок передачі сигналів та обробки інформації на борту БпЛА застосовують акумуляторні зборки, що здатні надати споживачам електричну енергію на протязі деякого часу.

Пропонується дообладнати існуючі зборки акумуляторних батарей спеціалізованими компонентами, що здатні при отриманні відповідної команди від наземної ланки керування, або у випадку несанкціонованого доступу до БпЛА, створити умови, при яких акумуляторна батарея вибухне, що автоматично переведе класичний накопичувач електричної енергії в розряд

елементів корисного навантаження. Результат - підвищення ефективності застосування БпЛА та неможливість використовувати трофейні дрони вітчизняного виробництва ворогом.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ШВИДКОЇ ОБРОБКИ ТА АВТОМАТИЧНОГО ДЕШИФРУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

І.О. Омельчук

Військова частина А0449

Україно-російська війна продемонструвала критичну роль аерокосмічної розвідки в сучасних військових конфліктах, де швидкість і точність обробки даних аеророзвідки визначають здатність до оперативного прийняття рішень і захисту територій. Постійно зростаючі обсяги даних, що надходять від супутників, дронів та інших джерел, вимагають нових підходів для їх ефективної обробки та дешифрування.

Метою даного дослідження є розробка й оптимізація методів швидкої обробки та автоматичного дешифрування аерокосмічних матеріалів, здатних значно підвищити ефективність виявлення і розпізнавання об'єктів на полі бою. Зокрема, в роботі розглядаються методи штучного інтелекту та машинного навчання, що дозволяють автоматизувати процес дешифрування зображень, покращувати точність класифікації військових об'єктів, а також ідентифікувати зміни в режимі реального часу. На основі практичного досвіду, отриманого в умовах україно-російської війни, пропонується адаптація цих технологій для швидкого розпізнавання й аналізу даних, зокрема у складних умовах низької видимості та перешкод.

Очікувані результати дослідження включають створення рекомендацій для оборонних структур щодо впровадження вдосконалених алгоритмів і технологій для обробки розвідданих у режимі реального часу. Розроблені методи дозволять скоротити час реагування на загрози та підвищити точність виявлення

об'єктів, що сприятиме підвищенню обороноздатності та зниженню ризиків під час відбиття агресії.

ВИКОНАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК І ОБ'ЄКТІВ ВІД УРАЖЕННЯ БПЛА ПРОТИВНИКА

О.В. Бречинський; С.Л. Голушко

*Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

Російсько-Українська війна на етапі повномасштабного вторгнення показала, що одним із найбільш складних завдань забезпечення живучості та безпеки військ і об'єктів інфраструктури є надійний їх захист від БПЛА.

Для ефективної боротьби з таким засобом підрозділами Сил Оборони України проводяться інженерні заходи які включають в себе інженерний захист від ураження БПЛА. Інженерний захист може бути пасивний (де використовуються методи протидії на БПЛА без безпосереднього фізичного впливу на нього) та активний (фізичний вплив на БПЛА за допомогою осколкової дії).

Основними завданнями щодо інженерного захисту є: маскування військ та об'єктів для запобігання ураження БПЛА; облаштування фортифікаційного обкладання позицій військ (підрозділів), створення інженерного захисту окремих критичних елементів об'єктів; створення захисних конструкцій на військовій техніці; застосування осколкових інженерних боеприпасів для ураження БПЛА. Мета інженерного захисту – це забезпечення захисту військ та об'єктів від БПЛА та ефективне його знищення

Формування нових підходів щодо виконання інженерних заходів дозволять ефективно протидіяти БПЛА та підвищити живучість і безпеку військ, підрозділів та забезпечу максимального захисту об'єктам інфраструктури.

ОБМЕЖЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ БПЛА В УМОВАХ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

В.О. Мякота; М.Г. Міхно

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Обмеження вантажопідйомності безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є серйозною перешкодою для ефективного використання дронів у Збройних Силах України (ЗСУ). Моделі, які активно використовуються українськими військовими, такі як Bayraktar TB2, FlyEye, Leleka-100 та інші легкі БПЛА, мають різні можливості, проте часто обмежені в плані вантажопідйомності. Наприклад, Bayraktar TB2 може нести обмежену кількість корисного навантаження, що впливає на кількість і тип розвідувальної або ударної апаратури, яку можна встановити.

Дрібніші моделі, як-от FlyEye та Leleka-100, здатні виконувати розвідувальні завдання, але їхні можливості у перевезенні додаткових пристроїв, таких як сучасні камери чи засоби зв'язку, значно обмежені. Це обмеження у вантажопідйомності знижує операційну ефективність дронів, оскільки часто доводиться використовувати кілька апаратів для досягнення мети, яка могла б бути реалізована одним потужнішим апаратом. Крім того, обмеження впливають на можливість оснащення дронів потужнішим озброєнням, що зменшує їхню здатність завдавати значних ударів по противнику. Це особливо актуально в умовах, коли БПЛА повинні діяти в зоні активних бойових дій, де необхідно підтримувати високий рівень автономності й ефективності.

Отже, питання обмеженої вантажопідйомності БПЛА безпосередньо впливає на бойову спроможність Збройних Сил України. Лише за умов комплексного підходу до модернізації парку БПЛА та впровадження новітніх технологій можна підвищити їхню ефективність у бойових умовах.

ВИКОРИСТАННЯ 3D ДРУКУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛАСТИЧНИХ КОМПЛЕКТУЮЧИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Д.А. Петрухан; М.М. Терещенко

Науково-дослідний інститут воєнної розвідки

3D друк стає важливим інструментом у виробництві та ремонті комплектуючих для безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК), особливо коли йдеться про еластичні деталі, що піддаються високим механічним навантаженням.

Еластичні комплектуючі для БпАК, такі як ущільнювачі, кріплення, амортизатори або гумові втулки, повинні поєднувати в собі високу міцність та здатність до деформації. Використовуючи спеціалізовані матеріали для 3D друку, можна отримати деталі з необхідними властивостями еластичності та зносостійкості.

Однією з ключових переваг застосування 3D друку є швидкість виготовлення. Коли еластичні комплектуючі потребують ремонту або заміни через знос або пошкодження, 3D друк дає можливість швидко створити нові деталі та замінити їх. Зокрема, у випадку бойового застосування, це дозволяє швидко виконувати ремонти на передовій без необхідності доставки деталей.

Також 3D друк дозволяє розробляти індивідуальні рішення будь-яких конструкцій для БпАК або проводити доопрацювання вже наявних, підвищуючи їх ефективність і довговічність.

Враховуючи всі ці переваги, використання 3D друку для виготовлення та ремонту еластичних компонентів БпАК є перспективною технологією, яка знижує витрати, підвищує швидкість виробництва та ремонту, а також дозволяє значно покращити технічні характеристики БпАК.

КРИПТОГРАФІЧНИЙ ЗАХИСТ СИГНАЛУ БпЛА ВІД РЕБ

С.О. Ретенко; В.Г. Березанський, к.т.н., доц.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Для протидії безпілотним літальним апаратам (БпЛА) значного розвитку набувають різні методи боротьби, які включають радіоелектронну боротьбу (РЕБ). Захист від засобів РЕБ стає критично важливим елементом завадостійкості, оскільки сучасні технології РЕБ здатні ефективно впливати на навігаційні системи та сигнали керування БпЛА.

В Україні активно розробляються та впроваджуються нові системи РЕБ, спрямовані на боротьбу з безпілотниками противника, що дозволяє зберегти ресурси систем протиповітряної оборони, а інколи, швидко приземлити БпЛА в режимі аварійної посадки.

Серед інноваційних підходів особливу увагу приділено криптографічному захисту сигналів, що ускладнює їх перехоплення та приглушення сигналів керування БпЛА. Звідси, технологічні розробки та адаптація нових рішень у сфері захисту БпЛА від РЕБ мають важливе значення для підвищення ефективності проведення операцій щодо знищення об'єктів противника.

Використання сучасних алгоритмів для протидії РЕБ є необхідним для зменшення вразливостей БпЛА. Цей захист передбачає реалізацію складних криптографічних схем, які ускладнюють можливість перехоплення або підміни сигналів, що передаються між БпЛА та його станціями керування. Запропоновано механізм синхронізації шифратора БпЛА, який підвищить ефективність роботи системи захисту передачі інформації на БпЛА.

Отже, криптографічний захист БпЛА являється однією з основних складових інтегрованої системи безпеки, яка повинна забезпечувати надійність та стійкість БпЛА до загроз, які виникають у середовищі з активними РЕБ.

INCREASING THE SECRECY OF THE FIRST-CLASS RADIO COMMUNICATION CHANNEL

M.S. Semenov

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

The experience of performing missions in the course of hostilities on the territory of Ukraine convincingly demonstrates the need to improve and/or develop the latest unmanned aerial vehicles (UAVs), in particular, navigation equipment and communication channels. In the context of hostilities, when enemy electronic warfare (EW) systems are aimed at suppressing the most unprotected control signals of manned and unmanned aircraft radio communication lines.

This requires the search for new scientific solutions and modern technologies that would ensure the effective performance of combat missions by UAV units. Thus, the problem of increasing the interference immunity of the radio control channel for unmanned aerial vehicles has become one of the key scientific tasks of modern aviation technology. At the same time, the growing relevance of UAVs necessitates attention to the research and development of their radio communication systems. In addition, SDR devices should be a mandatory component, as they are the most promising and low-cost solution to many problems related to the protection of the UAV control and navigation channel.

Thus, the report is devoted to the study of ways to improve the radio communication equipment of a first-class unmanned aerial vehicle based on the use of SDR devices and the environment for building transceivers from logic blocks.

ПРОТИДІЯ ВПЛИВУ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ НА БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ

О.Ю. Суханов, к.т.н., доц.; О.О. Митчик; Т.В. Гонцій

Харківський національний університет Повітряних Сил

ім. Івана Кожедуба

На сьогоднішній день у сучасній збройній боротьбі використання безпілотних літальних апаратів(БПЛА) відіграє

вагому роль у веденні бойових дій. За допомогою БпЛА здійснюється низка завдань, таких як розвідка, спостереження, корегування вогню та ураження ворога.

Навігаційна система БпЛА може мати різний рівень складності і об'єднувати кілька сигналів, що надходять від таких датчиків різної фізичної природи.

Проте, враховуючи те, що у БпЛА важливою навігаційною системою є інтегрована навігаційна система на основі комплексування даних інерційної навігаційної системи (ІНС) та супутникової навігаційної системи (СНС), існує висока ймовірність ураження або ускладнення роботи БпЛА від дій радіоелектронних засобів противника.

У теперішній час, ворог найчастіше застосовує наступні види навмисно створених радіоелектронних завад: глушіння – jamming, імітацію, перехоплення – spoofing. Ці види завад активно впливають на СНС, що перешкоджає процесу керування БпЛА та значно ускладнює виконання бойового завдання.

Вплив радіоелектронних завад противника на канали управління та передачі зображення спричиняє повну або часткову втрату керування БпЛА, зниження якості відеопотоку інформації, підміну справжніх даних на хибні, тобто перешкоджає нормальній роботі БпЛА. Тому, без вжиття заходів щодо протидії та боротьби із завадами противника, ефективно спеціальне використання БпЛАу сучасних умовах ведення збройної боротьби, при широкому застосуванні засобів РЕБ, у більшості випадків неможливе.

Основними заходами захисту каналу управління БпЛА в умовах складної радіоелектронної обстановки є зміна робочої частоти або використання декількох частот, застосування інерціальної системи навігації, встановлення додаткового GPS-трекера, систем, що здатні придушувати сигнали радіоелектронних засобів противника, та застосування штучного інтелекту.

Застосування засобів РЕБ, зокрема шляхом створення "інтелектуальних" завад, спрямованих на частоту та структуру

сигналів СНС з метою введення в оману стосовно місцезнаходження та траєкторії польоту, орієнтовано на БпЛА з дуже простими навігаційними системами. Проте швидкий темп розвитку БпЛА та можливість використання навігаційних систем, що базуються на електронних картах місцевості або системах технічного зору, в найближчому майбутньому може ускладнити успішне придушення противником каналів СНС БпЛА.

ОБЛАДНАННЯ СУЧАСНИХ БпЛА

К.О. Токарчук, О.В. Цемма

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) під час війни стали незамінними інструментами для виконання багатьох бойових і допоміжних завдань. Їхнє використання суттєво змінило тактику ведення сучасних бойових дій, дозволяючи вирішувати завдання розвідки, цілевказання, ударів по ворожих позиціях та підтримки комунікацій без ризику для особового складу.

Основні компоненти бортового обладнання БпЛА:

- пристрої отримання відео інформації
- супутникова навігаційна система (ГЛОНАСС/GPS):
- пристрої радіолінії відео і телеметричної інформації;
- пристрої командно-навігаційної радіолінії з антено-фідерним пристроєм;
- пристрій обміну командної інформації;
- пристрій інформаційного обміну;
- бортова цифрова обчислювальна машина;
- пристрій зберігання відео інформації.

Основою автоматичного управління польотом є польотні контролери, які отримують та обробляють дані з гіроскопів, акселерометрів та інших датчиків для стабілізації БпЛА. Використання комбінації телевізійних та тепловізійних камер дозволяє цілодобове застосування БпЛА, а застосування змінних

модулів дозволяє адаптувати обладнання до конкретних завдань. У майбутніх дослідженнях можливо зосередитися на підвищенні чутливості сенсорів, зменшенні ваги систем та інтеграції нових технологій для покращення автономності та ефективності роботи БПЛА у різних умовах навколишнього середовища.

ANALYSIS OF WAYS OF IMPROVING THE ON-BOARD AIR TARGET DETECTION SYSTEM

*O.M. Barsukov, Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor; D.O. Sokolova; V.O. Kudryashova
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

Ukraine is under daily attack by Shahed drones and various types of missiles. Given the limited number of modern ground-based air defense systems, the Air Force is forced to rely on manned aircraft equipped with radar targeting systems to maintain surveillance of Ukraine's airspace.

The radar targeting system can search for, identify, and track up to 10 air targets simultaneously. It can determine the most threatening targets and accurately measure their coordinates. The system calculates optimal launch parameters for various missile types, including launch zone and target illumination. The system also integrates with other aircraft systems, exchanging data and coordinating operations.

To improve the efficiency of detecting and intercepting air targets in light of evolving enemy technologies, it is proposed to modernize on-board radar systems. The modernization will focus on the antenna waveguide system, enabling increased scan rates and a wider frequency range. The transition to higher frequencies will reduce the impact of interference.

The proposed modernization will enhance the ability to detect and intercept air targets, providing a significant advantage in modern warfare.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ BAУРАКТАР ТВ2 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ В БОЙОВИХ УМОВАХ

С.В. Кальмуцький; Д.І. Бобрівник; А.Р. Бовкун

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Безпілотний літальний апарат (БпЛА) Bayraktar TB2 є важливим інструментом для ведення розвідки, коригування вогню та ураження противника. Проте в ході виконання бойових завдань БпЛА може зазнати впливу ударних вібрацій, перегріву чи механічних пошкоджень, які в свою чергу підвищують ризик несправностей та відмов систем, включаючи паливну систему, що може призвести до втрати БпЛА.

Наразі більшість БпЛА, включаючи Bayraktar TB2, мають недостатньо захищені та не досить надійні паливні системи, що збільшує ризик їх пошкодження або знищення БпЛА в ході виконання бойових завдань.

Пропонується введення додаткового противібраційного компонування у паливну систему, що надає можливість більш стійкого функціонування датчиків паливної системи. Також можливе покращення термоізоляції за допомогою застосування термоізолюючої обмотки, у вигляді скловолокна, щоб уникнути зміни температури палива на шляху до двигуна задля його стійкої роботи, і датчиків мембранного типу для моніторингу стану паливної системи, завдяки чому екіпаж Bayraktar TB2 зможе вчасно виявити пошкодження, несправності, а також падіння тиску в паливній системі, що надасть час для прийняття відповідного рішення.

Завдяки цій пропозиції стане можливе зниження ризиків відмов паливної системи Bayraktar TB2, тим самим підвищиться його надійність паливної системи, що в свою чергу підвищить живучість БпЛА у ході виконання бойового завдання.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ НА БПЛА

Є.А. Родюк; О.С. Ковальчук; Р.А. Ромашов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотна авіація стала ключовим елементом сучасних військових конфліктів, змінюючи способи ведення бойових дій. Вона забезпечує високоточне виконання завдань, мінімізуючи людські втрати та підвищуючи ефективність розвідки, коригування вогню, боротьби з повітряними і наземними цілями.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) використовуються для різноманітних операцій: від стратегічної розвідки до нанесення ударів по ворогу. Технології безпілотної авіації стрімко розвиваються, що в свою чергу надзвичайно актуальною для аналізу сучасних військових стратегій. Безпілотна авіація змінила стратегію ведення бойових дій, однак, її використання потребує комплексного підходу до вирішення технічних завдань, а також постійного удосконалення технологій для забезпечення ефективності та безпеки.

Розробка більш потужних і надійних акумуляторів для продовження часу польоту дуже актуальне питання. Найпоширенішими акумуляторами для БПЛА є літій-іонні та літій-полімерні акумулятори, але існують й інші перспективні технології, наприклад, застосування **твердотільних акумуляторів**. Вони забезпечують вищу енергетичну щільність, більшу безпеку (менше схильні до перегріву та займання) та більш довгий термін служби порівняно з традиційними літійовими батареями. Твердотільні акумулятори можуть значно зменшити масу батареї, що дозволить збільшити час польоту без втрат у потужності.

ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА РІВНЯ ВІБРАЦІЇ БПЛА В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В.М. Онищенко, к.т.н., доц.; В.Ж. Яценюк, к.т.н., доц.;

А.О. Дерев'янку

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Для безпілотних апаратів характерні відносно невелика жорсткість та міцність конструкції, складний розподіл мас та чисельність вантажів і озброєння, що використовуються. Це призводить до виникнення високого рівня вібрації конструкції в процесі злету, маневрування та посадки. Можливе виникнення небезпечних автоколиваний типу флатера і швидке руйнування силової конструкції.

Досвід розроблення, випробувань і застосування високоманеврених БПЛА показує, що може виникнути коливання внаслідок взаємодії пружної конструкції із системою автоматичного керування (САК). Причини: реакція датчиків на пружні коливання, недостатня жорсткість рульового приводу, люфти в системі керування, а також вібрації від двигуна. Ризик зростає зі збільшенням швидкості, маневрених перевантажень, зменшенням жорсткості конструкції через її полегшення. Динамічну реакцію та стійкість конструкції можна оцінити за рівняннями аероавтопружності. Ці математичні моделі точно описують динаміку, деформування та навантаження конструкції, базуючись на нестационарній аеродинаміці та динаміці польоту, автоматичі та теорії систем управління, будівельній механіці ПС та теорії пружності.

Актуальним є застосування на практиці достатньо простих розрахункових моделей, які б дозволяли оперативно розрахувати динамічні характеристики конструкції – форми та частоти власних коливань та оцінювати реакцію конструкції на зовнішні збурення. Спрощені розрахункові моделі мають невелике число ступеней вільності та потребують мінімальну кількість вихідних даних.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ НАВІГАЦІЇ
РОЗВІДУВАЛЬНОГО БпЛА В УМОВАХ
НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

*О.Є. Зєнович, к.т.н., доц.; О.С. Колесник; А.Д. Грицюк
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Сучасні бойові та розвідувальні безпілотні летальні апарати (БпЛА) стали важливими інструментами у військових операціях, виконуючи різноманітні завдання від збору розвідувальної інформації до підтримки наземних підрозділів. Однак у складних бойових умовах важливим фактором залишається стабільне електропостачання, яке забезпечується генераторами постійного та змінного струму. Втрати енергії та коливання напруги можуть призвести до відмови критичних систем, що загрожує успішному виконанню місії.

Сучасні БпЛА стикаються з проблемами нестабільності напруги та енергетичних втрат, що негативно впливає на роботу електроніки, навігаційних систем та інших критичних елементів.

Запропоновано впровадження адаптивних систем автоматичного регулювання напруги, які в реальному часі підлаштовуються під зміни споживання енергії, що дозволить стабілізувати напругу в умовах динамічних навантажень. Це дозволить підвищити ефективність і надійність систем. Інтеграція моніторингових датчиків для відстеження стану батареї та генераторів дозволить своєчасно виявляти відхилення в енергетичних параметрах, надавати польотному контролеру інформацію про нестабільну напругу та завдяки зворотному зв'язку в системі електроживлення її стабілізувати.

Запропоновані зміни дозволять забезпечити стабільну роботу енергетичних систем, що сприятиме більш ефективному виконанню розвідувальних завдань і підвищенню бойової готовності підрозділів, які використовують ці апарати.

ЗМЕНШЕННЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БПЛА BAУРАКТАР ТВ 2

А.С. Чесна, В.В. Погорелова

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Зменшення інфрачервоного випромінювання у БПЛА Bayraktar TB2 є важливим аспектом для підвищення його скритності під час бойових операцій. Це значно підвищує його виживаємість на полі бою та підвищує ефективність його застосування.

Зменшення інфрачервоної (ІЧ) помітності БПЛА Bayraktar TB2 залежить від вибору покриття, і оптимальний вибір часто є компромісом між різними характеристиками. Ось деякі типи покриттів, які можуть бути використані:

1. Покриття на основі полімерів з ІЧ-поглинаючими добавками: легкі, відносно недорогі, можуть бути налаштовані для поглинання в певних ІЧ-діапазонах.

2. Покриття з металевими частинками: висока відбивна здатність ІЧ-випромінювання, висока термічна стійкість.

3. Керамічні покриття: висока термічна стійкість, хороша ІЧ-поглинальна здатність.

4. Композитні покриття: поєднують переваги різних матеріалів, можуть бути налаштовані для оптимальних характеристик.

Вибір оптимального покриття для Bayraktar TB2 це буде композитне покриття, що поєднує в собі властивості декількох матеріалів для досягнення оптимального балансу між зменшенням ІЧ-помітності, вагою та довговічністю.

КОМУТАЦІЙНА АПАРАТУРА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

Ю.В. Георгієв; І.І. Стеблюк

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Війна в нашій державі, яка розпочалася у 2014 році і стала повномасштабною у 2022 році, призвела до інтенсивного

застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Наші Збройні Сили активно вдосконалюють свої програми використання БПЛА, що сприяє підвищенню їхньої ефективності та розширенню сфер використання.

Основними функціями комутаційної апаратури БПЛА є контроль і моніторинг управління польотом. Ці функції сприяють ефективному функціонуванню БПЛА в різних умовах і для різних завдань.

Сучасні військові конфлікти ставлять перед (БПЛА) безліч задач, які впливають на їхню ефективність в різних умовах і під час виконання різноманітних завдань. Такими проблемами можуть бути: надійність роботи електрообладнання, автономність та інші. Кожен з цих проблемних аспектів може значно погіршити успішність виконання завдання

Стратегії, які можуть сприяти вдосконаленню комутаційної апаратури БПЛА та підвищенню їх бойової ефективності: модернізація самої комутаційної апаратури та оптимізація діагностичного обладнання.

Комутаційна апаратура (БПЛА) відіграє одну із важливих систем, тому впровадження новітніх технологій у комутаційних системах, може значно підвищити оперативні можливості безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Тому розвиток і модернізація діагностичних систем комутаційної апаратури є важливим для досягнення стратегічних переваг у бойових умовах, а також для забезпечення безпеки та ефективності використання безпілотних технологій.

СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ

*Р.В. Древенчук; Я.О. Вишнівський; Д.О. Шоріс; С.М. Надолішна
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати стали важливим інструментом ураження противника в сучасних умовах бойових дій.

Ефективність чого значною мірою залежить від систем електропостачання.

Системи електропостачання БпЛА включає: акумулятори, генератори, системи управління енергією. Кожна з перелічених складових є важливим елементом структури та відіграє важливу роль в функціонуванні БпЛА.

Сучасна війна висуває ряд проблем з якими стикається сторона конфлікту, яка використовує БпЛА в своїх інтересах. Такими проблемами можуть бути: перешкоди та радіоелектронна боротьба, температурні коливання, фізичні ушкодження та ін. Кожний проблемний аспект може значно зашкодити позитивному результату виконання поставленого завдання.

Виходячи з цього можна зазначити, що для подолання викликів з якими стикаються системи СЕС БпЛА слід використовувати інноваційні технології. Прикладом яких можуть бути: модульні акумулятори, сонячні панелі, використання гібридних систем та ін.

СЕС безпілотної авіації в умовах бойових дій є критично важливими для забезпечення їхньої ефективності та надійності. Виклики, з якими вони стикаються, вимагають постійного вдосконалення технологій та інноваційних підходів. Подальший розвиток цих систем відкриває нові можливості для використання безпілотних літальних апаратів у військових операціях та підвищує їхню роль у сучасній війні.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ АНТИДРОНОВИХ ЗАСОБІВ

С.М. Каратєєв¹; О.І. Потапов²; С.О. Дух¹

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

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

Сучасні збройні конфлікти відрізняються від попередніх значною динамічністю зміни обстановки у районах бойових дій, а також застосуванням широкого спектру радіоелектронних систем, таких як: системи зв'язку; радіотехнічні комплекси та радіолокаційні станції; автоматизовані системи управління військами (силами); приймачі супутникових радіонавігаційних систем (GPS); системи технічної розвідки та радіоелектронної боротьби. Це безумовно, впливає на характер та способи ведення збройної боротьби, обумовленої активним нанесенням радіоелектронних і вогневих ударів і, як наслідок, успіх значною мірою визначають засоби повітряного нападу та польової артилерії.

Важливу роль у процесах оперативного моніторингу обстановки, забезпечення бойових дій та безпосереднього застосування зброї державного та іноземного виробництва, виконують високотехнологічні комплекси різного призначення виконані на платформах безпілотних літальних апаратів (БпЛА).

Відповідно до цього, підвищення дальності та стійкості зв'язку з БпЛА, а також забезпечення необхідної дальності надійного зв'язку є однією із актуальних задач в умовах протидії комплексам радіоелектронної боротьби (РЕБ).

З досвіду застосування противником комплексів РЕБ, спостерігаються різні методи пригнічення радіоканалів управління та передачі даних що в свою чергу може призвести до втрати БпЛА. Найсильнішому впливу піддається радіоелектронне обладнання яке встановлене на БпЛА, оскільки він знаходиться в безпосередній зоні дії поставника завад.

Таким чином якість та стійкість радіоканалів передачі даних перш за все залежить від правильного підбору методу захисту. Кожен із використовуваних методів має певні переваги, недоліки і обмеження. В радіоканалах передачі даних, як у найважливішому елементі системи управління БпЛА, широко використовуються способи підвищення завадозахищеності основанийі на використанні широкосмугових сигналів з автоматичною перебудовою частоти.

Отже, у якості методу захисту пропонується використання псевдовипадкового переналаштування робочої частоти (ППРЧ) в межах дозволеної до використання смуги частот S, C і Ku діапазонів з режимом ППРЧ до 1000 стрибків/с, що в значній мірі підвищить завадозахищеність від дії засобів радіоелектронної боротьби.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ НАВІГАЦІЇ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА В УМОВАХ БЛОКУВАННЯ GPS-СИГНАЛУ

*А.О. Красноруцький, к.т.н., доц.; Д.В. Васекін; О.А. Курман
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожудуба*

На сьогодні в протистоянні Збройних Сил України з Російською Федерацією все частіше використовуються розвідувального БПЛА літакового типу. Під час польоту існує висока ймовірність втрати зв'язку з дорогим розвідувальним БПЛА.

Сучасні розвідувальні БПЛА мають функцію повернення до точки вильоту у разі втрати зв'язку з оператором. Проте відсутність GPS-сигналів на полі бою унеможливорює визначення поточного місцезнаходження БПЛА, а інерційна система не забезпечує достатньої точності для визначення шляху повернення.

У цій роботі пропонується удосконалення розвідувального БПЛА та його авіоніки для визначення шляху повернення до точки вильоту шляхом встановлення іншого навігаційного обладнання, яке дозволить визначати місцезнаходження відносно оператора без використання GPS.

Для удосконалення пропонується встановити на певній відстані від оператора радіомаяк на частоті, що не використовується на полі бою, з хвилями дециметрового діапазону. На розвідувальний БПЛА встановлюється компактна авіоніка, що включає окремий модуль радіокомпаса та антену, що

дозволяє використовувати радіомаяк як орієнтир для повернення, що забезпечить точне визначення місце знаходження літака відносно оператора та забезпечить точне визначення авіонікою шляху повернення до точки вильоту.

Ця модернізація розвідувального БПЛА знизить ймовірність його втрати та підвищить ефективність розвідки, що, у свою чергу, покращить дієздатність розвідувального БПЛА та загалом підрозділу який його використовує.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ВИСОТИ РАДІОВИСОТОМІРОМ МАЛИХ ВИСОТ НА БЕЗПІЛОТНОМУ ЛІТАЛЬНОМУ АПАРАТІ

В.В. Корепанов; А.С. Козлова

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Радіовисотомір малих висот на безпілотному літальному апараті (далі БПЛА) є дуже важливим інструментом, що допомагає йому вдало здійснювати поставлені бойові місії, проте точність вимірювання є залежною від поверхні над якою повітряне судно виконує завдання. Підстилаюча поверхня суттєво впливає на вимірювання висоти польоту. Вода у стані спокою відбиває радіохвилі досить ефективно, що дозволяє отримувати точні виміри висоти. Ліси розсіюють та поглинають радіохвилі, що значно знижує точність вимірів. Пролітаючи над населеними пунктами, завадами можуть стати будівлі, які створюють перевідбиття, що призводить до вимірювання висоти з певною похибкою.

Застосовується декілька варіантів, щоб уникнути похибки при вимірюванні, які пов'язані з різновидами підстилаючої поверхні. Знаючи над якою поверхнею БПЛА буде виконувати завдання, пропонується встановити оптимальну частоту сигналу радіовисотоміру. Рекомендується регулярно калібрування частоти радіовисотоміра на "відомих поверхнях", що дозволить зменшити похибку висоти. Використання сучасних алгоритмів

обробки сигналу дозволяє фільтрувати шуми, що викликані відбиттям радіохвиль від різних підстилаючих поверхонь. Пропонується застосувати методи обробки сигналів для автоматичного визначення типів поверхонь від яких відбивається радіосигнал. Застосування перерахованих вище способів та методів дозволяє значно покращити характеристики радіовисотоміра малих висот на безпілотному літальному апараті

ВПЛИВ ПОШКОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ГВИНТА НА ЛЬОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БПЛА

М.М. Шелудько; Є.В. Колесник

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аналіз використання пілотованих та безпілотних літальних апаратів в цій війні дозволяє стверджувати, що безпілотна авіація зайняла особливе та значне місце при веденні сучасних бойових дій. Через універсальність і відносну дешевизну на БПЛА покладені чисельні бойові завдання, тому виникає актуальне науково-практичне завдання підвищення бойової живучості БПЛА. Критичний аналіз бойової живучості БПЛА, які використовуються в бойових діях, дозволив зробити висновок про те, що пошкодження повітряних гвинтів двигунів силової установки БПЛА відбувається найчастіше. Це актуалізує необхідність дослідження впливу повітряних гвинтів на льотні характеристики БПЛА.

Для обчислення аеродинамічної неврівноваженості повітряного гвинта використано модифікований метод дискретних вихорів з замкненими вихровими рамками. При числах Рейнольдса, які відповідають реальному польоту оперативно-тактичного БПЛА, в'язкість виявляє себе в тонкому прикордонному шарі, що дозволяє застосувати для розрахунків модель ідеального середовища. Місця сходу вихрової пелени вважаються априорі відомими та фіксованими.

Аналіз отриманих результатів дозволив зробити висновок про те, що величина масової неврівноваженості при пошкодженні лопаті на

порядок вище аеродинамічної неврівноваженості. Так, наприклад, аеродинамічна неврівноваженість при відриві 10% лопаті становить 7 кг, а масова неврівноваженість - 200 кг. Таким чином, при розрахунку впливу неврівноваженості повітряного гвинта на БпЛА можна знехтувати аеродинамічною неврівноваженістю. Показано, що поява бічної сили у разі неврівноваженості повітряного гвинта пояснюється тим, що велика масова неврівноваженість призводить до прецесії носової частини БпЛА, а вплив гіроскопічного моменту повітряного гвинта на різну прецесію.

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ПЛАТФОРМІ БпЛА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

*В.В. Жук; Р.Р. Дегтяренко; З.Б. Цюрак
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аналіз сучасних військових конфліктів підтверджує ефективність використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для здобуття переваги в повітрі та ураження важливих засобів сухопутних військ противника. Інтерес до безпілотників зростає разом із попитом на вдосконалення засобів їхнього виявлення. Хоча більшість систем для інтеграції в БпЛА базуються на інфрачервоних датчиках, лазерних і ультразвукових дальномірах, такі системи потребують значної обчислювальної потужності для успішної ідентифікації цілей. У такому контексті впровадження бортових радіолокаційних систем (БРЛС) може значно підвищити точність виявлення та ідентифікації ворожих об'єктів.

Радіолокаційні системи надають безпілотникам нові можливості – оперативне виявлення та точне визначення місця положення цілей незалежно від погодних умов і часу доби. Застосування БРЛС також сприяє збільшенню дальності виявлення ворожих безпілотників, що дозволяє охоплювати досить великі території під час виконання розвідувальних та інших бойових завдань.

Завдяки останнім технологічним досягненням, інтеграція радіолокаційних систем у безпілотні літальні апарати дозволяє не лише покращити виявлення та ідентифікацію цілей, але й забезпечити ефективну комунікацію між різними апаратами. Це відкриває нові можливості для координації дій безпілотників, що діють у складі єдиної розвідувально-бойової групи.

Використання міждронових комунікацій у поєднанні з РЛС відкриває перспективи для нових бойових сценаріїв, де безпілотники зможуть виконувати колективні місії. Таким чином, застосування дронів з БРЛС парами та у складі груп для виявлення ворожих дронів з можливістю прямого обміну даними між безпілотниками, є кроком до створення автономних мережових груп безпілотних авіаційних комплексів (БПАК), здатних діяти в якості єдиного розвідувально-ударного комплексу, що виведе їхню ефективність на новий рівень.

Використання радіолокаційних станцій на базі безпілотних літальних апаратів може стати вирішальним етапом у підвищенні ефективності їх застосування, що призведе до більшого контролю повітряного простору.

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАНЬ БПЛА

Є.С. Крепко; С.О. Шевченко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Ефективність використання БПЛА залежить від їх льотно-технічних та експлуатаційних характеристик, а це обумовлює необхідність удосконалення методів надійного та швидкого визначення льотно-технічних та експлуатаційних характеристик тактичних, оперативно-тактичних БПЛА, їх силових установок.

При веденні бойових дій використовуються чисельні різнотипні БПЛА вітчизняного та іноземного виробництва, при цьому кількість вітчизняних виробників постійно зростає. В таких умовах проведення повноцінних льотних випробувань ускладнено, що

актуалізує створення та верифікацію експрес-методик льотних випробувань БПЛА.

Як відомо, льотно-випробувальний підрозділ має на основі матеріалів випробувань дати правильну та всебічну оцінку БПЛА, при цьому необхідно провести випробування БПЛА швидко, з гарантією безпеки для оператора та власне БПЛА. Всі завдання нерозривно пов'язані між собою, є важливими і вимагають системної роботи для їх вирішення. Запропоновано ввести до складу льотно-випробувального підрозділу наукового консультанта, який має досвід з експлуатації та випробувань БПЛА, володіє сучасними теоретичними та експериментальними методами визначення льотних характеристик БПЛА.

Показано, що для прискорення льотних випробувань є раціональним заздалегідь виготовити обладнання, необхідне льотних випробувань, провести тарювання елементів систем БПЛА, теоретично визначити його аеродинамічні та льотні характеристики БПЛА. Так, наприклад, можуть бути тарюванні приймачі повітряних тисків в еталонній аеродинамічній трубі, яка є в наявності в ХНУПС, а на основі відомих програмних комплексів “Інтеграція 2.2.” та “Повітряний гвинт 2019” попередньо отримуються основні аеродинамічні та льотні характеристики БПЛА.

УДОСКОНАЛЕННЯ СТАБІЛІЗАТОРІВ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ, ЯКІ СКИДАЮТЬСЯ З МУЛЬТИКОПТЕРІВ

А.В. Мостовий; В.І. Ткачов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Прицільне скидання засобів ураження з мультикоптерів можливо за умови, коли засоби ураження володіють стійкістю при падінні. При скиданні засобів ураження на малорозмірні та рухомі цілі стійкість засобів ураження при падінні особливо важлива, так як вона зменшує технічне розсіювання при скиданні, та, відповідно, збільшує ймовірність ураження малорозмірної цілі.

При веденні бойових дій з різним ступенем ефективності використовуються чисельні саморобні стабілізатори засобів ураження, що актуалізує удосконалення стабілізаторів засобів ураження та доведення їх ефективності в натурних випробуваннях.

Перед проведенням натурних випробувань на основі відомого та перевіреного програмного комплексу “Інтеграція 2.2” проводиться попередній теоретичний аналіз засобу ураження з різними варіантами стабілізаторів. Наступний етап - аеротрубний експеримент в аеродинамічній трубі ТН-1. Вертикальна аеродинамічна труба малих дозвукових швидкостей ТН-1 виконана з розімкненим контуром із закритою робочою частиною. ТН-1 з дослідницькою метою виконана так, щоб мати можливість змінювати кут нахилу від 0° до 90° градусів з фіксацією в будь-якому положенні. ТН-1 оснащена системою плавного управління швидкістю потоку, як привід використовується електричний двигун постійного струму незалежного збудження, живлення якого здійснюється від блоку живлення зі ступінчастим управлінням. Корпус аеродинамічної труби розбірний, металевий, усі відсіки круглого перерізу. Робоча частина з вікнами забезпечує зручність установки моделей, спостереження за ходом і простоту експерименту.

В подальшій роботі заплановано проведення натурних випробувань з обраними на попередніх етапах варіантів стабілізаторів засобів ураження.

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОРЯДКУ ПІДГОТОВКИ
ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ
КОМПЛЕКСІВ (СИСТЕМ) ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ
У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

О.В. Дژهжулей¹, к.війск.н., доц.; Р.В. Семенюк²; Б.В. Дегодюк²

¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і

сертифікації озброєння та військової техніки;

²Національний університет оборони України

Будь яка військова продукція (наприклад зразок ОВТ, а саме БпАК) проходить стадії виробництва, розподілу, обміну та

споживання. Завершальна стадія – споживання кінцевого військового продукту є дуже важливою. Якщо на перших трьох стадіях визначаються вимоги до БпАК, проводяться дослідно-конструкторські роботи, здійснюються серійне виробництво і транспортування військової продукції, то на стадії споживання (наприклад застосування зразка БпАК за призначенням) перевіряється на практиці кінцева ефективність, що залежить від результатів діяльності на всіх попередніх стадіях.

Таким чином, обґрунтованість вимог до ТТХ зразка БпАК, способи проведення випробувань, рівень технологічної оснащеності виробництва, якість контролю вихідних характеристик зразка БпАК, способи транспортування, зберігання і технічного обслуговування зразка БпАК виявляються в ефективності кінцевого військового продукту.

У відповідності до функціональної структури військового виробництва кінцева військова продукція включає в себе дві основні частини: предмети особистого та колективного споживання військовослужбовців та ОБТ.

У мирний час споживання кінцевої військової продукції (зразків ОБТ) відбувається в процесі бойової підготовки військ, у воєнний час – під час використання зразків ОБТ за прямим призначенням в ході збройної боротьби.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ РЕБ ДЛЯ ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ

В.А. Захаров; А.О. Копилов; О.В. Фесенко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Досвід боротьби з безпілотними літальними апаратами (БпЛА) в сучасному світі та зокрема в ході протистояння збройній агресії російської федерації свідчить про застосування нових підходів щодо протидії БпЛА із використанням засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). З огляду на те, що на

теперішній час набуло масового використання проти України комерційно доступних малих БПЛА та БПЛА типу баражуючий боеприпас що, в свою чергу, вимагає забезпечення захисту від їх впливу критичної інфраструктури, важливих об'єктів, військових підрозділів.

Застосування засобів ППО проти малих та середніх БПЛА не завжди є доцільним, тому саме системи РЕБ здатні ефективно вирішувати завдання з протидії зазначених типів БПЛА.

Виходячи з аналізу сучасних зразків БПЛА та для вирішення всього спектру визначених бойових завдань засоби РЕБ повинні: створювати прицільні за частотою і напрямком, загороджувальні за частотою квазібезперервні, імпульсні або прямошумові перешкоди у відповідь; виявляти радіолінії з використанням псевдовипадкового переналаштування робочої частоти (ППРЧ) та широкосмугових сигналів (ШСС), для створення прицільних за частотою перешкод мережам із “швидкою” ППРЧ та ШСС; автоматично визначати параметри радіосигналів за класифікацією радіовипромінювань та селекцією джерел радіовипромінювань каналів радіоуправління БПЛА та передачі даних системи ГНСС, для формування імітуючих перешкод (підміна сигналів) каналам ГНСС.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСНОГО ОСВІТЛЕННЯ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Ю.В. Георгієв; Н.В. Фот; М.О. Голишев

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Захисне освітлення для БПЛА є важливою складовою їх захисту, що дозволяє зменшити ймовірність виявлення за допомогою оптичних засобів спостереження, а також підвищити безпеку в умовах обмеженої видимості, вночі або під час поганих погодних умов. Вдосконалення таких систем передбачає розробку нових технологій освітлення, які поєднують енергоефективність,

масогабаритні характеристики, а також можливість адаптації до різних умов експлуатації.

Основні напрямки вдосконалення захисного освітлення зосереджені на розвитку більш ефективних технологій, які підвищують рівень захисту від різноманітних загроз. Одним із таких напрямків є розробка удосконалених теплових обманок, які генерують високоякісні хибні теплові сигнали, здатні відволікати ракети з інфрачервоним наведенням, що значно підвищує шанси на знищення загрози.

Також важливим є вдосконалення автоматичних систем заглушення, які підвищують ефективність цих обманок. Наразі використовується система активного захисту Active Protection System (APS), яка включає лазерні та теплові обманки, здатні створювати хибні теплові сигнали для відволікання ракет або інших систем наведення, тим самим підвищуючи загальний рівень захисту.

Також важливим є розвиток динамічного перемінного освітлення, яке автоматично змінює спектр і інтенсивність світла. Це знижує ймовірність виявлення радаром та іншими оптичними сенсорами. Такі системи можуть адаптуватися до бойових умов, роблячи БПЛА менш помітним для ворожих засобів виявлення.

Нарешті, розвиток високочастотних інфрачервоних прожекторів нового покоління дозволяє значно знижувати ризик виявлення БПЛА за допомогою тепловізорів противника. Це вдосконалення є особливо важливим для нічних місій та операцій в умовах масованих теплових джерел, коли звичайні засоби виявлення можуть бути малоефективними.

Вдосконалення таких систем включає розробку нових технологій, як теплові обманки, динамічне перемінне освітлення та високочастотні інфрачервоні прожектори. Ці технології дозволяють підвищити захист БПЛА від різноманітних загроз, таких як ракети з інфрачервоним наведенням, і зменшити ймовірність виявлення за допомогою радарів і тепловізорів, що робить безпілотники більш непомітними для ворога.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОТИДІЇ БПЛА ЗАСОБАМИ РЕБ

*В.І. Шендрик¹; А.П. Тамбовцев¹; С.О. Дегтяренко¹;
А.О. Солдатенко²*

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

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

Досвід останніх військових конфліктів свідчить про розширення масштабу застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у ході ведення бойових дій та розширення спектру рішення їх задач. За масштабами застосування найбільш поширеними на сьогодні є БПЛА тактичного призначення та поля бою, протидія яким є надзвичайно складним завданням. Тому пошук ефективних способів протидії БПЛА з використанням як існуючих, так і нових перспективних засобів є достатньо актуальною проблемою.

Проведений аналіз, дозволив визначити, що успішна боротьба з БПЛА можлива на основі комплексного підходу, а саме: вирішення завдання розвідки; проведення аналізу засобів повітряного нападу з подальшим вибором способу протидії; вдосконалення способів та прийомів протидії БПЛА; вирішення завдання щодо зниження ефективності застосування БПЛА.

Застосування різноманітних засобів РЕБ набуло особливої актуальності в протидії БПЛА шляхом придушення каналів управління, передачі даних, а також навігаційної апаратури. Враховуючи те що практично всі безпілотні літальні апарати залежать від стійкості радіоканалів, якими передаються команди, телеметрії та відеоінформації, то пригнічення цих каналів передачі може призвести до невиконання бойових завдань.

З огляду на зазначене пропонується застосовувати способи та засоби інтелектуального радіопригнічення (блокування), які засновані не на фізичному пригніченні каналу передачі інформації потужнішою завадою, а на використанні факторів функціональної вразливості систем передачі інформації по каналам зв'язку з БПЛА та їх автоматичного переналаштування зі зміною на іншу частоту роботи БПЛА.

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОНАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VOR У БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

В.В. Корепанов; Т.А. Крива

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Система VOR (VHF Omnidirectional Range) широко використовується в авіації, але в безпілотних літальних апаратах (БпЛА) її застосування обмежене.

Однак, деякі великі БпЛА, що використовуються для розвідки або військових завдань на великих висотах і відстанях, можуть бути оснащені VOR, як резервною навігаційною системою. Це особливо актуально для випадків, коли потрібно здійснювати польоти в цивільному повітряному просторі з дотриманням традиційних авіаційних норм. Для покращення точності визначення азимуту системами VOR у сучасній авіації використовують декілька ключових методів та підходів.

Новітні системи VOR починають використовувати алгоритми машинного навчання, які здатні адаптувати систему до специфічних особливостей місцевості або типових перешкод, характерних для певної локації. Такі системи аналізують дані про умови передачі сигналу, застосовують відповідні налаштування, що підвищує точність навіть у складних умовах.

В системах VOR дедалі більше поширеною стає цифрова обробка сигналів. Вона виокремлюється наступними критеріями: має вищу точність вимірювань, за рахунок, меншої схильності до шумів; її цифрові алгоритми без складнощів піддаються модифікації та адаптації до різних експлуатаційних умов; сучасні мікропроцесорні елементи дають змогу реалізувати складні алгоритми обробки в невеликих пристроях; ці системи легко інтегруються з іншими бортовими системами літака.

Звісно, VOR не є основною навігаційною системою для більшості БпЛА, але її можуть використовувати окремі великі або спеціалізовані апарати.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА БПЛА

А.В. Козир; М.О. Васіляді; Ю.В. Георгієв

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Удосконалення електродвигуна БПЛА шляхом застосування нових матеріалів, технологій та концепцій, таких як використання високотемпературних надпровідників, магнітних підшипників, оптимізації форми ротора та статора, а також використання інтелектуальних систем управління, дозволить підвищити ефективність, потужність та тривалість польоту БПЛА, а саме:

- збільшення потужності та ефективності: нові матеріали, такі як високотемпературні надпровідники, дозволяють створити більш компактні та потужні електромотори. Оптимізація форми ротора та статора збільшує ефективність використання енергії;

- зменшення ваги та розмірів: використання легких матеріалів та компактних конструкцій дозволяє зменшити вагу та розміри електродвигуна, що покращує характеристики БПЛА;

- збільшення тривалості польоту: вища ефективність електродвигуна дозволяє БПЛА використовувати менше енергії, що збільшує тривалість польоту;

- збільшення надійності: використання магнітних підшипників зменшує знос і тертя, що підвищує надійність електродвигуна;

- збільшення маневреності: інтелектуальні системи управління електродвигуном дозволяють оптимізувати роботу двигуна в різних режимах польоту, що збільшує маневреність БПЛА.

Удосконалення електродвигунів БПЛА є ключовим фактором для підвищення їхніх характеристик та розширення можливостей використання. Застосування нових технологій та концепцій дозволить створювати більш потужні, ефективні та тривалі у польоті БПЛА, які знайдуть широке застосування в різних сферах.

**ВИКОРИСТАННЯ АЕРОСТАТІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ
МІСЦЕВОСТІ ТА РЕТРАНСЛЯЦІЇ СИГНАЛІВ
УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТАМ**

С.О. Кадук; О.С. Білозьоров; І.А. Нос, к.т.н., с.н.с.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аеростати є безпілотними літальними апаратами (БПЛА) легшими за повітря, і використовуються у військовій справі для спостереження, ретрансляції зв'язку та сигналів керування іншими БПЛА. Аеростати працюють із ближньої тилової зони своїх військ.

Найбільш поширене використання аеростатів у якості ретранслятора сигналів управління для БПЛА. У якості корисного навантаження застосовується апаратура, що використовується в якості ретранслятора сигналів для передачі сигналів управління на FPV-дрони та інші БПЛА. Для збереження заряду акумуляторної батареї оператор безпілотників вмикає та вимикає його за потреби. Ретранслятор здатний забезпечити зв'язок з висоти 300 метрів на відстань до 100 км. Застосування ретранслятору надає змоги застосовувати безпілотники на значно більших відстанях від лінії бойового зіткнення.

Аеростати досить активно використовуються і для спостереження. Використання аеростатного комплексу з гіростабілізованою камерою у складі мобільних пунктів дозволяє їх оперативне розгортання в зоні бойових дій і надає можливість відеоспостереження в умовах роботи засобів радіоелектронної боротьби противника, де використання розвідувальних БПЛА та дронів неможливе. Завдяки цифровій стабілізації відео можливо отримувати чітке та стабільне відео, яке дозволяє детально оглянути місцевість і точно ідентифікувати об'єкти спостереження на відстані понад 10 км.

В якості наповнювача аеростату використовується гелій. Форма оболонки, що виготовлена із поліетилену низького тиску, має спеціальну аеродинамічну форму для зменшення сили вітру, та не виявляється засобами радіолокаційного виявлення. У разі ураження аеростат, наповнений гелієм, не знаходиться під тиском і втрачає газ і відповідно, висоту, дуже повільно, отже корисне навантаження при падінні залишається неушкодженим.

До переваг застосування аеростатів відносяться: тривалий час польоту (може вимірюватися тижнями), велика дальність забезпечення зв'язку, низька собівартість виготовлення, простота при підготовці до використання і висока живучість. Навчання операторів аеростатів займає лише один день, а загальна кількість військовослужбовців, задіяних при підготовці та використанні аеростату при виконанні завдання, не перевищує 2-3 осіб.

Найбільш відомим серед українських виробників аеростатів є підприємство Aerobavovna, яке з вітчизняних і закордонних складових виготовляє для потреб фронту кілька типів аеростатів, що постійно вдосконалюються і пройшли шлях від найпростіших виробів до високотехнологічної продукції.

У доповіді наведено приклади і характеристики аеростатів, що застосовуються у Збройних Силах України при відсічі широкомасштабної агресії російської федерації проти України.

Незважаючи на багатий досвід застосування аеростатів протягом останнього століття, їх роль і місце у останніх конфліктах сучасності є явно недооціненою

СУЧАСНА ДІАГНОСТИКА АКАМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ БпЛА

Ю.В. Георгієв; Д.В. Нестерова; Ю.О. Миронюк

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

На даний час в Повітряних Силах Збройних Сил України постають проблеми щодо обслуговування акумуляторних батарей БпЛА, а саме не надійна складова їх конструкції а також обладнання за допомогою якого здійснюються заходи перевірки працездатності, заряджання– розряджання та виконання дій пов'язаних з експлуатацією, основною проблемою є застарілість даного обладнання.

Сучасна діагностика акумуляторних батарей – це комплекс заходів, спрямованих на оцінку стану АБ, визначення її залишкового ресурсу. Технологічний прогрес зробив цей процес більш точним, швидким та інформативним.

Сучасні акумулятори, особливо літій-іонні, значно відрізняються від своїх попередників як за технологією, так і за вимогами до обслуговування. Традиційні свинцево-кислотні акумулятори потребують регулярного доливання дистильованої води та контролю концентрації електроліту. Сучасні батареї, мають набагато простіший процес обслуговування завдяки своїй конструкції.

Основні принципи сучасного обслуговування:

- мінімальне втручання так як більшість сучасних акумуляторів герметичні та не потребують доливання рідини, деякі мають вбудовані системи керування що контролюють процес заряджання та розряджання;
- правильне заряджання спеціальними зарядними пристроями, що дозволить продовжити термін служби акумуляторної батареї;
- захист від перегріву при заряджанні та розряджанні забезпеченням вентиляції;
- зберігання повинно бути в прохолодному сухому місці обов'язково з певним рівнем заряду;
- деякі сучасні акумулятори потребують періодичної калібровки для забезпечення точності показів індикатора заряду.

МЕТОД ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РОЮ ДРОНІВ

М.М. Дігтярь; М.В. Андрущук; О.С. Бабич

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Напівавтономні БпЛА зі штучним інтелектом (ШІ) останнім часом набули великої популярності та виконують важливу роль для Збройних Сил України у боротьбі з окупаційним режимом російської федерації. Застосовуючи подібні БпЛА на безпечній відстані від лінії бойового зіткнення, знижується ризик ураження військовослужбовців Збройних Сил України, адже для запуску втручання оператора потрібне тільки на старті. **Взявши декілька подібних дронів та зв'язавши їх за допомогою ШІ в рій дронів,**

можливо підвищити ефективність та живучість дронів на передовій.

Рій дронів - це група БпЛА, які працюють разом, взаємодіючи один з одним для досягнення спільної мети. Цей підхід часто черпає натхнення з поведінки природних роїв, таких як бджоли або птахи. Перевагами застосування ШІ для формування рою дронів, слід вважати, адаптивність і “передбачення”. Алгоритми ШІ добре справляються з мінливими умовами, і до прикладу, те, що помітив один дрон з рою, одразу “розуміє” весь рій, адекватно реагуючи на зміни в польоті: фізичні перешкоди або завади засобів РЕБ. Проте існують недоліки, наприклад, зі збільшенням кількості БпЛА в рої, ускладнюється їх координація і комунікація в геометричній прогресії.

Вдосконалити рій дронів з ШІ можливо з використанням лазерного радару “LiDAR” у якості міждроновної навігації, щоб прив’язати дрони один до одного. Таким чином, використання ШІ для формування рою дронів розширює можливості та масштаб застосування.

УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖ РАДІОЗВ’ЯЗКУ УКХ ДІАПАЗОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ БпАС ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ РОЗВІДЗАХИЩЕНОСТІ

О.В. Чечуй, к.т.н., доц.; Т.О. Котик

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Забезпечення безперервності та стійкості управління військами (силами) при проведенні операцій ЗС України відіграє важливу роль для досягнення їх успіху. Одним із варіантів підвищення ефективності вирішення такої задачі є застосування безпілотних авіаційних систем (БпАС), які використовуються у якості ретрансляторів у мережах радіозв’язку УКХ діапазону відповідних ланок управління військами (силами). Такі системи у залежності від задач та відстані до лінії зіткнення можуть бути реалізовані на базі безпілотних літальних апаратів (БпЛА) або аероплатформ

прив'язного типу. Крім того, досвід ведення бойових дій вказує на активне застосування противником засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що обумовлює необхідність забезпечення належного рівня розвідзахищеності радіомереж такого типу.

З метою підвищення розвідзахищеності мереж радіозв'язку УКХ діапазону з використанням БпЛА пропонується удосконалена модель побудови оптимальної топології радіомережі, яка враховує характеристики засобів РЕБ противника, параметри засобів радіозв'язку (потужність випромінювання передавальних пристроїв, діаграми спрямованостей та коефіцієнти підсилення приймально-передавальних антен, режими роботи), а також кількість БпЛА та висоту їх польоту зі збереженням зв'язності мережі. Для розрахунку енергетичної скритності каналів радіозв'язку проведено моделювання радіомережі з використанням БпЛА за різними сценаріями при застосуванні визначеного типу засобів радіозв'язку та варіантів побудови антенних систем.

Використання запропонованої моделі дозволяє проводити дослідження з питань забезпечення розвідзахищеності мереж радіозв'язку УКХ діапазону із застосуванням БпАС.

СТРУКТУРА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БпЛА ЛІТАКОВОГО ТИПУ

*О.С. Зснович, к.т.н., доц.; С.С. Юрчук; А.М. Самусь
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожудуба*

Сучасні бойові та розвідувальні безпілотні літальні апарати (БпЛА) стали важливими інструментами у військових операціях, виконуючи різноманітні завдання від збору розвідувальної інформації до підтримки наземних підрозділів. У складних бойових умовах важливим фактором залишається стабільне електропостачання, яке забезпечується генераторами постійного та змінного струму та акумуляторами. Втрати енергії та коливання напруги можуть призвести до відмови критичних систем, що загрожує успішному виконанню місії.

Різноманітність типів джерел електроенергії, індивідуальність властивостей та труднощі їх вибору для конкретної системи електропостачання (СЕР) БПЛА, прагнення поєднувати переваги джерел живлення різних типів визначає можливість і необхідність створення комплексу джерел електричної енергії, складеного з набору такого поєднання декількох типів джерел, яке в цілому мало б необхідними перевагами і допустимими недоліками.

Запропонована структура СЕР БПЛА, яка забезпечує всіх споживачів електричною енергією заданого виду та якості протягом усього польоту та часу підготовки, а також різних режимів роботи комплексу бортового обладнання. Вибір структури та параметрів електроенергетичної системи значною мірою обумовлений розв'язуваними БПЛА завданнями, кількістю необхідної потужності та часом, протягом якого цю потужність необхідно постачати споживачам.

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ДАНИХ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

І.М. Тулиця, д.філос.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Досвід застосування безпілотних авіаційних систем в російсько-Українській війні свідчить про активну протидію противника шляхом використання засобів радіоелектронної боротьби, в зв'язку з чим зростають вимоги до даних, що передаються в інфокомунікаційних системах (ІКС) безпілотних літальних апаратів (БПЛА) з позиції забезпечення необхідного рівня достовірності (цілісності).

Використання існуючих технологій завадостійкого кодування дозволяє забезпечити необхідний рівень достовірності даних в ІКС БПЛА за рахунок введення додаткових коректуючих розрядів, проте призводить до суттєвого зростання вихідної кодової послідовності, що в умовах обмежень пропускнуої спроможності бездротових ліній пересилання даних є критичним.

Тому з метою підвищення завадостійкості даних в ІКС БпЛА пропонується використання синтезу технологій трансформації алфавіту кодованих даних та компресійних технологій, побудованих на принципах статистичного підходу та маркерної ідентифікації нерівномірних кодових конструкцій. Використання першого підходу дозволить забезпечити скорочення потужності алфавіту кодованих даних та, як результат, створить умови для скорочення довжини нерівномірних кодових конструкцій, що формуються в процесі статистичного кодування даних. В свою чергу, використання другого підходу дозволить забезпечити як однозначне декодування даних, так і підвищення їх завадостійкості за рахунок введення маркерних конструкцій.

РОЛЬ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНЖЕНЕРНІЙ РОЗВІДЦІ ВОДНИХ ПЕРЕШКОД

*Ю.О. Фтемов, к.т.н., с.н.с.; Р.М. Мельник
Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

Основним чинником розвитку сучасних роботизованих систем у провідних країнах світу є активне впровадження інноваційних технологій, зокрема штучного інтелекту. Використання безпілотних систем для розвідки у всіх середовищах є справжньою революцією, що довела свою беззаперечну ефективність і важливість у сучасній війні.

Серед основних заходів інженерної підтримки мобільності військ (сил) є ведення інженерної розвідки про противника, місцевість, зокрема провідні перешкоди, які є основними бар'єрами на шляхах пересування. Частково інформацію можна отримати за допомогою розвідувальних безпілотних літальних авіаційних комплексів.

Не можна залишити поза увагою зарубіжні розробки дронів, які здатні літати і занурюватися під воду. З певним дооснащенням такі апарати дозволитимуть проводити інженерну розвідку з мінімальними затратами часу і ресурсів.

Таким чином, існуючі безпілотні комплекси свідчать про можливість їх подальшого удосконалення для виконання інженерних розвідувальних завдань на землі, воді та в повітрі. Ймовірними напрямками досліджень стануть розроблення та обґрунтування тактико-технічних вимог до засобів розвідки багатocільового призначення, а також їхніх можливостей оброблення розвідувальної інформації та передачі її до автоматизованої системи управління військами в умовах реального часу.

КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР ТА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ У БПЛА

А.А. Щерба, к.т.н., доц.

*Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

Комп'ютерний зір та обробка зображень у БПЛА є ключовими технологіями, які забезпечують автономність, точність і ефективність виконання таких завдань, як розвідка, моніторинг, навігація та аналіз місцевості.

Основними аспектами використання комп'ютерного зору у БПЛА є:

обробка та аналіз зображень – відео- та фотоінформація обробляється у реальному часі за рахунок використання алгоритмів розпізнавання об'єктів, сегментації зображень, фільтрації шумів і покращення якості зображень;

навігація та уникнення перешкод – завдяки камерам та сенсорам, БПЛА можуть визначати місцезнаходження та автоматично уникати перешкоди;

моніторинг і розвідка – аналіз змін на місцевості, виявлення рухомих об'єктів, використання ІЧ камер для пошуку уночі або в умовах поганої видимості;

застосування штучного інтелекту – багато алгоритмів комп'ютерного зору базуються на глибокому навчанні, що дозволяє покращити точність розпізнавання та навчати моделі на основі даних з попередніх польотів.

Основними викликами є: обмеження автономності через потужність акумуляторів, потреба у швидкій та ефективній обробці великих обсягів даних і складність роботи в умовах поганої видимості або під дією радіоперешкод.

Комп'ютерний зір робить БпЛА інтелектуальними та універсальними засобами для виконання завдань у різних сферах. Його розвиток безпосередньо залежить від прогресу в галузі штучного інтелекту, апаратного забезпечення та алгоритмів обробки зображень.

**ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТОМЕТРУ ЯК СПОСІБ
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ
БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В УМОВАХ
РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРТЬБИ**

Я.Ю. Лещенко; А.О. Белівцов; В.О. Каминський

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Широкий досвід використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) в умовах сучасних бойових дій на території України підкреслює важливість забезпечення стійкості їх навігаційних систем, безпосередньо за умов впливу радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. Оскільки системи глобального позиціонування (ГПС) найчастіше піддаються глушінню сигналу або підміною даних позиції, виникає необхідність у впровадженні альтернативних методів для забезпечення точності навігаційних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА).

Одним із варіантів підвищення стійкості та ефективності застосування систем навігації є можливість синтезу їх з магнітометром як додаткового навігаційного датчика для БпЛА. Пропонується комбіноване використання магнітометрів з інерційними навігаційними системами (ІНС), що дозволяє підтримувати орієнтацію та визначати курс БпЛА при дії РЕБ на глобальну навігаційну супутникову систему (ГНСС). Також розглянуто створення “магнітних карт” місцевості для покращення

локалізації безпілотних літальних апаратів у просторі. Практичним результатом дослідження є формулювання рекомендацій щодо інтеграції магнітометрів у навігаційні комплекси БпЛА, що підвищує їхню стійкість в умовах дії РЕБ противника.

ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ РЕТРАНСЛЯТОРІВ

*В.Г. Кубрак; Д.М. Воронов; О.В. Щербак
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

У ході відбиття широкомасштабної агресії РФ проти України форми і способи бойового застосування тактичної авіації Повітряних Сил зазнали суттєвих змін. Значна чисельна перевага противника, використання ним літаків дальнього радіолокаційного виявлення змусили українських пілотів здійснювати бойові вильоти на висотах менше 100 метрів. В цих умовах система пунктів наведення авіації (ПНА) та допоміжних пунктів наведення авіації (ДПНА), яка створювалася із розрахунку забезпечення суцільного поля управління над територією України на середніх та великих висотах, виявилася не спроможною здійснювати безперервне та стійке управління літаками Повітряних Сил. Дальність радіозв'язку між бортовими радіостанціями та радіозасобами ПНА (ДПНА) на надмалих висотах не перевищує декількох десятків кілометрів, в той час як відстань між пунктами управління авіацією становить сотні. В цих умовах безперервне управління літаками з ПНА (ДПНА) стало неможливим. Такий стан справ призводить до неможливості оперативного реагування на різкі зміни тактичної та оперативної обстановки з боку органів управління авіацією, зривів виконання бойових завдань та невинуватих втрат льотного складу і авіаційної техніки.

Для забезпечення безперервного і стійкого управління літаками тактичної авіації Повітряних Сил необхідно суттєво підвищити дальність повітряного радіозв'язку, що можна досягти застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) – ретрансляторів.

Враховуючи невеликі масо-габаритні показники сучасних двоканальних авіаційних радіостанцій та антенних систем, розміри БпЛА-ретранслятора можуть бути невеликими. Зроблений із композитних матеріалів безпілотний ретранслятор матиме низьку ефективну відбиваючу поверхню і буде малопомітним для радіолокаційних станцій противника.

При розміщенні такого БпЛА-ретранслятора в районі виконання завдань на середніх висотах (4-6 км) він буде мати можливість забезпечити ретрансляцію радіосигналів в радіусі 250-300 кілометрів, що в повній мірі відповідає потребам системи управління авіацією.

Перевагою впровадження безпілотних ретрансляторів є їх порівняно невисока собівартість, легkozамінність та відсутність втрат особового складу у разі їх знищення противником.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИОБЛЕДЕНІЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗВІДУВАЛЬНИХ БпЛА ЛІТАКОВОГО ТИПУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОЛЬОТІВ У СКЛАДНИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ

*Р.В. Древенчук; В.П. Мельник; В.С.Матвеева; Ю.В. Суханов
Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. І. Кожудуба*

Розвідувальні БпЛА літакового типу стали важливим інструментом Збройних Сил України у протистоянні з Російською Федерацією, виконуючи ключову роль у зборі розвідувальних даних. Однак виконання завдань у складних погодних умовах, зокрема при низьких температурах та на висоті, несе підвищений ризик обледеніння, що може призвести до втрати апарата.

На сьогодні більшість БпЛА не обладнані надійними системами протиобледеніння, що обмежує їх використання на великих висотах і за холодної погоди. Це, у свою чергу, знижує ефективність розвідки в бойових умовах. В даній роботі пропонується розробити протиобледенільну систему для

підвищення надійності та ефективності розвідувальних БпЛА літакового типу.

У роботі пропонується модернізація БпЛА шляхом впровадження нової протиобледенільної системи, яка забезпечить стабільність аеродинамічних властивостей літака, навіть за умов обледеніння. Запропонована система включає термоелектричні елементи які будуть встроєні в конструкцію БпЛА та зроблять можливим при необхідності забезпечити врегулювання температури на поверхні фюзеляжу та крила й температурні датчики, що дозволяють завчасно виявляти загрозу обледеніння та надавати сигнал на активацію термоелектричних елементів тим самим запобігати обледеніння важливих елементів літака під час виконання розвідувальних завдань.

Ця модифікація знижує ймовірність утворення льоду на поверхнях БпЛА підвищує надійність та надає змогу використання його в складних погодних умовах.

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ НА ОБ'ЄКТАХ ТИПУ БпЛА ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ У РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

В.О. Попов

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) всіх типів та класів відіграють ключову роль у сучасних військових конфліктах,.

Використання БпЛА дозволяє нівелювати переваги противника в живій силі та техніці, знижуючи ризики для військових та оптимізуючи використання ресурсів. Проте, поряд із досягненнями, виникає низка проблем, які потребують вирішення для підвищення ефективності їх застосування.

Використання БпЛА типу FPV з додатковими елементами керування для враження живої сили противника що потребує додаткового навантаження на пілота який постійно стежить за параметрами польоту веде БпЛА по маршруту на враження.

Рішенням даної проблеми може бути розробка захищених каналів зв'язку та більш стійких систем наведення з використанням скрипту Python, після доменно-специфічної дії, на вказаній точці з'являється об'єкт, а дрон, керований з Android-додатку, після подорожі до об'єкту - за допомогою скрипту Python - фотографує об'єкт. Зображення потім завантажуються на окремий ресурс збереження та обробки, де вони обробляються та наносяться мітки, які записуються в гілку, фотографії, які зроблені Android-додатком, піддаються машинному навчанню за допомогою API-виклику який перемикає режим зображення: термальний / глибинний / сегментований вид, тому Android-додаток робить 3 фотографії, перш ніж відправити команду. Отримані дані навчаються машинним методам на позиціях, проте для збереження переваги необхідно вдосконалення даних технологій.

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. Івана Кожедуба*

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

Використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на даний час є основою по вирішенню ряду бойових завдань. Основою роботи БпЛА є надійність системи електропостачання, а саме акумуляторних батарей. Важливою характеристикою акумуляторів для БпЛА є їхні розмір, вага та енергетична ємність. Необхідність підтримання справності авіаційної техніки полягає в своєчасному діагностуванні акумуляторів: вимірювання

напруги, моніторинг температури, моніторинг стану заряду, ультразвуковий контроль. Але всі ці методи потребують затрати часу, якого інколи не вистачає.

В зв'язку з чим актуальним постає питання пошуку нових напрямків покращення функціонування акумуляторних батарей, а саме: використання високоефективних матеріалів, вдосконалення методів діагностування акумуляторних батарей, 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 ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯМ
ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ КАНАЛУ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В
УМОВАХ ВПЛИВУ КОМПЛЕКСІВ
РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ**

М.М. Бойко

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Аналіз бойового досвіду ведення російсько-української війни показує, що застосування безпілотної авіації значно впливає на хід бойових дій. Активно ведуться роботи по створенню, удосконаленню та прийняттю на озброєння безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Новітні розробки у цьому напрямку постійно впливають на форми, способи та прийоми збройної боротьби.

Один із важливих вирішальних чинників, який суттєво впливає на результат досягнення мети бойового завдання під час застосування БпЛА, є завадозахищеність каналів радіозв'язку. Такі канали повинні забезпечуватися скритністю, завадостійкістю, швидкістю та надійністю передачі інформації під час функціонування комплексів радіоелектронної боротьби.

Розглядається удосконалений метод підвищення скритності сигналу в каналі передачі даних БпЛА з використанням хаотичного процесу як широкосмугової несучої. Представлена математична модель передачі бінарної послідовності та її виділення за спостереженням хаотичного сигналу. Аналізуються основні властивості хаотичної несучої, сформованої модифікованою нелінійною динамічною системою із затримкою: псевдофазовий портрет, амплітудно-частотний спектр та автоковаріаційна функція.

Отже цей метод задовольняє розв'язанню задачі, пов'язаної з підвищенням завадозахищеності каналу радіозв'язку в умовах впливу комплексів радіоелектронної боротьби.

МЕТОДИКА ВИБОРУ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДГРІВАЧА ДВИГУНА БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

І.В. Рогозін, к.т.н., с.н.с.; А.О. Родюков; І.М. Пічугін, к.т.н.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) активно застосовуються у сучасних війнах. У більшості моделей БпЛА встановлюються двотактні або чотиритактні двигуни внутрішнього згорання з повітряним охолодженням циліндрів. Найбільш проблемним для таких двигунів є режим пуску та виходу на робочий режим при низьких температурах.

Як відомо для стабільної роботи двигуна внутрішнього згорання необхідно, щоб камери згорання мала відповідну сталу робочу температуру. На транспортних засобах при запуску двигуна в умовах низьких температур навколишнього середовища застосовують передпусковий підігрівач (наприклад ПЖД-30, ПЖД-600, VEBASTO і т.п.). Попередній підігрів двигуна внутрішнього згорання полегшує його пуск та знижує витрати пального при прогріві двигуна до робочої температури.

У доповіді подано результати розробки методики вибору, проведення розрахунку технічних характеристик та застосування

передпускового підігрівача повітря, який працює на дизельному пальному, для попереднього розігріву двигуна внутрішнього згорання БпЛА при підготовці до застосування в умовах низьких температур навколишнього середовища. Підігрівач встановлюється на транспортно-пусковому засобі БпЛА та задіється при підготовці до запуску двигунів безпілотних літальних апаратів. Потік гарячого повітря з виходу підігрівача направляється на циліндр (циліндри) двигуна по рукавах, нагріваючи його до +60 °С та підтримуючи температуру циліндрів двигуна протягом необхідного часу.

Методика вибору передпускового підігрівача враховує його робочу теплову потужність, продуктивність і швидкість повітряного потоку, а також габаритні характеристики двигуна БпЛА (вага, площа розсіювання тепла циліндрами, розміри двигуна, розмір обтічників) та кількість і взаємне розміщення апаратів на транспортно-пусковій платформі.

Правильний вибір підігрівача повітря забезпечить стабільний запуск і роботу двигуна БпЛА при дистанційному керуванні, а також при масованих пусках БпЛА з транспортно-пускових платформ в умовах низьких температур навколишнього середовища.

НАПРЯМ №3

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК З УРАХУВАННЯМ СТАНДАРТІВ НАТО

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ЗОВНІШНІХ ЕКІПАЖІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВІДБИТТЯ ШИРОКОМАСШТАБНОЇ АГРЕСІЇ

В.М. Кривонос¹, к.т.н.; Г.М. Тимчук²

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

Під час відбиття широкомасштабної агресії РФ проти України застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різних класів і типів на полі бою виявилось надзвичайно ефективним. Однак на початкових етапах військового конфлікту не існувало розвинутої системи підготовки операторів зовнішніх екіпажів безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Бракувало спеціалізованих навчальних підрозділів, шкіл, інструкторів, а також необхідної матеріально-технічної бази, ремонтних майстерень, тощо. Навички пілотування, взаємодії та бойового застосування БпЛА здобувалися безпосередньо в умовах ведення бойових дій, на полі бою, що часто призводило до втрат як БпЛА, так і особового складу зовнішніх екіпажів БпАК.

З огляду на сучасні виклики та досвід застосування БпАК є важливим завданням є формування ключових рекомендацій, які можуть сприяти підвищенню ефективності підготовки складу зовнішніх екіпажів безпілотних авіаційних комплексів. Зокрема, це: удосконалення навчальних програм підготовки; підвищення рівня практичної підготовки; залучення бойового досвіду; підвищення мотивації та психологічної готовності, технічна підготовка; моніторинг і вдосконалення; інтеграція сучасних технологій; міжнародний обмін досвідом.

Реалізація цих рекомендацій сприятиме створенню більш ефективної системи підготовки зовнішніх екіпажів БпАК, яка

враховує уроки минулих бойових дій та відповідає сучасним викликам.

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК З УРАХУВАННЯМ СТАНДАРТІВ НАТО

А.О. Паньків, О.С. Сенів

Національний університет оборони України

У 2024 році формування системи підготовки екіпажів безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) в Збройних силах України (ЗСУ) стало невід'ємною частиною оборонної стратегії країни, що базується на інтеграції в НАТО. В рамках цього процесу важливо враховувати європейські та північноатлантичні стандарти щодо підготовки військових кадрів, що дозволяє не лише забезпечити високий рівень професіоналізму, але й підвищити оперативну сумісність українських підрозділів із військами країн-членів Альянсу.

Одним із ключових аспектів реалізації такої системи підготовки є розробка сучасних навчальних програм та курсів, адаптованих до вимог НАТО. Це включає інтеграцію теоретичних знань щодо експлуатації БпАК, а також практичні заняття, що проводяться на базах спеціалізованих навчальних центрів. Слід також врахувати важливість тренувань, що включають симуляції бойових умов, що дозволяє екіпажам отримати необхідний досвід для дій у реальних ситуаціях.

Окрім професійної підготовки, формування системи навчання екіпажів БпАК в ЗСУ передбачає тісну співпрацю з іноземними партнерами, зокрема шляхом організації спільних навчань і обміну досвідом. Це створює умови для впровадження кращих світових практик, сприяє вдосконаленню тактичних навичок та забезпечує більш ефективне використання безпілотних систем у сучасних бойових умовах. Тільки за умови комплексного підходу до підготовки військових кадрів можна досягти високої оперативної готовності та ефективності застосування БпАК в Збройних силах України.

ВЗАЄМОДІЯ ЕКІПАЖІВ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ

Д.В. Карлов¹, д.т.н. с.н.с.; Г.М. Сафарова¹;

Б.А. Білявський², к.військ.н.

*¹Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба;*

²Національний університет оборони України

В сучасних умовах виконання бойових завдань екіпажі безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) найефективніше та найлегше взаємодіють з артилерійськими підрозділами, що свідчить про їх перевагу порівняно з іншими засобами розвідки. Це дає змогу ефективніше виявляти ціль на місцевості, визначати її координати, наводити вогневий засіб на ціль, здійснювати постріл та корегувати вогонь, тощо.

Для якісної та безпечної взаємодії екіпажів БпАК та для покращення їхньої роботи потрібне підтримання постійного обміну інформацією про:

- погодні умови в даному напрямку виконання бойового завдання;
- наявність та розміщення ворожих засобів ППО та РЕБ і їхній вплив;
- наявність безпечних коридорів прольотів для безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в зоні виконання бойового завдання.

Управління, планування та керування польотами БпАК, як правило, здійснюється через пункт управління артилерійської розвідки, який повинен володіти наявною інформацією щодо можливих безпечних коридорів прольотів для БпЛА, метеоданими, своїми вогневими засобами та засобами розвідки та РЕБ, а також мати інформацію про наявність та розташування цілей противника для нанесення чіткого вогневого удару.

Слід зазначити, що саме організація та тісна взаємодія між екіпажами БпАК та артилерійськими підрозділами під час ведення бойових дій сприяє якісному та своєчасному виконанню бойового завдання.

СИСТЕМА ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО

С.С. Борозняк

*Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного*

Для створення системи підготовки екіпажів БпАК необхідно розробити комплексний підхід, що поєднує технічну, фізичну та психологічну підготовку, а також тренування в умовах, максимально наближених до реальних бойових операцій.

Навчальні програми для екіпажів БпАК повинні включати:

Базову теоретичну підготовку: Знання про види та типи БпАК, їхні особливості, призначення та технічні характеристики.

Тренування на симуляторах: За стандартами НАТО обов'язковим етапом є використання симуляторів, що імітують реальні бойові умови. Це дозволяє екіпажу відпрацювати тактичні завдання, взаємодію з іншими підрозділами та адаптуватися до мінливих умов.

Практичні польоти: Після опанування теоретичних основ та тренувань на симуляторах екіпажі БпАК мають здійснювати реальні польоти під наглядом інструкторів. Тут надзвичайно важливим є відпрацювання навичок маневрування, прицілювання та евакуації в разі необхідності.

Взаємодія з іншими військовими підрозділами: У контексті стандартів НАТО особлива увага приділяється сумісності дій екіпажів БпАК з іншими родами військ, що є необхідною умовою інтеграції в альянс.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ БпЛА КРАЇН НАТО В УКРАЇНІ

Б.В. Ревко; М.В. Сосулін

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

З початком повномасштабного вторгнення Російської Федерації на територію України розвиток безпілотних літальних апаратів

(БпЛА) набув особливого значення. Разом із тим, зросла потреба у підготовці висококваліфікованих операторів, здатних професійно керувати БпЛА в складних і небезпечних умовах.

Країни-партнери альянсу НАТО мають напрацьовані високоякісні стандарти навчання у цій галузі. Впровадження подібних підходів в Україні допоможе значно підвищити рівень підготовки українських операторів БпЛА.

Країни-члени альянсу НАТО широко використовують VR-окуляри для тренування операторів БпЛА. VR-технології дозволяють створити максимально наближені до реальних умов бойові сценарії, що дають змогу операторам отримувати необхідний досвід без ризику для життя та з мінімальними витратами на обладнання, враховуючи бойові дії.

Крім VR-окулярів, важливо забезпечити операторів джойстиком, які мають аналогічні функції та форму реальних пультів керування БпЛА. Постійне тренування з джойстиком, допоможе операторам звикнути до управління технікою, відпрацювати маневреність і швидкість реакцій, необхідні для успішного виконання завдань та час підготовки у складних бойових умовах.

Впровадження такої підготовки операторів БпЛА в Україні підвищить ефективність навчання, дозволить зберегти ресурси, зменшити час підготовки екіпажів та забезпечити професійну підготовку операторів БпЛА до виконання завдань в складних бойових умовах.

ВІДБІР ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДО ПІДРОЗДІЛІВ УДАРНИХ БпАК

*Ю.А. Мирончук, к.т.н., доц.; В.В. Стрінада, к.т.н., доц.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

Запорукою швидкої й високоякісної підготовки операторів-зовнішніх пілотів ударних БпАК є організація і проведення ретельного професійно-психологічного відбору кандидатів на навчання. Основною метою такого відбору є відсівання з числа кандидатів тих, у кого морально-етичні якості, військово-мотиваційна спрямованість, загальноосвітній рівень, індивідуальні

професійно-психологічні здібності й навички не відповідають вимогам щодо успішного оволодіння військовою спеціальністю оператора ударного БпАК. Заходи з проведення професійного психологічного відбору проводяться у навчальних центрах і школах. При цьому проблемним питанням постає занадто великий відсоток відсіву з числа новоприбулих кандидатів на навчання.

Для того, щоб зменшити обсяги напливу до навчальних центрів та шкіл кандидатів, які за своїми якостями явно непридатні для підготовки операторів БпЛА, постала потреба у розробленні методики попереднього відбору, яка була б адаптована до застосування у польових умовах та в умовах рекрутингових центрів. Така методика підготовлена у формі “Методичних рекомендацій для проведення попереднього професійно-психологічного відбору кандидатів у підрозділи ударних безпілотних авіаційних комплексів”. Методика розроблена на основі досвіду Житомирського військового інституту ім. С. П. Корольова (ЖВІ) з підготовки операторів БпАК за період з 2017 року. До складу методики включено рекомендації з визначення військово-мотиваційної спрямованості кандидатів, виявлення ознак нервово-психічної нестійкості, тести для оцінювання оперативної пам’яті, уважності, просторового мислення, здібностей до оперування просторовими уявленнями.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЗГІДНО СТАНДАРТІВ НАТО

А.П. П’янтківський

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії

Підготовка екіпажів безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) є одним із ключових елементів забезпечення ефективності застосування сучасних технологій у військових операціях. Збройні Сили України (ЗСУ), адаптуючись до стандартів НАТО, створюють нову систему підготовки екіпажів БпАК, орієнтовану на підвищення професійності особового складу, впровадження новітніх методик та досягнення взаємосумісності з силами Альянсу.

Підготовка екіпажів у ЗСУ все більше базується на стандартах НАТО: STANAG 4670, STANAG 4586.

Ці стандарти охоплюють усі етапи навчання – відбору кандидатів до сертифікації екіпажів та регулярних тренувань.

Особливістю формування системи підготовки є впровадження уніфікованого підходу до відбору екіпажів. Основними критеріями для відбору є **психологічна стійкість, технічна грамотність, фізична готовність.**

Для розвитку сучасних навчальних центрів у ЗСУ є нагальна потреба у наявності тренажерів з віртуальною реальністю, полігонів для навчання з класифікованим програмним забезпеченням для моделювання складних бойових сценаріїв.

Одним із ключових елементів підготовки є інтеграція бойового досвіду.

Формування системи підготовки екіпажів БпАК ЗСУ відповідно до стандартів НАТО – це необхідний етап інтеграції України до системи колективної безпеки Альянсу та перемози у війні проти росії.

БЕЗПІЛОТНА АВІАЦІЯ В СИСТЕМІ ПРАВОВОГО МОНІТОРИНГУ ПОЛЯ БОЮ

А.П. Бабич, к.військ.н., доц.; А.А. Бабич, к.ю.н., доц.;

В.М. Кривonos, к.т.н.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Ефективним правовим важелем лібералізації середовища збройного протистояння є Міжнародне гуманітарне право (МГП). Але, як показує практика збройних конфліктів ХХІ – го століття, не зважаючи на універсальність МГП, існують певні проблеми щодо інтеграції права збройних конфліктів (ПЗК) в управління військами, відповідно до особливостей сучасного середовища збройного протистояння. Дієвим кроком для реалізація рішення керівництва Збройних Сил України щодо пріоритетності міжнародного гуманітарного права (МГП) при підготовці військ може бути формування окремих організаційних структур, які дозволять

об'єднати в єдину систему вивчення і впровадження норм і правил ведення війни в процесі підготовки і застосування військ з урахуванням досвіду російсько – української війни. Необхідність і актуальність постійно діючої організаційної системи, що уповноважена і має необхідні компетенції щодо моніторингу, оцінки ситуації і обґрунтованого впровадження норм міжнародного гуманітарного права, як регулятора поведінки воюючих сторін, обумовлені особливостями сучасного середовища збройного протистояння, яке постійно генерує нові виклики існуючій практиці правового регулювання воюючих сторін. Важливим критерієм ефективності організаційних структур впровадження МПП в поведінку військ на полі бою є оперативність реагування на порушення норм МПП - час фіксації і оцінки факту порушення норм МПП не повинен перевищувати часу, за який можуть бути усунені ознаки порушення, або сформувати блок неправдивої інформації. Досвід російсько – української війни показує, що ознаки порушень норм МПП, в тій чи іншій бойовій ситуації, можуть кардинально змінитися під впливом масованої ворожої пропаганди, якщо зволікати з рішенням щодо його класифікації, спираючись на первинну достовірну інформацію. Російська дипломатія менш ніж за шість годин після ракетного удару армії РФ по дитячій лікарні в Києві, перевернула ситуацію з ніг на голову, підготувавши низку доказових матеріалів про політ української зенітної ракети, що втратила управління і поцілила в лікарню. Оперативність реагування на факти порушення норм МПП в зоні активних бойових дій, в значній мірі, залежить від засобів і способів, які застосовуються агентами правового забезпечення для моніторингу ситуації. Дієвим засобом правового моніторингу поля бою можуть бути безпілотні літальні апарати першого класу, мікро, міні як коптерного, так і літакового типу. З одного боку це забезпечує рівень безпеки особового складу, а з іншого дозволяє охопити і контролювати значні території, включаючи позиції противника і окуповані території. Основними способами повітряної розвідки безпілотними літальними апаратами при моніторингу таких територій можуть бути: баражування у визначеному районі – спосіб

ведення повітряної розвідки БПЛА під час спостереження за обстановкою, що склалася в глибині бойових порядків противника; вихід у визначену точку на території противника та її обліт (обліт об'єкту) використовується під час: ведення розвідки конкретних об'єктів противника у заданій глибині його бойових порядків з метою їх ідентифікації; довготривале спостереження – забезпечує безперервне спостереження за критично важливими областями, шляхом постійної зміни літальних апаратів в заданому районі розвідки, виходячи з їх можливостей щодо тривалості польоту.

БЕЗПЛОТНА АвіАЦІЯ У СУЧАСНІЙ ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ

*А.С. Лисенко; А.В. Ганенко; М.В. Адаменко, к.військ.н., доц.
Національний університет оборони України*

У сучасній боротьбі безпілотна авіація відіграє важливу роль. Особливо актуальною вона стала у війні України з росією завдяки можливостям її застосування у розвідці, а саме збору розвідданих, по нанесенні вогневого ураження по об'єктам противника та підтримки тактичних операцій, що підвищує ефективність військових дій, знижує ризик для життя особового складу та змінює традиційні підходи до ведення бойових дій.

В враховуючи темпи розвитку задіяння безпілотної авіація у протистоянні Збройні Сили України зустрілись з низькою проблемних питань, в тому числі з недостатньою підготовкою екіпажів.

На даний час, підготовка екіпажів безпілотної авіації здійснюється в більшості випадків на курсах підготовки на загальновійськових полігонах та на території країн членів Альянсів.

Однією з програм підготовки в сучасних умовах яка не потребує фінансових затрат та доступна в мережі інтернет є курс «Застосування технологій в умовах війни» навчає максимально ефективно використовувати техніку та сучасні цивільні технології. Він розроблений спільними зусиллями команди проекту Victory Drones, військових Сил безпеки та оборони, волонтерів, цивільних експертів тощо.

Курс містить тематичні модулі, що складаються з десятків навчальних відео та сотень додаткових наочних та текстових матеріалів. Під час їхнього проходження курс надає можливість ознайомитись по використанню базової екосистеми техніки та програмного забезпечення задля досягнення переваги в умовах війни.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО

В.В. Варваров, к.т.н.; О.О. Грінівецька;

І.М. Туленко; Р.М. Семко.

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Створення системи підготовки екіпажів безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) за стандартами НАТО потребує інтеграції сучасних методів навчання, технологій і процедур, які відповідають передовому підходу Альянсу. Такі системи повинні забезпечувати високий рівень професійної підготовки операторів, техніків і командирів.

Основою системи навчання є: уніфікація стандартів; використання STANAG 4671 (Технічні вимоги до систем БпАК), STANAG 4586 (Управління системами БпАК) та інших відповідних стандартів НАТО. Їх застосування забезпечить можливість інтеграції екіпажів до спільних операцій з підрозділами країн-членів НАТО.

Модульний підхід до навчання проводиться на базовому, середньому та високому рівнях. Програма охоплює як теоретичні так і практичні заняття. Акцент у підготовці робиться на підготовці членів екіпажу злагодженим діям в складних ситуаціях, таких як протидія ворожим засобам радіоелектронної боротьби, протидія системам ППО противника та застосуванні БпАК в урбанізованій місцевості.

Етапи підготовки екіпажу БпАК включають в себе базову підготовку, яка надає можливість опанувати основи

аеродинаміки, конструкції БПАК, сенсорні системи і їх комплекси управління та відпрацювання основних елементів підготовки на тренажері.

Оперативною підготовкою є здобуття навичок з розробки місій відповідно до принципів MDMP (Military Decision-Making Process - процесу прийняття військових рішень), що дозволить виконувати завдання в рамках спільних навчань з іншими підрозділами країн НАТО.

Практичні заняття містять навчання оператора в реальних умовах (виконання елементів польоту, завдань розвідки, нанесення удару, коригування вогню тощо). Значна увага в процесі навчання приділяється питанням інтеграції з іншими системами з використанням стандартів C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance).

Ключовим елементом навчальної програми є тренажери та симулятори, які слугують для відпрацювання усіх елементів виконання польотного завдання.

Оцінка ефективності відбувається під час регулярної атестації членів екіпажу відповідно до стандартів НАТО та проведення тестів, навчань і сертифікацій на всіх етапах підготовки.

Елементами навчальної програми є постійне вдосконалення знань і регулярні курси підвищення кваліфікації, участь у спільних навчаннях з країнами НАТО (наприклад, Saber Strike, Anaconda, тощо).

За результатами впровадження системи інтегрованих можливостей, екіпажі можуть брати участь у багатонаціональних операціях Альянсу. Висока ефективність системи навчання членів екіпажу демонструє належну взаємодію, точність і оперативність. Адаптивність цієї системи дозволяє швидко впроваджувати нові технології та методи навчання.

Розробка цієї системи навчання підвищить ефективність використання БПАК та забезпечить інтеграцію Збройних Сил України в структуру військових сил НАТО.

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМИ
ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ 2-ГО КЛАСУ В УМОВАХ
СКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ОБСТАНОВКИ**

А.П. Бабич, к.військ.н., доц.; О.В. Корнійчук;

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

Радіоелектронна обстановка поля бою – це сукупність умов та факторів, які визначають використання і вплив радіоелектронних засобів у зоні бойових дій. Вона охоплює всі джерела електромагнітного випромінювання, такі як радіостанції, радары, системи зв'язку, системи навігації, а також засоби радіоелектронної розвідки і радіоелектронної боротьби (РЕБ), які можуть впливати на роботу техніки та ефективність військових операцій. Радіоелектронна протидія (РЕП) може значно вплинути на пілотування та застосування безпілотних авіаційних систем (БпЛА), особливо в умовах бойових дій, а саме: радіоелектронні перешкоди можуть перервати або спотворити сигнали управління між оператором і БпЛА, що призведе до втрати контролю над апаратом; глушіння командного каналу, яке здатне змусити БпЛА повернутися до точки запуску або перейти в автономний режим, що обмежує його функціональні можливості та бойову ефективність; при повній втраті зв'язку БпЛА може бути знищений або захоплений, якщо він не має автономних функцій повернення чи самознищення. Для систем навігації (GPS, ГЛОНАСС): радіоелектронна протидія може: створювати перешкоди або глушіння сигналів супутникової навігації, що призведе до дезорієнтації БпЛА; втратити здатність точно визначати своє місцезнаходження та напрямок руху, що може вплинути на виконання завдань, особливо при польотах на великій відстані; спуфінг (підміна GPS-сигналу) може змусити БпЛА змінити курс, наприклад, полетіти в небажану для оператора зону.

**АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ ДОКУМЕНТІВ З
ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ
АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ (КОМПЛЕКСІВ)**

*Р.С. Смик¹; А.Ф. Кудрявцев²;
П.М. Мартиненко²; О.П. Гурін²*

¹Військова частина А4355;

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

Військові частини (установи) Збройних Сил України при застосуванні безпілотних авіаційних систем (комплексів) БпАС (К) з метою виконання функцій із забезпечення національної безпеки і оборони держави та захисту населення керується відповідними нормативно-правовими документами. Одним з питань, не вирішеному повній мірі, є неузгодженості термінів та визначень, що вживаються в нормативно-правових актах стосовно БпАС (К). Так, терміни “безпілотний літальний апарат”, “безпілотне повітряне судно”, “безпілотна авіаційна система”, “безпілотного авіаційного комплексу”, “дистанційно пілотована авіаційна система” використовуються з неоднозначним, а інколи з протилежним трактуванням, що потребує подальшого узгодження в використанні зазначених термінів.

Також, зі створенням Сил безпілотних систем (СБС), що затверджено указом Президента України від 25 червня 2024 року проводиться відпрацювання нових документів. Відповідно до вищевказаного під безпілотними системами слід розуміти складову роду сил, яка може складатися з частин (підрозділів) безпілотних систем. В зазначеному контексті авіаційна складова СБС може включати частини (підрозділи) безпілотних авіаційних систем.

Відпрацювання нормативно-правових та керівних документів за даним напрямом потребує узгодження і внесення змін в існуючі документи, що регламентують діяльність в сфері безпілотних авіаційних систем.

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БпАК З УРАХУВАННЯМ СТАНДАРТІВ НАТО

Е.К. Василенко; Ю.В. Георгієв

*Харківський національний університет Повітряних Сил
ім. Івана Кожедуба*

На сьогодні систему підготовки операторів і технічного персоналу для обслуговування безпілотників активно вдосконалюють шляхом впровадження навчального циклу НАТО. Для забезпечення повного циклу набуття необхідних компетенцій важливим етапом є проходження теоретичної та практичної підготовки в країнах ЄС. З метою інтеграції в стандарти НАТО та покращення підготовки екіпажів БпЛА і БпАК пропонується стандартизувати навчальні програми та забезпечити їх відповідність сучасним вимогам використання безпілотників.

Ключовим фактором є технічна підтримка, яка має відповідати навчальним програмам. У разі нестачі необхідного обладнання застосовують тренажерні комплекси з елементами віртуальної реальності, що дозволяють особовому складу отримати практичні навички. Залучення міжнародних експертів у галузі технічних характеристик БпАК сприятиме вдосконаленню існуючих систем і впровадженню новітніх технологічних рішень.

Використання інноваційних технологій у процесі навчання підвищує ефективність системи підготовки, що, у свою чергу, сприятиме інтеграції України в альянс європейських та північноамериканських країн як повноправного партнера.

Основною проблемою під час підготовки фахівців з БпЛА в Україні залишається нестача ресурсів та значні витрати на використання реального обладнання й пального для тренувань. Використання технологій віртуальної реальності є перспективним рішенням, що дозволить скоротити ці витрати та підвищити ефективність навчального процесу.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ У СУЧАСНІЙ
ЗБРОЙНІЙ БОРОТЬБІ**

ДРУГА 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: Ю.В. Скорий, В.І. Ткачов
Комп'ютерний дизайн обкладинки: Ю.В. Скорий, Р.Р. Левченко

Підписано до друку 24.12.2024 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 12,7
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.