



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО  
ІНСТИТУТ АВІАЦІЇ ТА ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ



**ВИПУСК №1 (1) 2021**

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ**

**ПОВІТРЯНА  
МІЦЬ  
ДЕРЖАВИ**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**

---

**ІНСТИТУТ АВІАЦІЇ ТА ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ**

---

# **ПОВІТРЯНА МІЦЬ ДЕРЖАВИ**

## **STATE AIR POWER**

Науково-практичний журнал  
інституту авіації та протиповітряної оборони

**Випуск №1 (1) 2021**

**Матеріали міжнародного  
науково-практичного семінару  
СПІЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛОТОВАНИХ ТА БЕЗПЛОТНИХ  
БОЙОВИХ СИСТЕМ**

**м. Київ**



# ПОВІТРЯНА МІЦЬ ДЕРЖАВИ

№ 1 (1)  
2021

Науково-практичний журнал  
Засновник і видавець В номері:

Національний університет оборони  
України імені Івана Черняхівського  
Журнал заснований у 2021 році  
Адреса редакції  
Національний університет оборони  
України імені Івана Черняхівського  
Інститут авіації та протиповітряної  
оборони

Повітрофлотський проспект, 28,  
Київ, 03049

телефон: (044)-271-05-88,  
(050)-981-49-83

e-mail: [SAP\\_journal@nuou.org.ua](mailto:SAP_journal@nuou.org.ua)

Журнал видається  
українською та англійською мовами  
та виходить 2 рази на рік

При використанні матеріалів посилання на журнал  
“Повітряна міць держави” обов'язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів  
Відповідальність за зміст поданих матеріалів несуть  
автори

ВСТУПНЕ СЛОВО .....	9
РОЗДІЛ 1. ВИСТУПИ НА МІЖНАРОДНОМУ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОМУ СЕМІНАРІ .....	11
Manned-unmanned aircrafts' combat formations in achieving air superiority (O. Bliskun) .....	13
Аналіз факторів, що впливають на ефективність управління пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування в операціях Сил оборони (Ярошенко Я.В.) .....	15
Багатопозиційна сенсорна система навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки (Тимочко О.І., Кравченко Ю.В., Афанасьєв В.В., Афанасьєв Ю.В.) .....	21
Застосування безпілотної літальної апаратури для польотів в smart-сіті (Шмельова Т.Ф.) .....	25
Нечіткі підходи в моделюванні ризиків для безпеки польотів бойових авіаційних комплексів (Гончаренко С.В., Ковба О.П.) .....	32
Нормативно-правові акти, які регламентують застосування безпілотної авіаційної комплексу (Обухов О.В.) .....	37
Особливості санітарних втрат військовослужбовців сил оборони України від вибухових поранень бойовими безпілотною літальними апаратами (Гуменюк К.В.) .....	38
Побудова системи С4ISR в Україні (Ціркун М.В.) .....	42
Проблемні питання боротьби за перевагу в повітрі з літальними апаратами покоління 4++ та 5 (Горбаченко В.М., Коршун О.А.) .....	44
Рекомендації щодо оцінювання розвідувальних можливостей безпілотної літальної апаратури (Біла) (Кочурба А.В., Салій І.Ю.) .....	47
Складові концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації (Герасименко В.В., Титаренко О.І.) .....	53
Тенденції розвитку ударної безпілотної авіації імовірного противника. критерій оцінювання ефективності бойового застосування сучасних ударних безпілотної ударних літальних апаратів (Салій А.Г., Коршун С.М., Білявський Б.А.) .....	62
Удосконалена методика оцінювання ефективності виконання завдань винищувальною авіацією (Бабенко Р.В., Гончаренко С.В., Титаренко О.І., Бізіло С.М.) .....	71
РОЗДІЛ 2. ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ НА МІЖНАРОДНОМУ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОМУ СЕМІНАРІ .....	73
Investigation of images filtration methods in computer systems and special purpose networks (P. Open'ko, M. Myroniuk, V. Larin, Y. Tolkachenko) .....	75
Аналіз результатів моделювання бойового застосування модернізованих тактичних літаків-розвідників (Козир А.Г., Олійник Р.М.) .....	77
Аналіз розвитку застосування сучасних безпілотної літальних апаратів і засобів ураження у воєнних конфліктах (П'ячук О.О.) .....	80
Аналіз тенденцій розвитку безпілотної літальної апаратури з гібридною силовою установкою (Бедельний В.В., Шевченко С.О.) .....	83
Аналіз факторів процесу прийняття рішення в ході управління змішаною групою сил та засобів Повітряних Сил (Павленко М.А., Захарченко І.В., Каліновський Д.О.) .....	85
Аналіз факторів, що впливають на ефективність спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації в оборонній операції оперативного угруповання військ (сил) (Василенко О.А., Міщенко В.Б., Еришнін І.В.) .....	87
Групове застосування безпілотної літальної апаратури в місії з пошуку та впливу на наземний об'єкт (Тристан А.В., Матюченко О.Г.) .....	94
Забезпечення стабілізації стаціонарного технічного стану трибосистем транспортних засобів військового призначення з використанням електромагнітних полів (Воробій О.М.) .....	97
Застосування безпілотної авіаційної комплексу "Ваурактар ТВ2" в інтересах Військово-Морських Сил Збройних Сил України (Фролов С.М., Чучун М.В.) .....	99
Застосування технологій штучного інтелекту у пілотованій та безпілотної авіації (Чернега В.М., Пащенко Т.П., Порохня І.М.) .....	101
Кіберзагрози функціонуванню інформаційно-телекомунікаційних систем безпілотної авіації (Цурко Ю.В., Рахімов В.В.) .....	103
Комерційні безпілотної літальні апарати як загроза застосування в терористичних цілях. напрям покращення їх виявлення (Бондар В.В.) .....	105
Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості (мінстратегпром), його стратегія реформування українського ОПК та, зокрема, - авіабудування для задоволення потреб безпеки та оборони держави (Луцук Ю.О., Демєнєв О.М., Панасенко Л.І., Пархоменко П.П., Сазонов С.М.) .....	107
Моделювання інтелектуальної поведінки особового складу пілотованої авіації (Кацалал В.О.) .....	112
Проблемні питання боротьби з безпілотною літальною апаратурою противника зенітними засобами та можливі шляхи їх вирішення (Мельниченко В.С., Левченко М.А., Патахла В.Г.) .....	114
Проблемні питання для вітчизняної оборонної промисловості при воєнно-економічному співробітництві України в сфері безпеки і оборони держави (Герасименко В.В., Луцук Ю.О., Демєнєв О.М., Пархоменко П.П.) .....	118
Проблемні питання міжагентної навігації груп безпілотної літальної апаратури (Тимочко О.І., Фустій В.С., Дубицький М.С.) .....	121
Проблемні питання спільного застосування безпілотної (безкіпажних) морських комплексів в інших сил в діях на морі та шляхи їх вирішення (Яким'як С.В.) .....	123
Погляди на спільне застосування пілотованої та безпілотної авіації при веденні бойових дій (Петров В.М., Шалігин А.А., Курявцев А.Ф.) .....	126
Реформування та розвиток оборонно-промислового комплексу України у 2021 році, як основного джерела задоволення потреб безпеки та оборони держави (Луцук Ю.О., Демєнєв О.М., Панасенко Л.І., Слободяник С.П., Сазонов С.М.) .....	130
Ризик-орієнтований підхід до планування інженерно-авіаційного забезпечення бойового застосування пілотованих та безпілотної авіаційних систем (Радько О.В.) .....	133
Розвиток авіаційних спроможностей через розширення сфери застосування безпілотної платформ (Ясенко С.А.) .....	136
Розвиток тактики спільного бойового застосування пілотованих та безпілотної авіаційних комплексів (Срилкин А.Г., Стик С.І.) .....	137
Створення таблиці взаємодії сил і засобів ППО з використанням генетичного алгоритму (Резник Д.В., Шкурят Б.Ж.) .....	140
Сучасні вимоги до структурних змін інженерно-авіаційного забезпечення діяльності авіації Повітряних Сил Збройних Сил України (Корова І.П., Кочурба А.В., Коломієць Ю.М.) .....	143

## **Редакційна колегія**

### ***Головний редактор***

*КРАВЧЕНКО Юрій Васильович*  
доктор технічних наук, професор

### ***Заступник головного редактора***

*КОРОТІН Сергій Михайлович*  
кандидат технічних наук, доцент

### ***Члени редколегії:***

*Авраменко Олександр Васильович*  
доктор технічних наук

*Герасименко Володимир Вікторович*  
кандидат військових наук

*Горбенко Володимир Михайлович*  
кандидат військових наук, доцент

*Горобець Юрій Олексійович*  
кандидат військових наук, доцент

*Диптан Валентин Петрович*  
кандидат військових наук, доцент

*Коровін Іван Павлович*  
кандидат технічних наук, доцент

*Коршець Олена Антонівна*  
кандидат технічних наук, доцент

*Левченко Михайло Антонович*  
кандидат військових наук, доцент

*Мартинюк Олексій Ростиславович*  
кандидат технічних наук

*Медведєв Володимир Костянтинович*  
кандидат військових наук, професор

*Опенько Павло Вікторович*  
кандидат військових наук,  
старший дослідник

*Паталаха Валерій Григорович*  
кандидат військових наук, доцент

*Пуховий Олександр Володимирович*  
кандидат військових наук, доцент

*Радько Олег Віталійович*  
кандидат технічних наук, доцент,  
старший науковий співробітник

*Резнік Дмитро Вікторович*  
кандидат військових наук

*Якобінчук Олександр Вікторович*  
кандидат військових наук, доцент

### ***Відповідальний секретар***

*Ярошенко Ярослав Віталійович*





# INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL SEMINAR



## MANNED-UNMANNED AIRCRAFT TEAMING: COMBAT AIRPOWER







## **ВСТУПНЕ СЛОВО**

начальника інституту авіації та протиповітряної оборони, кандидата військових наук,  
доцента, полковника САЛІЯ Анатолія Григоровича

Особливістю проведення семінару в умовах пандемії COVID-19 є проведення заходу у змішаній формі з використанням новітніх інтернет-технологій. Це дало змогу розширити коло учасників та залучити до проведення семінару представників близько двадцяти освітніх та наукових організацій і установ, а також органів військового управління, як в Україні, так і за її межами. Зокрема, в міжнародному заході прийняли участь представники Командно-штабного коледжу Військово-Повітряних Сил (США), Військового авіаційного університету (Республіка Польща), Військової академії імені генерала Йонаса Жемайтиса (Литовська Республіка).

**Метою семінару** є визначення актуальних проблем та шляхів їх вирішення щодо підвищення ефективності підготовки та спільного застосування пілотованих та безпілотних бойових систем.

**Науково-практичний семінар присвячений** обговоренню можливостей спільного бойового застосування змішаних різнорідних груп пілотованої та безпілотної авіації, що утворюють бойову авіаційну систему. Розглянуті питання щодо спільного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації з можливістю керування безпілотними літальними апаратами не тільки з наземного пункту управління, а також з борту пілотованого літального апарату.

### **Напрямами для обговорення є:**

1. Ефективність бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації.
2. Завдання, форми та способи, тактичні прийоми спільного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації.
3. Система управління змішаної різнорідної групи пілотованої та безпілотної авіації.
4. Моделювання спільного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації.
5. Безпека спільних польотів пілотованої та безпілотної авіації.
6. Всебічне забезпечення спільного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації, зокрема:
  - інженерно-авіаційне забезпечення;
  - ракетно-технічне забезпечення;
  - інженерно-аеродромне та аеродромно-технічне забезпечення;
  - логістичне забезпечення.
7. Напрями організації спільної бойової підготовки фахівців пілотованої та безпілотної авіації.
8. Існуючі та перспективні загрози для змішаного бойового авіаційного комплексу.
9. Безпека Східноєвропейського повітряного простору.



**РОЗДІЛ 1.  
ВИСТУПИ НА МІЖНАРОДНОМУ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОМУ СЕМІНАРІ**



International scientific and practical seminar  
of Aviation Department  
of Aviation and Air Defence Institute

**MANNED-UNMANNED AIRCRAFT TEAMING:  
COMBAT AIRPOWER**

The banner features a grid of logos from various military and academic institutions, including the Ukrainian Air Force, the Ministry of Defense, and several international aviation and defense organizations. A 'STOP COVID-19' logo is also present in the bottom left corner.

Google

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskyi*



Oleksandr BLISKUN

National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine

## MANNED-UNMANNED AIRCRAFTS' COMBAT FORMATIONS IN ACHIEVING AIR SUPERIORITY

*Air control helps to isolate the combat area and conduct operations at a specific place and time without interference from the enemy air, while providing cover for their own forces. Gaining control of the airspace is not a main objective, and is useful only when used as a tool to achieve a more meaningful goal. Once airspace control has been achieved, air power provides the ability to design (demonstrate and apply) military power where and when required; however, dominance in the air is not a permanent state, and it must be constantly fought for after its establishment. There are two levels of air control: air superiority and air supremacy.*

The air superiority is the degree of dominance in the air battle of one air force over another, which allows the former to conduct air operations, as well as relevant operations by land, sea and other forces at certain times and places without significant resistance from enemy's air forces.

Therefore, in order to gain air superiority to provide cover for own' forces and in the interests of the land and sea component, the Air Force must use fighter aircraft to destroy enemy air means in air battles and on the ground during an air operation. And to provide safety conditions to operating fighter aviation in the air should be destroyed all air defense systems by strikes before operation began.

Analysis of the state of aircraft and forecasting the possibility of its operation shows that the existing fleet will decrease every year. Also, the vision of the leadership of the Air Force and the national state to change the fleet to new models of aircraft is obvious. By 2035, it is planned to completely replace all existing aircraft with new ones. But in the most difficult transition years of 2025-2030, there may be a problem when existing aircraft will be disarmed and new ones will not be purchased due to their high cost. Therefore, it is necessary to look for a cheaper, but no less effective way to solve this issue today.

My research on this issue has led me to the need to look for options for the joint application of manned and unmanned aircrafts. First, it was necessary to choose among all possible UAVs that can perform tasks to strike ground targets and destroy the enemy's air means. Then compare their flight and technical characteristics with the existing fleet of manned fighter aircraft to understand whether they can perform combat missions in similar conditions. Finally, compare the financial side of this issue.

The best solution is the UAV XQ-58 "Valkyrie". UAV XQ-58 "Valkyrie" belongs to the program of low-cost aviation technology (Low Cost Attritable Aircraft Technology LCAAT), which significantly affects the choice of this UAV. It was also designed for use in joint combat with fighters. XQ-58 can carry on to one ton of combat load in the internal compartments. There is also a possibility that, analogous to the loading option of the F-35 aircraft, it will also be possible to suspend the aircraft at the external suspension points in the Valkyrie UAV.

To perform the task of misleading the enemy can be used combat formation, which will consist of the UAV XQ-58 flight, which will simulate a Su-27. Such two flights can simulate the flight of a pair of fighters to detect the positions of the enemy's air defenses, or give them the wrong direction of attack. To do this, you only need to take a standard combat formation for fighter aviation. This group of UAVs will be flown from a double-sit fighter jet. The operator will assign tactical tasks to UAV groups not control them remotely. The distance from the fighter aircraft to the UAV will be selected in accordance with the means of anti-aircraft defense, the ability to detect air targets by the enemy and the technical characteristics of the weapons system of own fighters.

Along with the low cost of the UAV itself and operating costs, the XQ-58 "Valkyrie" will be able to perform the functions of a carrier of weapons and consumables in case of danger to the pilot of the aircraft. The use of LCAAT UAVs significantly reduces the risks for manned aircraft. It can be at a safe distance from enemy air defense facilities and solve combat tasks with the help of UAVs.

And the main tasks of air defense breakthrough and destruction of ground objects and the struggle for air superiority will be performed by mixed units, including a fourth or fifth generation manned fighter and a number of UAVs.

In this Flight, UAVs will be able to take on the roles of reconnaissance and weapons. The manned aircraft will become a kind of command post with the ability to track the situation and the use of weapons. And the pilot will take on the role of operator, who, having the appropriate level of tactical and operational-tactical training, skillfully assessing the situation, will appoint subordinate UAVs to perform tasks without spending precious time in combat.

### References

1. Kratos XQ-58 Valkyrie. Режим доступу: URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Kratos\\_XQ-58\\_Valkyrie](https://ru.wikipedia.org/wiki/Kratos_XQ-58_Valkyrie).
2. Візія Повітряних Сил 2035. Під заг. ред. Вашугіна А.В. – Вінниця: Командування ПС ЗСУ, 2020. – 44 с.
3. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036. Removed from: URL: <https://fas.org/irp/program/collect/usroadmap2011.pdf>.

**THE NATIONAL DEFENSE UNIVERSITY OF UKRAINE  
NAMED AFTER IVAN CHERNIAKHOVSKYI**

**MANNED-UNMANNED AIRCRAFTS' COMBAT FORMATIONS  
IN ACHIEVING AIR SUPERIORITY**

**PhD Student of aviation department,  
Aviation and Air Defense Institute  
Lt. Col. Oleksandr Blyskun**

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

**AIR SUPERIORITY. MEANING. TASKS.**

Since the German attack on Poland in 1939, no country has ever won a war in the face of enemy air superiority; no major offensive has succeeded against an opponent who controlled the air, and no defense has sustained itself against an enemy who had air superiority. Conversely, no state has lost a war while it maintained air superiority, and attainment of air superiority consistently has been a prelude to military victory.

Colonel John A. Warden III  
*The Air Campaign: Planning for Combat*

**AIR SUPERIORITY**

- defeat enemies' aircraft in the air
- destroy enemies' aircraft on the airfields
- neutralize enemy' air defense system

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

**The vision of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine 2035**

https://defence.ua.com/army\_and\_war/povijzani\_sil\_cs\_ukrajni\_biddi\_zakupat\_bagatosilovi\_vinschuvachi-770.html

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

**Flight & technical characteristics of fighter jets and UAVs**

	MiG-29	Su-27	C-79 "Havoc"	XQ-58 "Valkyrie"	Northrop Grumman X-47B (Navy)
Length	17,32m	21,9m	14m	8,8m	11,63m
Wingspan	11,36m	14,7m	19m	6,7m	18,92m
Height	4,73m	5,8m	1,8m	1,8m	3,1m
Velocity	2410km/h	2500 km/h	3400km/h	1,050 km/h	-
Max. altitude	18 000m	18 500m	18 000m	13 715m	12 290m
R	700km	1500km	2000km	3911km	1500km
R <sub>z</sub>	65			>9	
Price	\$22 mil	\$33 mil	\$22 mil	\$1 mil	\$14 bn

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

**COMBAT FORMATIONS FOR TACTICAL GROUPS**

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

**MIXED MANNED-UNMANNED TEAM**

standard combat formation for fighter aviation

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovskiy*

ЯРОШЕНКО Ярослав Віталійович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ЇХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ В ОПЕРАЦІЯХ СИЛ ОБОРОНИ

У статті проведено аналіз основних факторів, які впливають на ефективність управління пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування в операціях Сил оборони. Проведено класифікацію факторів, які можуть впливати на ефективність виконання завдань авіацією загалом та конкретно на процес управління. Детально розглянуті внутрішні фактори, які впливають на процес управління спільними бойовими порядками пілотованих та безпілотною авіаційних систем, в тому числі й з кабіни пілотованого літака (вертольота).

Процес управління авіацією є одним з найважливіших заходів, які заздалегідь детально плануються керівним складом авіаційних частин та підрозділів. Ефективність управління, в першу чергу, буде залежати від побудови існуючої системи управління в авіації Збройних Сил України. Класична структура системи управління включає в себе органи управління, пункти управління, засоби зв'язку і автоматизації та об'єкти управління.

До управління висуваються певні вимоги, це – постійна готовність, стійкість, безперервність, оперативність, якість, прихованість. Теоретично максимум ефективності управління буде при повному виконанні вищезазначених вимог, проте на практиці реалізувати та забезпечити виконання цих вимог вкрай складно через певні негативні фактори, які впливатимуть на процес управління. Врахування цих факторів та зменшення їхнього

впливу на процес управління є однією з першочергових задач ефективного управління авіацією.

### Виклад основного матеріалу дослідження

**Класифікація факторів.** На ефективність виконання завдань авіацією, згідно з теорією складних систем [2], впливають зовнішні (некеровані) та внутрішні (керовані) фактори (Рис.1).

До **зовнішніх факторів** відносяться, ті на які ми не маємо можливості впливати, це:

система ППО противника;

засоби РЕБ противника;

стан, склад, положення та характер дій військ противника;

діяльність диверсійно-розвідувальних груп противника;

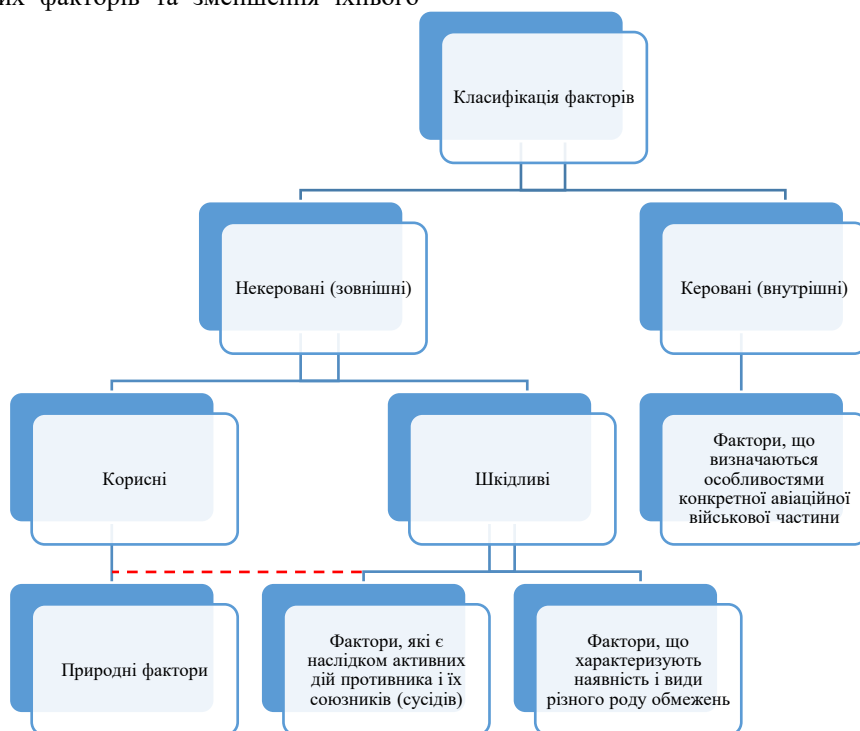


Рис. 1 Класифікація факторів, що впливають на ефективність виконання завдань військовими частинами (підрозділами) авіації



фізико-географічні умови місцевості (району бойових дій).

До **внутрішніх факторів** відносяться, ті на які ми можемо впливати (як для зменшення їхнього впливу і аж до його виключення), це:

стан, склад та положення своїх військ;

укомплектованість підрозділів авіаційною технікою та особовим складом, в тому числі і льотним;

рівень підготовки льотного та інженерно-технічного складу, осіб групи керівництва польотами, операторів БпЛА та обслуг ПУ авіації і БпЛА;

стан та укомплектованість підрозділів зв'язку особовим складом та засобами зв'язку і автоматизованого управління;

рівень індивідуальної підготовки командира і штабу щодо керівництва підпорядкованими підрозділами;

логістичне забезпечення бойових дій авіації;

стан, склад та структура пунктів управління авіацією;

фінансово-економічні можливості держави щодо забезпеченню підготовки та ведення підрозділами авіації бойових дій;

можливості оборонно-промислового комплексу щодо забезпечення Збройних Сил України основними зразками озброєння та військової техніки (в тому числі БпЛА, засобами зв'язку та АСУ, обладнання для пунктів управління авіацією); наявність штучних супутників Землі.

За вказаною вище класифікацією на ефективність виконання завдань авіацією в операціях Сил оборони впливатиме значна кількість факторів, але на ефективність управління можуть впливати й інші фактори, які ми розглянемо далі. Отже, **на ефективність управління** пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування впливатимуть некеровані (зовнішні) фактори (табл.1) та керовані (внутрішні) фактори (табл.2) проте для більш повної класифікації слід внутрішні фактори розділити на:

людські, які характеризуються фізіологією та психологією людини, її навички та вміння, а також помилки;

технічні, які характеризуються особливостями обладнання, програмного забезпечення, характеристиками озброєння та військової техніки.

Таблиця 1

**Некеровані (зовнішні) фактори, що можуть впливати на ефективність управління**

Корисні (Природні)	Шкідливі		
	Природні фактори	Фактори, які є наслідком активних дій противника і партнерів (сусідів)	Фактори, що характеризують наявність і види різного роду обмежень
Характеристики району проведення операції		Побудова бойових порядків та системи ППО противника	Рівень фінансування Збройних Сил України
Фізико-географічні умови місцевості		Рівень взаємодії з підрозділами що забезпечують подолання ППО противника, ВАП та прикриття від ЗПН противника	Норми міжнародного гуманітарного права
Метеорологічні умови		Стан, склад, положення та характер дій військ противника	Домовленості щодо припинення вогню чи використання певних видів озброєння
Наявність характерних орієнтирів для ведення навігації	Відсутність характерних орієнтирів для ведення навігації	Кібербезпека бойового інформаційного простору	Соціальне забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей
		Засоби РЕБ противника	
		Електромагнітна зброя	
		Дії ДРГ противника	

**Керовані (внутрішні) фактори, що можуть впливати на ефективність управління**

Фактори, що безпосередньо впливають на процес управління пілотованою та безпілотною авіацією		Фактори, що частково впливають на систему управління пілотованою та безпілотною авіацією
Людські	Технічні	
Підготовка командира, штабу та бойових обслуг КП	Система управління авіацією	Бортове обладнання БпЛА
Склад обслуги БпЛА та їх підготовка	Засоби зв'язку та автоматизації управління	Аеродромна мережа
Фізичні та психофізіологічні властивості пілотів та операторів БпЛА	Обладнання пунктів управління	Мережа майданчиків для запуску та посадки (приземлення) БпЛА
Досвід льотної роботи на пілотованих літаках для операторів БпЛА	Режими управління БпЛА	Конструкція літаків та БпЛА, типи двигунів
Взаємодія між обслугами ПУ авіації та ПУ БпЛА	Програмне забезпечення БпЛА	Логістичне забезпечення
Морально-психологічний стан особового складу	Інтерфейс управління БпЛА	
	Засоби оперативного відображення обстановки	
	Радіолокаційне забезпечення процесу управління	
	Засоби індивідуального та групового захисту від ПАП противника	

Розглянемо детальніше деякі внутрішні фактори, які характеризують саме особливості процесу управління, до таких можна віднести:

– структуру системи управління авіацією, тобто наявність розвиненої мережі пунктів управління, склад повної бойової обслуги пункту управління, обладнання його робочих місць засобами зв'язку та автоматизованого управління, а також засобами відображення оперативної обстановки;

– рівень взаємодії між підрозділами всередині військової частини (наприклад, узгодженість процесу передачі управління БпЛА від одного оператора до іншого); підрозділами та пунктами управління сусідніх військових частин та родів авіації; підрозділами що забезпечують подолання ППО противника та підрозділами інших видів (родів) військ (сил) Збройних Сил України;

– обладнання пунктів управління засобами зв'язку та автоматизації управління. Організація системи зв'язку посідає особливе місце в процесі управління, для забезпечення якісного зв'язку необхідно відповідно і якісне обладнання. Провідні країни світу зазвичай мають свою мережу супутників, які забезпечують широкую мережу зв'язку в будь-якій точці Землі, а також дозволяють отримати захищений від впливу земної поверхні сигнал. Супутниковий зв'язок забезпечує літаки та безпілотики навігаційною інформацією та забезпечує міжлітакову навігацію. Наявність власного геостационарного супутника Землі дозволить підвищити якість зв'язку та навігації, розширити його мережу та дозволить зекономити бюджетні кошти, які витрачаються на користування іноземними штучними супутниками Землі.

Важливим питанням управління є забезпечення безпеки зв'язку та його захищеність, для чого необхідно обладнувати пункти управління авіацією, літаки та БпЛА засобами шифрування даних. У деяких випадках БпЛА, ймовірно, буде працювати виключно в межах діапазону зв'язку та прямої видимості протягом відносно коротких проміжків часу (тобто, у часовій шкалі від декількох годин або менше). В інших випадках БпЛА буде працювати на відстанях, що вимагають загоризонтного зв'язку та потенційно залишатиметься в повітрі протягом багатьох днів. Ці характеристики місії модулюють занепокоєння щодо затримки зв'язку між станціями наземного управління (GSC) та БпЛА, а також про необхідність передачі управління БпЛА між екіпажами. Крім того, ймовірно, потрібно буде часто вводити дані управління, коригуючи параметри польоту або вибираючи нові шляхові точки "Інтернету" у відповідь на зміну обстановки або умов завдання[3]. Для забезпечення виконання завдань у складі змішаних груп пілотованих літаків та БпЛА провідні країни світу на даний час проводять роботу щодо реалізації можливості управління БпЛА з борту пілотованого літака. Також в країнах інформація отримана від БпЛА надходить в єдину бойову інформаційну мережу, в тому числі на борт бойових літаків, повітряних пунктів управління.

– обладнання пунктів управління. Для підвищення ефективності роботи оператора необхідно розглянути можливість обладнання наземних та повітряних станцій управління БпЛА мультимодальними дисплеями, які відображають візуальну, слухову та тактильну інформацію;

– склад обслуги БпЛА і обов'язки кожного члена екіпажу. Для управління пілотованими та безпілотними авіаційними системами постає питання чи може оператор контролювати кілька БпЛА одночасно при збереженні прийняттого рівня продуктивності? В США екіпажі БпЛА для розвідувальних місій, як правило, включають оператора БпЛА для управління в повітрі та оператора корисного навантаження місії. Така структура екіпажу є обґрунтованою з огляду на висновки, які було отримано в ході управління безпілотником та корисним навантаженням одним і тим же оператором, що суттєво погіршувало його продуктивність [3]. Інше питання буде поставати, а чи зможе оператор БпЛА, який управляє групою БпЛА чи дронів-камікадзе з пілотованого літака справлятися з навантаженням чи можливо необхідно спростити цей процес до цілевказання безпілотникам об'єктів удару або розвідки? Дане питання потребує подальших досліджень.

– підготовка операторів БпЛА та обслуг ПУ БпЛА. Формування вимог до основних знань, вмінь та навичок, які необхідні для сертифікації пілота БпЛА. Безпечний політ спільних бойових порядків пілотованої авіації та БпЛА у повітряному просторі вимагає ефективної процедури навчання пілотів БпЛА. Оскільки експлуатація БпЛА вимагає роботу з наземної консолі, то змодельований і реальний політ дуже схожі, що дозволяє більшу частину підготовки операторів БпЛА проводити на тренажерах.

– фізичні та психофізіологічні властивості пілотів. Ці характеристики пілотів тісно пов'язані з безпекою польотів. Психологічні характеристики, спричинені фізіологічними змінами, є важливими факторами, що впливають на поведінку пілотів. Різниця в поведінці пілота є результатом різних фізіологічних, психологічних та фізичних характеристик, включаючи вік, особистість та досвід роботи. Внутрішні фактори, такі як терміновість польоту, досвід польотів, освіта та цінності, тісно пов'язані з фізіологічними, психологічними та фізичними характеристиками пілотів [4].

– психофізіологічні властивості операторів БпЛА. Розділення оператора та БпЛА накладає низку бар'єрів для оптимальної роботи людини, включаючи втрату сенсорних сигналів, цінних для управління польотом, затримки в циклах управління та зв'язку та труднощів при скануванні візуального середовища навколо БпЛА. Безпілотний політ також допускає можливість того, що один оператор може керувати кількома транспортними засобами одночасно, що може спричинити унікальні та великі вимоги до робочого навантаження [3]. Для тривалої експлуатації БпЛА необхідні графіки робочих змін у цілодобовому забезпеченні наземної станції управління, оскільки відчуття втоми, веде до серйозних наслідків для здоров'я та продуктивності;

– досвід льотної роботи на пілотованих літаках для операторів БпЛА. Дослідження впливу попереднього льотної досвіду для здобуття навичок операторів-початківців під час навчання на операторів БпЛА Predator показало, що загалом

досвід польотів зменшив кількість навчальних польотів, необхідних операторам для досягнення заданого рівня виконання основних завдань щодо маневрування та посадки, а також покращив експлуатаційні характеристики оператора для виконання розвідувальних завдань. Однак інші результати свідчать про те, що для операторів БпЛА навички, пов'язані з польотами, не мають великого значення для експлуатації БпЛА [3];

– режими управління БпЛА. У більшості випадків управління БпЛА все ще повністю автоматизоване, таким чином, що автопілот підтримує управління польотом за допомогою запрограмованих координат польоту. Проте, наприклад БпЛА Pioneer, дозволяє оператору перемикатися між режимами повного ручного, гібридного та повного автоматичного управління. Ці різні режими управління польотом мають переваги та недоліки. Повне ручне управління, здається, накладає на операторів БпЛА найвищий і найбільш постійний рівень пізнавального навантаження. Більше того, ручне управління погіршиться через затримки зв'язку між БпЛА та станціями наземного управління. І навпаки, повністю автоматизоване управління може перешкодити оператору швидко втручатися, коли це необхідно (наприклад, при втраті зв'язку), залишаючи оператора в основному "не в курсі" та може призвести до погіршення ситуації (наприклад, помітити зміну якостей поведінки БпЛА внаслідок обмерзання), тобто пильність оператора є важливою для автоматизованого управління БпЛА;

– інтерфейс управління БпЛА. Це питання зручності управління, ергономіки робочого місця оператора, особливо якщо його робоче місце розташоване на пілотованому літаку. Наприклад, можливість відображення інформації навколо БпЛА, враховуючи те, що пілот більше не знаходиться всередині повітряного судна; можливість налаштування інформації, яка відображується на екрані постійно, а яка може викликатися на екран оператором; наявні елементи управління (наприклад, джойстик або миша). Єдиний інтерфейс (уніфікований) управління дозволить зменшити кількість помилок оператора при переході від одного інтерфейсу до іншого [3,5];

– програмне забезпечення БпЛА. Як і інтерфейс управління має забезпечувати оператора БпЛА зручним швидкодіючим програмним забезпеченням. Важливим моментом, є швидке переключення між корисним навантаженням БпЛА для вибору або зміни озброєння, переключення засобів розвідки, а також можливість програмування режиму повернення на базу при втраті зв'язку;

– засоби оперативного відображення обстановки, як на наземних ПУ так і на повітряних (в т.ч. засоби відображення та управління БпЛА на бойових пілотованих літаках). Наприклад, можливість переключення та виведення на екран відеоінформації з борту БпЛА для більш точного оцінювання поля бою, аналізу результатів авіаційного удару, скорочення часу для ударних літаків на пошук та розпізнавання об'єкту удару;

– конструкція літаків та БпЛА, їх обладнання та типи двигунів. Від цього залежить дальність та тривалість польоту, а також бойові та розвідувальні можливості літаків та БпЛА. Наприклад, кількість точок підвіски озброєння, різноманітність його номенклатури, наявність на борту БпЛА сучасних оптичних, тепловізійних, телевізійних, ІЧ-систем, а також РЛС, контейнерів із системами постановки перешкод, засобів індивідуального та групового захисту від постановки противником активних перешкод.

### Висновки

В сучасних умовах розвитку озброєння та військової техніки на ефективність управління пілотованою та безпілотною авіацією під час їх спільного бойового застосування в операціях факторами, що матимуть найбільший вплив будуть:

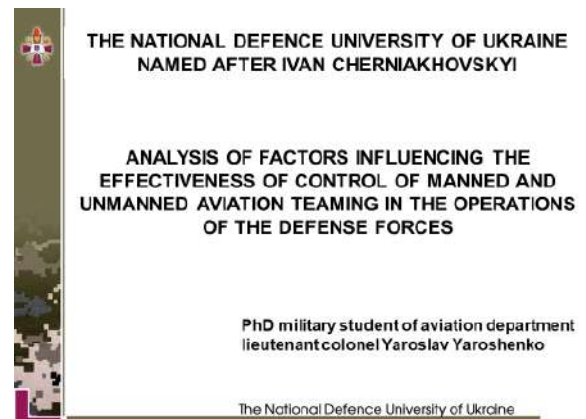
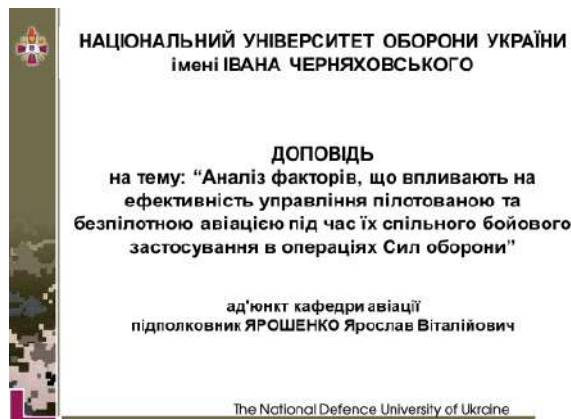
зовнішні (стан, положення та характер дій військ противника, які впливатимуть на віддаленість пунктів управління від лінії бойового зіткнення; наявні системи РЕБ противника, які впливатимуть на перешкодову обстановку у повітряних радіомережах зв'язку та управління; кібербезпека бойового інформаційного простору, дозволить захистити канали управління та передачі інформації від кібервпливу противника; фізико-географічні умови району виконання завдань, які в залежності від регіону, пори року, часу доби та метеоумов впливатимуть на якість зв'язку; наявність у противника електромагнітної зброї, впливатиме на бортове обладнання пілотованих та безпілотних авіаційних засобів);

внутрішні (технічні: система управління авіацією, в тому числі стан та обладнання ПУ авіацією та БпЛА засобами зв'язку та автоматизованого управління; наявність засобів індивідуального та групового захисту від постановки противником активних перешкод; обладнання пілотованих та безпілотних авіаційних систем засобами зв'язку, програмним забезпеченням; людські: підготовка командира, штабу, осіб групи керівництва польотами, обслуговування ПУ, операторів БпЛА).

Врахування якомога більшої кількості факторів та виключення їх впливу дозволить підвищити ефективність управління до рівня, який забезпечить гарантоване виконання поставлених завдань.

### Список використаних джерел

1. Радецький В.Г., Руснак І.С., Даник Ю.Г. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: Монографія. – К.: НАОУ, 2008. – 224 с.
2. Барабаш Ю.Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (Методологія військово-наукових досліджень): Навчальний посібник. – Київ: Вид. НАОУ 1999. – 39 с.
3. Jason S. McCarley, Christopher D. 2014. Wickens. Human Factors Implications of UAVs in the National Airspace. University of Illinois at Urbana-Champaign. – 63 p.
4. Haibo Wang, Ting Pan, Haiqing Si, Yao Li, and Naiqi Jiang. 2020. Research on Influencing Factor Selection of Pilot's Intention. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/4294538>
5. G. Robert Arrabito and Co. 2009. Human Factors Issues for Controlling Uninhabited Aerial Vehicles. Defence R&D Canada – Toronto. URL: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a543186.pdf>





**АКТУАЛЬНІСТЬ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ** 3





**ВЕЛИКОБРИТАНІЯ**

**США**

**ФРАНЦІЯ ТА АВСТРІЯ**

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**THE RELEVANCE OF THE MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 3





**GREAT BRITAIN**

**USA**

**FRANCE & AUSTRIA**

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**ЗОВНІШНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ІХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ** 4

Стан та положення військ противника

Інформаційно-психологічний вплив

ВА противника

ДРГ противника

Кіберплив противника

ППО противника

РЕБ противника

Фізико-географічні умови місцевості

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**EXTERNAL FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF COMMAND AND CONTROL OF MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 4

State and position enemy troops

Information and psychological influence

Fighter aviation

Diversion and reconnaissance groups

Cyber influence of the enemy

Air defense of the enemy

Electronic warfare of the enemy

Physical and geographical conditions of the area

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**ВНУТРІШНІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНОЮ ТА БЕЗПІЛОТНОЮ АВІАЦІЄЮ ПІД ЧАС ІХ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ** 5

Система управління авіацією

Обладнання ПУА

Підготовка операторів БЛА

Засоби зв'язу

Інтерфейс управління

Програмне забезпечення

Обладнання ПУ БПЛА

Підготовка командира і штабу

Супутниковий зв'язок на навігація

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**INTERNAL FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF COMMAND AND CONTROL OF MANNED AND UNMANNED AVIATION TEAMING** 5

Aviation C2 system

Equipment of aviation control points

Skills of UAV operators

Means of communication

Control interface

Software

Equipment of UAV control points

Skills of commander and staff

Satellite navigation

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**ВИСНОВОК** 6

**Основні фактори, що впливатимуть на ефективність управління**

1. Система управління та зв'язу авіацією;
2. Підготовка командира та штабу, осіб групи керівництва польотами та операторів БПЛА;
3. Інтерфейс та програмне забезпечення для управління БПЛА;
4. Стан та положення військ противника;
5. Застосування противником засобів РЕБ.

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**CONCLUSIONS** 6

**Main factors affecting the efficiency of command and control of manned and unmanned aviation teaming**

1. Aviation command and control system;
2. Skills of commander and staff, ATC personnel and UAV operators;
3. Interface and software for UAV control;
4. State and position of enemy troops;
5. The application of EW systems by the enemy .

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

<sup>1</sup>ТИМОЧКО Олександр Іванович (доктор технічних наук, професор)

<sup>2</sup>КРАВЧЕНКО Юрій Васильович (доктор технічних наук, професор)

<sup>1</sup>АФАНАСЬЄВ Володимир Володимирович (кандидат технічних наук, доцент)

<sup>3</sup>АФАНАСЬЄВ Юрій Володимирович (магістрант)

<sup>1</sup>Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

<sup>2</sup>Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

<sup>3</sup>Харківський Національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

## БАГАТОПОЗИЦІЙНА СЕНСОРНА СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА МОНІТОРИНГУ ОБСТАНОВКИ

Спільне використання повітряного простору пілотованими та безпілотними літальними апаратами розширює перелік завдань, які можуть бути вирішені під час ведення бойових дій та при виконанні спеціальних завдань. Одночасно з цим підвищуються вимоги щодо забезпечення безпеки руху повітряних суден, особливо у неконтрольованому повітряному просторі. Одним з основних напрямків вирішення питань безпеки польотів та ефективного вирішення завдань є питання навігаційного забезпечення польотів. Вони вирішуються шляхом розвитку наземних, бортових та супутникових навігаційних систем. Дані системи мають обмеження як за умовами застосування, так і за точністю і надійністю, особливо в умовах складної радіоелектронної обстановки. У роботі досліджується вирішення зазначених питань за рахунок створення багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки.

Аналіз досвіду виконання бойових і спеціальних завдань авіацією свідчить про обмежені умови використання радіотехнічних систем навігації, в тому числі супутникових [1]. Це обумовлює суттєве зменшення інтенсивності польотів пілотованої та безпілотної авіації, особливо в умовах постановки завдань системами радіоелектронної боротьби, а також при відключеннях сигналів супутників або введенням штучних похибок у структуру сигналів.

Таким чином, спостерігається протиріччя між необхідністю забезпечення точної навігації та безпеки руху літальних апаратів при виконанні завдань, особливо в умовах сучасних бойових дій, та відсутністю комплексного навігаційного забезпечення району спільного використання повітряного простору.

У роботі досліджені питання оцінки можливості використання сенсорних мереж у завданнях моніторингу обстановки та навігаційного забезпечення польотів пілотованої і безпілотної авіації.

Актуальність досліджень також обумовлена роботами, які ведуться з питань стандартизації за програмою співробітництва з НАТО в таких сферах як: аеронавігаційні системи та технології; керовані та безпілотні літальні апарати (БпЛА); управління повітряним рухом; висотні та середньовисотні БпЛА з великою тривалістю польоту; лінії передачі даних управління та контролю (C2) для БпЛА; морські безпілотні авіаційні системи тактичного рівня; системи передачі даних літальних апаратів.

В сучасних умовах ведення бойових дій важливим є створення єдиного інформаційного простору (ЄІП), в основу функціонування якого можуть бути покладені сучасні інформаційно-мережеві технології. Так, ЄІП поєднує в собі

інформаційну, сенсорну (розвідувальну) та бойову підсистеми [2].

Забезпечення стійкого управління і постійної взаємдії здійснюється за рахунок зв'язків між елементами системи. В окремих випадках ЄІП може бути представлений у вигляді окремих локальних просторово-розподілених систем. У цьому випадку цілісність всієї системи може бути забезпечена шляхом застосування БпЛА в якості ретрансляторів або засобів "перенесення" інформації, використовуючи власні засоби її зберігання на борту. Як свідчить аналіз розробок електронних засобів протидії БпЛА, функціонування ЄІП може бути забезпечено за рахунок створення розгалуженої мережі сенсорів. Така система буде мати вигляд нейронної мережі. Постійна зміна обстановки в районі виконання завдань обумовлює зміну можливостей вузлів системи щодо завдань моніторингу та функціонування в умовах зовнішнього впливу. Забезпечення функціональної стійкості системи можливе за рахунок надання властивості автономної реконфігурації, тобто зміни ліній зв'язку між вузлами мережі [3].

У роботі наведені результати дослідження щодо можливості створення ЄІП на основі MESH-мережі. Така система може бути покладена в основу створення багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки.

У даному напрямку досліджень розглядається побудова бездротової мережі, основою якої є застосування мікроконтролерів (ESP8266). Такий підхід дозволяє реалізовувати і вивчати особливості застосування однотипних апаратних елементів при застосуванні MESH-мережі в різних проектах. При розробці MESH-мережі різного ступеня складності запропоновано варіанти

однорівневого та багаторівневого рівнів взаємодії елементів (рис. 1). В якості первинного елемента мережі розглянуто варіант взаємодії «ESP8266 + WIFI ROUTER + SERVER MQTT». Дана компоновка є основною структурою мережі. Управління здійснюється через SERVER MQTT.

Другим етапом нарощування MESH-мережі є розширення попереднього варіанту шляхом

додавання ще одного ES8266. Таке рішення забезпечує формування вузла мережі, який дозволяє забезпечити не тільки з'єднання з іншими пристроями, а й самостійний обмін даними між окремими пристроями. Така властивість характеризує бездротову мережу як MESH-мережу.

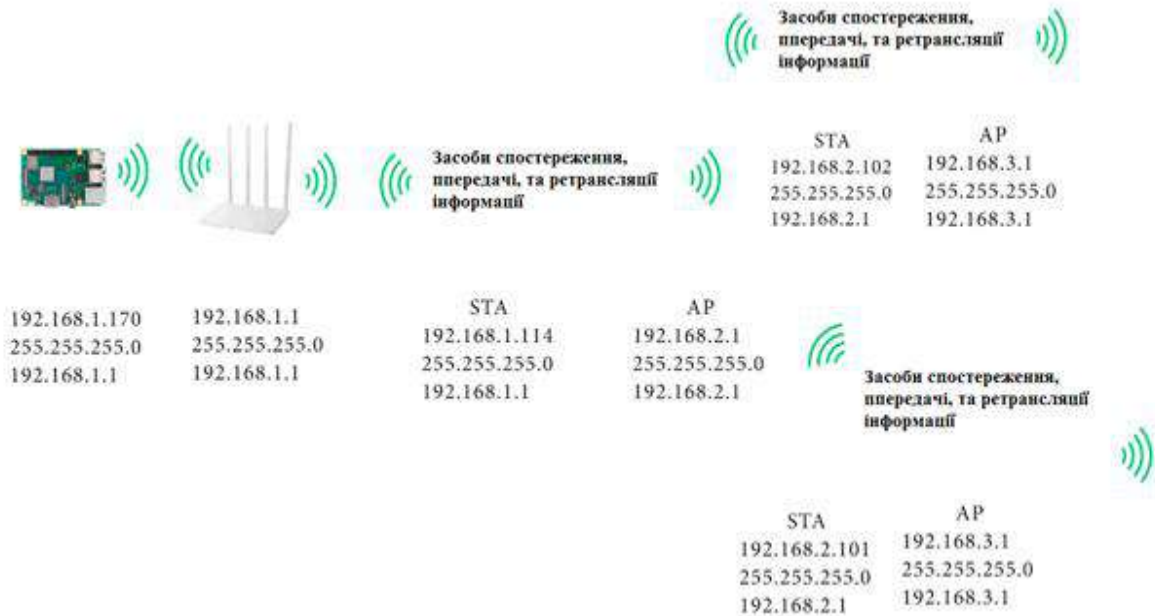


Рис. 1 Мікроконтролер ESP8266, як елементів MESH-мережі

з огляду на те, що підбір всіх апаратних елементів виконувався за наявності в них мікроконтролерів серії ESP, то розроблений варіант

ускладнення функцій мережі шляхом вирішення завдання управління іншими пристроями, які виступають в ролі елементів MESH-мережі (рис. 2).

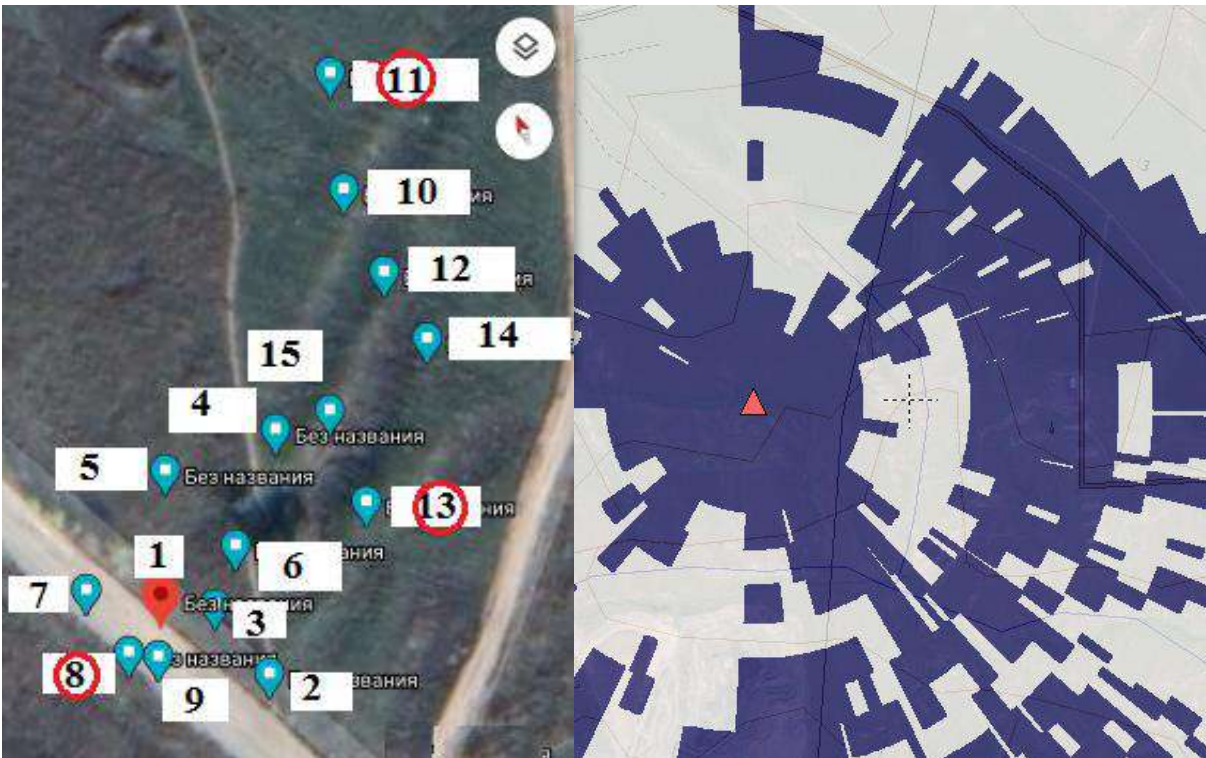


Рис. 2 Розташування вузлів MESH-мережі на місцевості з урахуванням моделювання зони покриття радіосигналами



Проведені польові дослідження щодо реалізації системи, що запропонована, підтверджують можливість створення MESH-мережі. Така система має властивості автономної реконфігурації залежно від стану її елементів, що було перевірено на основі

використання п'ятнадцяти вузлів, до яких можуть бути приєднані сенсори. Система являє собою завершену структуру, як елемент загальної системи навігації та моніторингу (рис. 3).



Рис. 3 Графіки зміни рівня сигналів вузлів 8, 11, 13 при реконфігурації MESH-мережі

Таким чином, показано, що всі розглянуті варіанти реалізації окремих проектів у комплексі являють собою модель бездротової MESH-мережі з ієрархічною структурою. Кожен окремий рівень ієрархії моделі дозволяє проводити дослідження функціонування проектів певного рівня складності. Розгалужена мережа вузлів з урахуванням дальності дії та налаштованого варіанту взаємодії між ними дозволяє прийняти варіант удосконалення системи взаємодії.

### Висновки

Аналіз сучасних воєнних конфліктів свідчить про збільшення частки завдань, які виконуються з використанням БПЛА. Розвиток військово-технічних програм, направлений на розробку БПЛА різних класів, створення на їх основі підрозділів і частин у різних видах збройних сил та засобів протидії БПЛА. Доведено, що актуальним питанням є створення єдиного інфокомунікаційного простору, який забезпечить ефективне вирішення завдань. Показано, що основою для вирішення даного завдання може бути використана концепція MESH-мережі. В умовах спільного використання повітряного простору пілотованими та безпілотними літальними апаратами актуальними стають питання ефективного та безпечного

виконання завдань. Проведені експериментальні дослідження щодо реалізації даної концепції обумовлюють доцільність її застосування при розробці багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки.

### Список використаних джерел

1. Ostroumov I. Accuracy estimation of alternative positioning in navigation / I. Ostroumov, N. Kuzmenko // 2016 IEEE 4th Int. Conf. «Methods and Systems of Navigation and Motion Control», October 18-20, 2016. – Kyiv. – P. 291-294.
2. A. Sobchuk, Y. Kravchenko, M. Tyshchenko, P. Gawliczek, O. Afanasyeva “Analytical Aspects of Providing a Feature of the Functional Stability According to the Choice of Technology for Construction of Wireless Sensor Networks”, 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (IEEE ATIT 2019) – Proceedings. – pp. 102-106.
3. V. Afanasiev, O. Sitkov, Y. Afanasiev. (2020, June). “The use of unmanned aerial vehicles as a mobile gateway in the IoT concept” in “Scientific bases of solving of the modern tasks. Abstracts of XIX International Scientific and Practical Conference,” Frankfurt am Main, Germany, [Online]. Available: <https://isgkonf.com/scientific-bases-of-solving-of-the-modern-tasks-en/>.

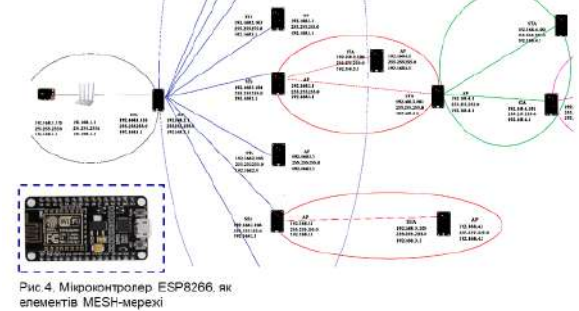
## Багатопозиційна сенсорна система навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки

д.т.н., професор Тимченко О.І. (ХНУ ПС ім.Кожедуба)  
д.т.н., професор Кравченко Ю.В. (ХНУ ім. Тараса Шевченка)  
Доповідач - к.т.н., доцент Афанасьєв В.В. (ХНУ ПС ім.Кожедуба)  
магістрант Афанасьєв Ю.В. (ХНУРЕ)

### Елементи багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки



### MESH-мережа – основа системи моніторингу



### Приклад застосування MESH-мережі

Варіант відображення інформації в інтегрованій системі моніторингу

Вогневе ураження за даними моніторингу та цілевказання

Демаскуюча ознака за язку

Обмежені умови при моніторингу обстановки та цілевказаннях на бойове застосування ЛА

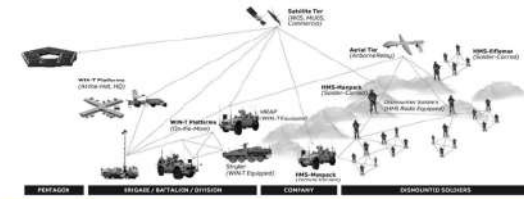
Цілі

Траєкторія польоту ЛА

Сторонній об'єкт

### Концепція „мережецентричних військових дій” – NCW

Передбачає:  
- створення розгалуженої мережі добре поінформованих, але географічно розподілених сил.  
- створення єдиного інтегрованого інформаційно-комунікаційного простору, що забезпечує доведення до учасників операцій достовірної та повної інформації про обстановку практично в реальному масштабі часу



Перспективи - створення української системи C4 ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance & Reconnaissance)

### Передумови створення багатопозиційної сенсорної системи навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки

Напрямки стандартизації за програмою співробітництва з НАТО

Висотні та середньовисотні БПЛА з великою тривалістю польоту;  
Лінії передачі даних управління та контролю для БПЛА;  
Морські безпілотні авіаційні системи тактичного рівня;  
Керовані та безпілотні літальні апарати (БПЛА);  
Системи передачі даних літальних апаратів;  
Аеронавігаційні системи та технології;  
Управління повітряним рухом.

Протиріччя: завдання забезпечення точної навігації в умовах обмеженого функціонування РНС

Рис. 3. Зони обмеженого застосування БПЛА

### Дослідження функціонування mesh-мережі в польових умовах

Рис. 5. Розширення вузла MESH-мережі на місцевості

Рис. 10. Перегляд даних вузла MESH-мережі: 8, 11, 13

Рис. 6. Всі вузли mesh-мережі працюють

Рис. 7. Вимкнення 15 – відключення 7,8

Рис. 8. Реконструкція мережі 1-8

Рис. 9. Реконфігурація мережі 1-7

### Висновки

1. Збільшена частка завдань, які виконуються з використанням БПЛА.
2. Розвиток військово-технічних програм, направлений на розробку БПЛА різних класів, створення на їх основі підрозділів і частин у різних видах збройних сил та засобів протидії БПЛА.
3. Актуальним питанням є створення єдиного інфокомунікаційного простору для забезпечення спільного використання повітряного простору пільованою і безпілотною авіацією
4. В умовах обмеженого функціонування радіонавігаційних систем вирішення даного завдання можливе на основі реалізації концепції MESH-мережі в багатопозиційній сенсорній системі навігації літальних апаратів та моніторингу обстановки.
5. Результати експериментальних досліджень щодо реалізації даної концепції обумовлюють доцільність її подальшого дослідження

**ШМЕЛЬОВА Тетяна Федорівна** (доктор технічних наук, професор)

*Національний авіаційний університет, Київ, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПОЛЬОТІВ В СМАРТ-СІТІ**

*Представлено моделі прийняття рішень та оптимізація виконання польотів безпілотними літальними апаратами в смарт-сіті з мінімальними ризиками та максимальною безпекою. Формування топології групи при виконання групових польотів безпілотними літальними апаратами та визначення центрального безпілотного літального апарату-ретранслятора в групі.*

Останнім часом безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали дуже популярними в багатьох розвинених країнах як альтернативний варіант виконання завдань, які раніше було важко вирішити. БПЛА ефективно використовуються як у військовій, так і в цивільній авіації, зокрема, для боротьби з наслідками надзвичайних ситуацій та стихійних лих, а також сільського господарства, аерофотозйомки, ретрансляції зв'язку, моніторингу погодних умов, повітря та якості води та багато інших потенційних призначень [1-3]. Головною проблемою безпілотної авіації сьогодення є інтеграція та підпорядкування до загальної авіаційної системи. БПЛА мають кілька переваг, а саме низьку експлуатаційну вартість, простоту, доступність, БПЛА можуть застосовуватися у випадках, коли використання пілотованих літальних апаратів є непрактичним, дорогим або небезпечним [2,3]. Перевагою використання БПЛА є завдання, що передбачають ризик для людей та ефективність вирішення економічних проблем. Багато з цих завдань ефективно використовують одиночний чи груповий політ БПЛА [4]. У цьому сенсі використання БПЛА групових польотів є більш доцільним, наприклад, для моніторингу фото / відеозйомки; групове обстеження великих територій та районів патрулювання; доставка великої кількості вантажу та використання безпілотного таксі для пересування пасажирів тощо. Відзначаються додаткові корисні властивості, такі як швидше охоплення фрагмента міської частини великої площі та мінімальний ризик руху БПЛА в місті, як у “розумному місті” [5].

**Оцінювання ризиків у разі польотів БПЛА в смарт-сіті.** В останні роки ідея розумного міста стала дуже популярною у всіх країнах. Це міська зона, яка використовує безліч електронних датчиків для збору даних та використання їх для ефективного управління активами та ресурсами. Поняття «розумного міста» характеризується використанням нових досягнень, таких як використання штучного інтелекту та Інтернету речей (IoT), з метою моніторингу стану об'єктів міської інфраструктури та контролю за ними на основі даних, отриманих як результат моніторингу, оптимального розподілу ресурсів та забезпечення безпеки громадян [6]. Використання БПЛА в концепції розумного міста допоможе вирішити такі завдання: моніторинг пробок; пошуково-

рятувальні завдання; фото / відео моніторинг; мобільний пункт ретрансляції *Wi-Fi*; рух товарів; операції з оподаткування; оперативні послуги швидкої допомоги тощо. Для ефективного вирішення цих проблем розроблені системи підтримки прийняття рішень операторів БПЛА. Для управління БПЛА система використовує наступні схеми:

- Оператор - одинарний БПЛА;
- Група операторів - група БПЛА;
- Оператор – CDR (центральний дрон-ретранслятор) - група БПЛА.

Ефективність представлення використання БПЛА для сучасного міста як “розумного міста” має деякі проблеми: наявність будівель, доріг, будівництво, зони відпочинку, природні зони тощо. Щоб оцінити безпеку польотів БПЛА у місті, необхідно отримати кількісні значення ризиків польотів на різних територіях міста. Методами оцінки “ризиків” є ЕМ та нечітка логіка [7]. Правила аеронавігації для класифікації перешкод у місті були обрані як “заборонені” та “небезпечні” райони [8; 9], але вони не мають нічого спільного з офіційними визначеннями ІКАО, це оцінка ризиків руху БПЛА в розумному місті. В нашому випадку, “зони обмеженого доступу” – це такі райони, де ризик заподіяння шкоди людям високий, “небезпечні райони” – ризик заподіяння шкоди людям дуже високий. Початкові дані для оцінки ризиків:

1. Будинки: це об'єкти, де живуть і працюють люди (офіси, фабрики, ринки) та громадські місця. Потенційний ризик польоту цих ділянок:
  - для БПЛА → дуже високий;
  - для людей → середнього та високого рівня.
2. Стовпи та дротові комунікації: ці об'єкти - це стовпи з дротами, щогли, антени, які можуть загрожувати життю та здоров'ю людей поблизу у разі поломки. Потенційний ризик після проникнення в цю область:
  - для БПЛА → помірний;
  - для людей → низький до середнього рівня.
3. Деревя та природні перешкоди: Ці об'єкти - дерева, пагорби, гори тощо. Потенційний ризик після проникнення на територію:
  - для БПЛА → від високого до дуже високого;
  - для людей → дуже низький.
4. “Небезпечні зони” класифікуються на основі заявки на об'єкт “Обмежена територія”. Ці зони не є обов'язково небезпечними, але тривале

перебування збільшує ризик прямопропорційно до часу перебування. Потенційний ризик в момент проникнення:

- для БПЛА → дуже низький;
- для людей → дуже низький.

5. Зона шляху: це частина запланованого маршруту польоту після польоту безпілотною, в якому 99,99% БПЛА є або буде розміщено згідно з даними плану польоту:

- для БПЛА → від високого до дуже високого;
  - Для людей → від високих до дуже високих.
6. Конфліктна зона шляху: це незапланована частина простору навколо “зони шляху”:
- для БПЛА → від високого до дуже високого;
  - Для людей → від високих до дуже високих.
- Результати класифікації та оцінювання території фрагменту міста показано в табл. 1.

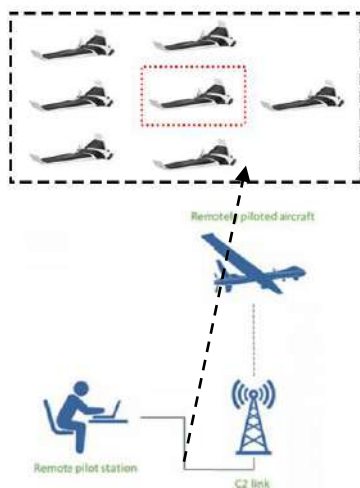
Таблиця 1

**Класифікація областей фрагменту території**

Назва перешкоди	Параметр перешкоди	Позначення
<b>Зони з обмеженим доступом</b>		
Будинки	Зона з обмеженим доступом	B-RA
Стовпи та дротові комунікації	Зона з обмеженим доступом	C-RA
Дерева та природні перешкоди	Зона з обмеженим доступом	N-RA
<b>Небезпечні зони</b>		
Вертикальний буфер	Небезпечна зона	VBA
Горизонтальний буфер	Небезпечна зона	HBA
<b>Шляхи</b>		
Зона шляху	Шлях	TA
Зона конфлікту шляху	Шлях	TCA
Польотна зона	Шлях	FA

Для управління групою БПЛА із віддалених пілотних систем літальних апаратів було запропоновано використовувати центральний ретранслятор (CDR - Central Drone Repeater),

з'єднаний по радіоканалу з наземним оператором для керування іншими БПЛА методом вибору сервера в комп'ютерних мережах (Рис. 1).



**Рис. 1** Авіаційна система управління групою БПЛА з використанням центрального ретранслятора

Для отримання шляхів мінімальної вартості застосовується метод динамічного програмування, відповідно до аеронавігаційних правил та вимог ІСАО до експлуатації БПЛА в контрольованому

просторі [8; 9; 10]. На рис. 2 представлено оцінювання фрагменту місцевості та визначення шляху мінімальної вартості.



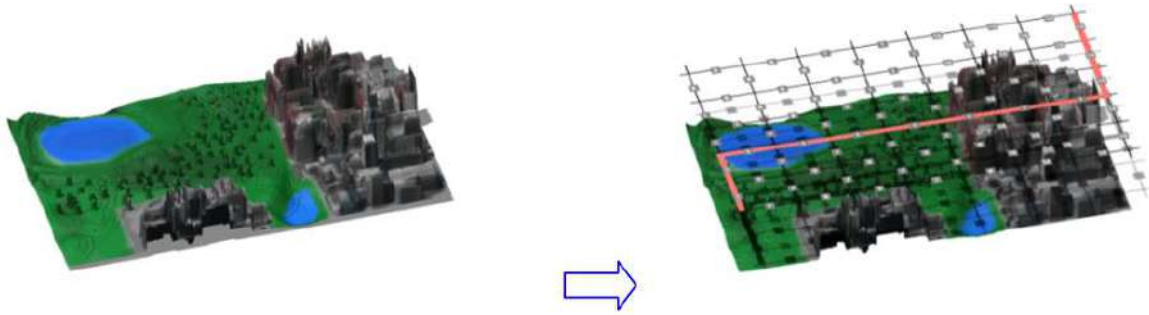


Рис. 2. Фрагмент території для оцінки мінімальних витрат та безпеки руху БПЛА

Планується для знаходження та прогнозування шляхів та ешелонів мінімальної вартості та максимальної безпеки при польоті БПЛА в смарт-сіті застосовувати методи штучного інтелекту [11-12].

### Висновки

Для групових польотів застосовувалася топологія груп БПЛА, визначено, що доцільно орієнтуватись на повнозв'язну топологію, як на найбільш ефективну. Представлено методику побудови оптимальних маршрутів БПЛА (одиночних і групових) в смарт-сіті. Проведено оцінювання перешкод у вигляді ризиків за допомогою методу експертних оцінок та нечіткої логіки. Для отримання шляхів мінімальної вартості застосовується метод динамічного програмування.

### Список використаних джерел

1. Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment. – UK: John Wiley & Sons Ltd, 2010.
2. Gulevich S. Analysis of factors affecting the safety of the flight of unmanned aerial vehicles / S. Gulevich, Y. Veselov, S. Pryadkin, and S. Tirmov // – «Science and education» №12, December 2012.
3. Cases on Modern Computer Systems in Aviation / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov. – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 305
4. Unmanned Aerial Vehicles in Civilian Logistics and Supply Chain Management. Chapter 5 Automated System of Controlling Unmanned Aerial Vehicles Group Flight / Tetiana Shmelova, Dmitriy Bondarev – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. November 2019. – P. 167-204

5. Shmelova T. Optimization of performance of UAV's flights in Smart-town // T. Shmelova, V. Lazorenko, O. Burlaka // ABIA-2019: XIV міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 19-21 квітня 2019 р. : тези доповідей. – К.: НАУ. 2019. – С. 11.53-11.59

6. Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov, Konstantin Dergachov. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P.486

7. Клебанова Т.С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: [монографія] / Т.С. Клебанов, Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко. – Х. : ІНЖЕК. 2011. – 240 с.

8. Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (ДПАС) / Doc. 10019/AN 507. 1-е изд. – Канада, Монреаль: ICAO. 2015. – 190 с.

9. Беспилотные авиационные системы (БАС) / Circ. ICAO 328-AN/190. – Канада, Монреаль: ICAO. 2011. – 66 с.

10. Unmanned Aerial Vehicles: Breakthroughs in Research and Practice. Information Resources Management Association (USA)/ Chapter 8 Applications of Decision Support Systems in Socio-Technical Systems / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, – USA, Pennsylvania International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, IRMA. 2019. – P.182-214

11. Cases on Modern Computer Systems in Aviation Chapter 3 Artificial Neural Network for Pre-Simulation Training of Air Traffic Controller / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Togrul Rauf oglu Jafarzade. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 20-58

12. Handbook of Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Arnold Sterenharz, Yuliya Sikirda. – USA, Pennsylvania: International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. 2019. – P. 39.

### Approaches for innovation development and applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Підходи до інноваційного розвитку та застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА)

Professor Teviana Steudera, Air Navigation System Department, National Aviation University, [Steudera@air.nau.ua](mailto:Steudera@air.nau.ua)

Київ - НАУ - 2021

#### Human Factors (HF) problem. Evolution of HF's Models. Artificial Intelligence (AI) for aviation. Unmanned Aerial Vehicles

SHIEL - SHELL - SHELL-T - SCHELL - balance models - Collaborative Decision Making (CDM) - AI / UAV -> UAM -> Security culture

Statistical data shows that human errors account for up to 80% of all causes of aviation accidents

**SCHELL model and CRM**  
 C - culture  
 SCHELL-T - TEAM  
 Balance models - Collaborative Decision Making (CDM) - AI / Artificial Intelligence (AI)

**Socio-technical systems**  
 Artificial Intelligence (AI)

SPM - Status-Info Information Management  
 PIA - Performance-based approach  
 CDM - Collaborative decision making  
 DM - Decision Making  
 ES - expert systems  
 DSS - decision support system  
 UAV in mission  
 FF-ICE - Flight Flow Information for a Collaborative Environment, etc.

SHIEL model  
 James Reason model - mistakes  
 Safety-critical Balance model  
 AI / CDM - Collaborative DM / UAV's Flight

#### Evolution Human factor's models - 2021

Years	Models	Content of models	Content
1972	SHEL	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware	I stage
1980	Reason's "Swiss Cheese Model"	Active errors - Latent errors - Windows of opportunity - Causation chain	Professional skills Error detection
1993	SHELL	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans)	
1998	CRM	Crew - Resource - Management	
2000	TEM	Threat and Error - Management	
2000	MRM	Maintenance - Resource - Management	
2004	SHELL-T (SHELL-Team)	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans) - Team	II stage Cooperation in team Error detection
2004	SCHELL model and CRM	Software (procedures) - Culture - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans)	
2004	LOSA	List - Operation - Safety - Audit	III stage Culture Safety
2008	HEAD	Human - Environment - Analysis - Design	Error prevention
	PBA	Performance-based Approach	
2010	HEACS	Human Factors - Accident - Classification - System	
2013	SMS Safety Balance Model	Safety Management System	IV stage Safety / Efficiency / Minimization of errors
	AI / CDM / SWIM	Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for a Collaborative Environment (FF-ICE) Artificial Intelligence (AI)	V stage Collaborative DM Artificial Intelligence
2019	UAM	Urban Air Mobility (UAM) Integration of Manned and Unmanned Aircraft into Controlled Airspace Global Aviation Security Plan (GASP)	VI stage Urban Air Mobility (UAM)
2021 - year of security culture	GASP	Security culture - norms, values, opinions, assumptions in the work of an organization; has in the actions and behavior of all personnel in the organization	VII stage Security culture

The synergistic effect - LC of aviation technique with using AI capability

AI White Paper / IATA  
<https://www.iata.org/publications/Pages/AI-white-paper.aspx>

Expert system demo version of the AI system

The first step in building a robust AI system is building an Expert system - the opinions of experts - how AI systems should work?

Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries  
<https://www.ei.doi.gov/book/handbook-research-artificial-intelligence-applications/131257>  
 USA, Pennsylvania, 2020

### UAV's actuality and branches of development

- Artificial Intelligence (AI) in aviation
  - Human Factors (HF) problem
  - Evolution of HF's Models
  - UAVs - in AI system
- Requirements for the operation and management of UAVs
  - UAV's certification and operator certification, UAV's registration, UAV's flight rules, communication with UAVs, legal issues, UAV emergencies and flight safety
- Training of personnel for ATIS, UAV, ANS operation, education:
  - UAV operators
  - Air traffic Controllers (ATC)
  - Air traffic Service Equipment Personnel (ATSEP)
- UAV's flights (group and single) for the decision of target tasks
  - Drone - Repeater and optimal configuration network of UAV group
  - Terrain coverage for UAV team's flights using geometrical modeling
  - Safe and minimal cost way UAV's movement
  - Control and management of UAV Protocol Stack (CMPS) model for transmitting information and actions between layers of UAVs
- Branches of development of UAV in NAU / Air Navigation System (ANS) department
  - Training of personnel - operators of UAVs, ATC, ATSEP in ANS department
- UAV design and operation

#### Evolution Human factor's models - 2019

Years	Models	Content of models	Content
1972	SHEL	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware	I stage
1980	Reason's "Swiss Cheese Model"	Active errors - Latent errors - Windows of opportunity - Causation chain	Professional skills Error detection
1993	SHELL	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans)	
1998	CRM	Crew - Resource - Management	
2000	TEM	Threat and Error - Management	
2000	MRM	Maintenance - Resource - Management	
2004	SHELL-T (SHELL-Team)	Software (procedures) - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans) - Team	II stage Cooperation in team Error detection
2004	SCHELL model and CRM	Software (procedures) - Culture - Hardware (machines) - Environment - Liveware - Liveware (Humans)	
2004	LOSA	List - Operation - Safety - Audit	III stage Culture Safety
2008	HEAD	Human - Environment - Analysis - Design	Error prevention
	PBA	Performance-based Approach	
2010	HEACS	Human Factors - Accident - Classification - System	
2013	SMS Safety Balance Model	Safety Management System	IV stage Safety / Efficiency / Minimization of errors
2016	AI / CDM	Collaborative Decision Making (CDM) System-Wide Information Sharing and Management (SWIM) Flight & Flow Information for a Collaborative Environment (FF-ICE) UAVs	V stage Collaborative DM Artificial Intelligence

#### Evolution of HF's Models

Stages of the evolution of the HF's models:

- Professional Skills of AI-O / Innovation of HF-Os / Definition of HF-Os Errors
- Cooperation in team / Distraction of HF-Os in team / Error detection
- Influence of Culture / Safety Error prevention
- Safety Management / Safety balance models / Minimization of errors
- Collaborative Decision Making (CDM) / Data for DM / UAV
- Artificial Intelligence in aviation, etc.
- Integration of Manned and Unmanned Aircraft into Controlled Airspace
- Security culture

Socio-technical systems - "Large-scale, high-technology systems, such as nuclear power generation and air carriers, have been called socio-technical systems because they require complex interactions between their human and technological components"

Crew-Cultural Factors in Aviation Safety: Human Factors Digest No. 18 / Cit. KAO 34-AN/15 - Canada, Montreal, 2010, 1994

Culture is "collective programming of the mind" (Hofstede)

ICAO Human Factors Guidelines for Safety Audit Manual, Doc. 9859

AI (artificial intelligence) is the simulation of human intelligence processes by modeling, computer system, and machines (Leta Witt paper 1958)

New technologies are changing with robotics, artificial intelligence, the internet of things, Unmanned Aircraft Systems and the path for hybrid and electric airplanes

Integration of Manned and Unmanned Aircraft into Controlled Airspace

Safety culture - norms, values, opinions, assumptions in the work of an organization; has in the actions and behavior of all personnel in the organization

#### Requirements for the operation and management of UAVs, Rules of operation

- UAV's certification and operator certification;
- UAV's registration;
- UAV's flight rules;
- Communications with UAVs;
- Training of UAV operators;
- Legal issues.

Performers:

- Isakovich T.N. - scientific director
- Kharinichko P. - responsible director
- Shaydakov T.
- Lopov S.
- Artemov G.
- Zakharova G.
- R. Odzhirishvili
- Belchenko M.
- Donskoy D.
- Sapozhnik I.



The ICAO's Information resource section, The ICAO UAV toolkit, provides a useful tool to help states implement effective UAV guidance and secure operations: <https://www.icao.int/safety/UAS/ToolkitPages/default.aspx>

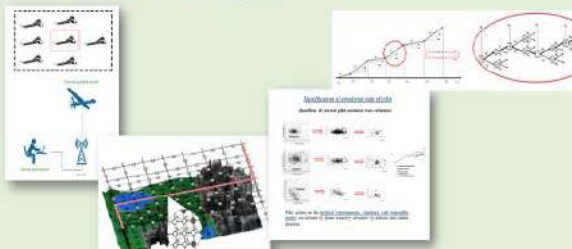


- UAS Toolkit
- UAS Regulation
- Training and Education
- Authorization
- Fly Safe / Fly Legal
- **Current State Regulations**
- UAS Toolkit
- Rules or Guidance
- News
- FAQ

**Current State Regulations**  
Select a country from the dropdown below to find more detailed information  
«Current State Regulations» – 33 countries (April 2018); 36 countries (November, 2018); 41 countries (November, 2019); 45 countries (November, 2021);

*Science research on ANS Department (prof. Shmelova T.)*

- ANS as STS
- UAV's flights (group and single) for the decision of target tasks
- Using UAV's for flights in "smart city"
- Intellectual automated control system (IACS) of human emotional state monitoring
- The integrated models (stochastic, non-stochastic uncertainty models, and deterministic) for effective DM by UAV operators\* in the normal and unusual situations / in emergency.
- Collaborative decision making (CDM)




*Flight manual (in Emergency) for H-Os (pilot, ATC, UAV- operator):*

- **Pilot** Flight manual of aircraft type
- **Air traffic controller (ATC):** technological procedures "ASSIST" (Acknowledge, Separate, Silence, Inform, Support, Time)
- **UAV's operator:** «ASSIST» (Acknowledge, Separate, Synergetic ((Coordination, Cooperation, Consolidation)) Silence, Inform, Support, Time) for each type of UAV.

*For example,*

- Unmanned Aerial Vehicles flights in SMART – city;
- transportation of cargo in the mountains;
- finding of optimal landing aerodrome/place/vertiport;
- optimal landing in an emergency

The aggregate deterministic model with integrated stochastic models



Alternative / criteria	Flight pathway 2018									
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>
A <sub>1</sub>	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.07	0.22	0.19
A <sub>2</sub>	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.11	0.22	0.20
A <sub>3</sub>	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.18	0.29	0.24
A <sub>4</sub>	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.10	0.16	0.14
A <sub>5</sub>	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.09	0.19	0.16

*Using UAV's for flights in "smart city"*

The concept of "smart city" is characterized by using the new achievements for the effective organization of life in a town. This is using artificial intelligence (AI), UAVs; Internet technologies, robotics, the internet of things, etc.

Such objects in a town include:

- bridges and tunnels,
- roads and railways,
- communication systems,
- water supply and drainage systems,
- power supply systems, and various large industrial facilities,
- airports, rail railway stations, seaports, etc.

The authors present a problem of the performance of UAV's flights (group or single flight) for the decision of different target tasks in the city using information *Air Navigation Technology and Methods of Mathematical modeling* (graph theory; Expert Judgment Method, methods of decision making in risk and fuzzy-logic, dynamic programming, geometrical modeling, etc.).



*Examples – UK, US, Poland, Spain, Czech, etc. / Rules or Guidance / Special Authorization for UAS operators / JARUS*  
<https://jarus-nraa.org/working-groups>



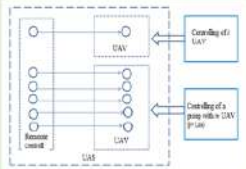
JARUS, Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems - a team of experts from around the world

*Before modelling DM in emergency*

Types of UAV flights and UAV control


1. Degrees of autonomy and control of UAV flight

- ✓ under remote control by a H-O
- ✓ autonomously by onboard computers
- ✓ piloted by an autonomous robot



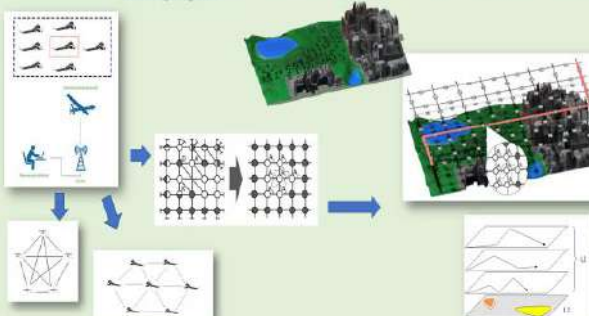
2. For the control of the UAV are using the next schemes of UAV control:

- ✓ Operator - single UAV;
- ✓ Group of operators – group of UAVs;
- ✓ Operator – Central Drone Repeater (CDR) – group of UAVs.




*UAV's flights (group and single) for the decision of target tasks*

- Drone – Repeater and optimal configuration network of UAV group
- Terrain coverage for UAV teams flights using geometrical modeling
- Self coordinated com rays UAVs movement
- Control and management of UAV Protocol Stack (NRP/PS) model for transmitting information and actions between layers of UAVs



*DM in Uncertainty in emergency with UAV (bad weather condition) in approach to destination aerodrome in town*



DM in uncertainty results – criterion Wald (W), Laplace (L), Hurvitz (H) (coefficients of optimism-pessimism  $\alpha=0.1$ ;  $\alpha=0.5$ ;  $\alpha=1$ )

AP	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	W	L	H	H	H
										$\alpha=0.5$	$\alpha=1$	$\alpha=0.1$
A <sub>1</sub>	0.3	0.1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.07	0.22	0.19	0.3	0.1
A <sub>2</sub>	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.11	0.22	0.20	0.3	0.1
A <sub>3</sub>	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.18	0.29	0.24	0.3	0.2
A <sub>4</sub>	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.10	0.16	0.14	0.2	0.1
A <sub>5</sub>	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.09	0.19	0.16	0.2	0.1




### Control system of UAV's group

To control a group of drones, the authors suggest choosing and using a **Drone - Repeater** to be connected to the operator on the ground and control other drones.

To select the effective **Drone - Repeater** and optimal configuration network of UAV group, were used the methods of:

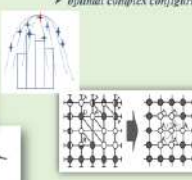
- choosing effective control Drone in the group analogically a selection server in computer networks
- geometric modeling analogically in a building production was used the same method of server selection in computer networks



optimal classic configuration (line, star, circle, etc.)

Typical shape	Connectability												
Line	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Circle	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Star	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Triangle	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Circle	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Triangle	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								
Circle	<table border="1"> <tr> <th>n</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	n	2	3	4	5	6	1	1	2	3	4	5
n	2	3	4	5	6								
1	1	2	3	4	5								

optimal complex configuration



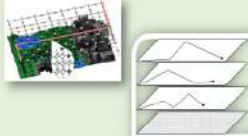
### Algorithm of determining the optimal configuration of the group

- Grid-analysis, a grid is superimposed on a fragment of terrain;
- Risk assessment of Grid cells depending on the type of area ("Restricted"; "Dangerous" or "Tracks");
- Finding the minimum cost path W1 for a UAV1 (UAV's group) using the DP method for planning a flight in a level L1;

$$W(y) = y_{i-1} \cdot (Rd_i; Bk; TA; TCd; FA) + \min(y; Rd_i; Bk; TA; TCd; FA)$$

- Assessing the path W1 (UAV's group) of the UAV1 as "Dangerous";
- Finding the minimum cost path W2 for a UAV2 (UAV's group) using the DP method for planning a flight in a level L1. If necessary, the transition to the level L2, etc.
- Building Discrete Network Model for "cover" (optimal configuration of UAV's group) and finding corridor for of UAV's group flight

The optimal network configuration of UAV's group obtained using Discrete Network Model (DNM) by geometric modeling method. For example, estimation and finding the minimum cost path W1 for a UAV1 or UAV's group,  $W1=30$  for fragment of the territory.

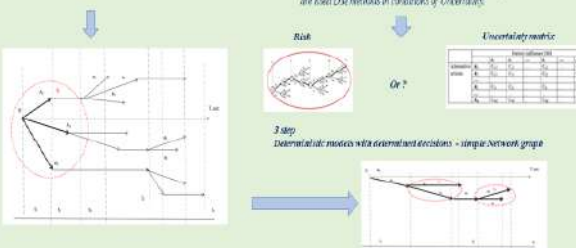


### Decision-making (DM) models in Certainty, Risk, and Uncertainty for the search of the optimal solution CDM

1 step: Deterministic models with decisions and actions of operations.

2 step: Optimization of schedule plan of performance of main technologies.

3 step: Deterministic models with element decisions - simple Network graphs



### Training "Decision-making in air Navigation System" (DM in ANS)

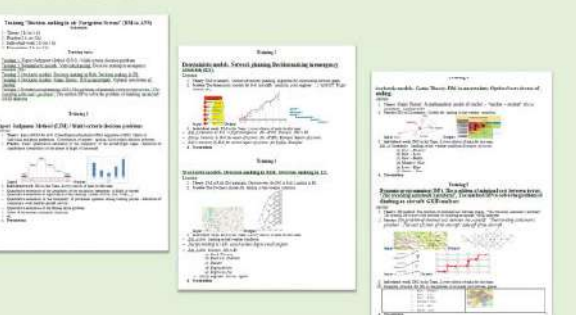
Training 1. Expert Judgment Method (EJM). Multi-criteria decision problems.

Training 2. Deterministic models. Network planning. Decision making in emergency situation (ES).

Training 3. Stochastic models. Decision making in Risk. Decision making in ES.

Training 4. Stochastic models. Game Theory. DM in uncertainty. Optimal decisions of landing.

Training 5. Dynamic programming (DP). The problem of minimal cost between levels. "The covering solution" problem. The method DP to solve the path planning algorithm. Graph analysis.



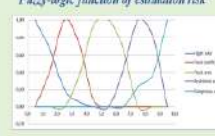
### Estimation of areas in fragment of the territory (EJM & Fuzzy-logic)

The use of UAV is more applicable in rehabilitation of communication in places - where some antennas cannot be set because of complexity of terrain, agriculture (group of spraying fields), with aerial photography (group survey of large areas, monitoring for appearance of forest fires, patrolling issues etc.), transportation of cargo.

The evaluation of areas attributed by obstructions:

Name of obstruction	Parameter of obstruction	Identification	Fuzzy logic estimation
<b>Restricted areas</b>			
Building	Restrictive area	B-RA	10
Columns and wire communication	Restrictive area	C-RA	8
Trees and natural obstructions	Restrictive area	N-RA	8
<b>Dangerous areas</b>			
Vertical landing area	Dangerous area	VDA	5
Horizontal landing area	Dangerous area	HDA	7
<b>Tracks</b>			
Track area	Track	TA	35
Track Corridors	Track	TCd	25
Flight area	Track	FA	7

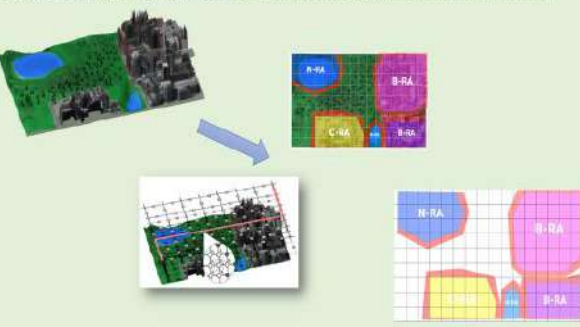
Fuzzy-logic function of estimation risk



"Very low risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 10.  
 "Low risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 35.  
 "Average risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 60.  
 "High risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 80.  
 "Very high risk" corresponds to the quantitative significance of the level of risk in 100.

### Example of estimation minimal cost and safety of UAV's movement

Dynamic Programming (DP), EJM, and fuzzy logic were used for estimation of risks and minimal cost of movement. To determine minimal cost and safety of UAV movements in town we may apply mathematical methods (dynamic programming, geometrical modeling) and air navigation rules. Estimation of areas in fragment of the territory is depicted below.



### Course Basics of decision-making theory/ Informatics of DM for student NAU

- Classification of methods of decision-making
- Expert Judgment Method/ Multi-criteria decision problems. Tasks:
  - 1.1 Quantitative estimation of the complexity of the aircraft flight stage - estimation of significance (complexity) of the phases of flight of the aircraft
  - 1.2 Quantitative estimation of the complexity of the navigation parameters in flight of aircraft
  - 1.3 Quantitative estimation of significance of the Landing System (LSS, ILS, RVR, etc.)
  - 1.4 Quantitative estimation of the complexity of procedures operators during working process - definition of controller's workload for aircraft ILS service
  - 1.5 Quantitative estimation of the Human factor problem
- Decision making under certainty. The Linear Programming. The Simplex method (Diet Problem, Finance distribution on advertising,...)
- The Transport task. Method of potentials (Distribution of AS on routes)

Network planning. Decision making in emergency situation. The deterministic models for RLO (controller, pilot, engineer, ...) were obtained in accordance with "ANSST".


- 1.1. Dynamic programming (DP)
- 1.2. Game Theory (GT)
- 1.3. Game Theory (GT)
- 1.4. Game Theory (GT)
- 1.5. Game Theory (GT)
- 1.6. Game Theory (GT)
- 1.7. Game Theory (GT)
- 1.8. Game Theory (GT)
- 1.9. Game Theory (GT)
- 1.10. Game Theory (GT)
- 1.11. Game Theory (GT)
- 1.12. Game Theory (GT)
- 1.13. Game Theory (GT)
- 1.14. Game Theory (GT)
- 1.15. Game Theory (GT)
- 1.16. Game Theory (GT)
- 1.17. Game Theory (GT)
- 1.18. Game Theory (GT)
- 1.19. Game Theory (GT)
- 1.20. Game Theory (GT)
- 1.21. Game Theory (GT)
- 1.22. Game Theory (GT)
- 1.23. Game Theory (GT)
- 1.24. Game Theory (GT)
- 1.25. Game Theory (GT)
- 1.26. Game Theory (GT)
- 1.27. Game Theory (GT)
- 1.28. Game Theory (GT)
- 1.29. Game Theory (GT)
- 1.30. Game Theory (GT)
- 1.31. Game Theory (GT)
- 1.32. Game Theory (GT)
- 1.33. Game Theory (GT)
- 1.34. Game Theory (GT)
- 1.35. Game Theory (GT)
- 1.36. Game Theory (GT)
- 1.37. Game Theory (GT)
- 1.38. Game Theory (GT)
- 1.39. Game Theory (GT)
- 1.40. Game Theory (GT)
- 1.41. Game Theory (GT)
- 1.42. Game Theory (GT)
- 1.43. Game Theory (GT)
- 1.44. Game Theory (GT)
- 1.45. Game Theory (GT)
- 1.46. Game Theory (GT)
- 1.47. Game Theory (GT)
- 1.48. Game Theory (GT)
- 1.49. Game Theory (GT)
- 1.50. Game Theory (GT)

### Training of personnel for UAV operation - Air Navigation system Department (NAU, Kyiv)

<http://www.ans.nau.edu.ua>

Scientific and practical training in laboratories and centers

- ✓ Laboratory satellite systems and technologies
- ✓ Aerospace center
- ✓ Laboratory "robotics"
- ✓ Laboratory automation and navigation
- ✓ Laboratory of training simulator construction
- ✓ Training center for precision preparation of specialists in air traffic services
- ✓ Laboratory of unmanned aircraft systems



**Laboratory satellite systems and technologies**  
 BEIDOU in Kyiv 2019/11/01

Professor Konin Valery

**Air Navigation system Department**  
<http://www.ans.nau.edu.ua/>

Synergy: Education, Science, and Industry  
 Synergy in Aviation: Education + Science + Aviation industry + IT industry

Workplace of modern aviation specialist – computer, OS, DB, Database Manager, System, protocols, network technologies, data formats, automatic control system, DSS, ...

- Pilot – FMS, TCAS, ACAS, CNS/ATM, GNSS (GPS, GLONAS, ...)
- Air Traffic Controller – AS ATC, CNS/ATM, TCAS, GNSS
- Engineer of Air Navigation Services – ES, CNS/ATM, VOR/DME
- Flight Dispatcher – flight information service, CNS/ATM
- Unmanned aerial vehicle operator (UAV) – UAS, UAVs, CNS/ATM

**Books about DM of H-Qs in ANSS; DM of ATC; pilot of AC/UAV; engineer (ATSEPI); flight dispatch etc.**

**Ukraine**  
<http://cer.nau.edu.ua/>

**IGI GLOBAL (USA)**  
<http://www.igi-global.com/>

2017

2018

2019

2020

Висновок

Розглянуто:

- Модельовані прийнятні рішення операторів БПЛА в стандартних та аварійних ситуаціях. Інтерактивні та колаборативні моделі
- Моніторинг та діагностика емоційного стану операторів
- Політний БПЛА в smart-city
- Групові польоти БПЛА
- Невпітні операторів БПЛА (як зовнішній пілот, авіадиспетчер, IT-фахівець)

Considered:

- Modeling of UAV operator decision-making in standard and emergency situations. Integrated and collaborative models
- Monitoring and diagnosis of the emotional state of operators
- UAV flights in a smart city
- UAV group flights
- Training of UAV operators (as an external pilot, air traffic controller, IT specialist)

**Air Navigation system Department**  
<http://www.ans.nau.edu.ua/>

Area "Transport" (Specialty: "Aviation Transport")  
 Qualifications:

- Air Navigation Service (ATC - operators)
- Systems of Air Navigation Service (ATSEPI - operators)
- Unmanned Aerial Complex (UAV - operators)

TRAINING FACILITIES

TRAINING LANGUAGES

TEACHING LANGUAGES

INTERNATIONAL COOPERATION

EUROCONTROL TRAINS

**Traineeship for students and teachers**

Preparation of ANS Department carried out EUROCONTROL standards and complies with the international organization ICAO, certified by the State Aviation Service of Ukraine. Training is conducted in English. Every year the best students are trained at the headquarters of EUROCONTROL (Brussels) and the Institute of Air Navigation Luxembourg.

The systematic approach to training specialists with the knowledge of obtaining the final product "Recycle object/knowledge" workflow:

- knowledge of technology
- modeling
- programming
- practical realization
- implementation

**The future our plans in IGI GLOBAL (USA)**  
<https://www.igi-global.com/>

2021

Coming Soon

2020

2017

2018

2019

2020

2021

What is next?

In the future authors are planning to predict results using an Artificial Intelligence system.

1. AI systems without training data - Neural Network with DM (using expert data)
2. AI systems with training data

The machine learning algorithm based on supervised learning and performs a regression technique that finds out a linear relationship between input and output variables.

- The input variable data features of care and treatment
- The output variable data provides real-score results of care

**Big Data is needed to build AI systems and training!!!**

So, steps for building AI systems:

- 1 step - Expert system - a data description information - using experts (according to statistics, experience, skills data)
- 2 step - CDM - to improve and bypass data
- 3 step - AI systems without training data and DM
- 4 step - Big Data to create AI systems with training data and DM
- 5 step - Big Data to create an AI system with Machine Learning and IDM (Intelligence DM)



ГОНЧАРЕНКО Євген Володимирович  
КОВБА Орест Петрович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## НЕЧІТКІ ПІДХОДИ В МОДЕЛЮВАННІ РИЗИКІВ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ БОЙОВИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті запропоновано методика підтримки прийняття рішення на застосування бойового авіаційного комплексу з урахуванням результатів оцінювання ризику для безпеки польотів. Алгоритм зазначеної методики реалізовано пакетом програм MATLAB: Simulink та Fuzzy Logic Designer та отримано кількісне значення ризику безпеки польотів.

Розроблена методика враховує особливості льотної експлуатації повітряних суден Збройних Сил України та дозволяє перейти від якісного до кількісного оцінювання рівня безпеки польотів на основі ризику. Запропонована методика дозволить кількісно оцінити ризики для безпеки польотів, своєчасно виконати заходи щодо ефективного блокування або зменшення впливу цих ризиків, що приведе до зменшення випадків вилучення у політ непідготовлених екіпажів та повітряних суден в авіації Збройних Сил України.

**Ключові слова:** безпека польотів, бойовий авіаційний комплекс, оцінювання ризику, нечітка логіка.

**Постановка проблеми.** Бойовий авіаційний комплекс (БАК) це функціонально пов'язана сукупність військових повітряних суден (ПС), екіпажів, сил та засобів технічного забезпечення що призначена для виконання бойових завдань. Будь-яке завдання для БАК це, перш за все, виконання польоту. Успішний політ будь якого ПС (як цивільного так і військового) можливий лише за умови доброї організації застосування усіх засобів забезпечення польотів [1,2]. Існуюча система управління безпекою польотів (БзП) в авіації Повітряних Сил Збройних Сил (ПС ЗС) України оцінює ризики в БАК уже після виникнення небезпечної події (авіаційної події (АП), серйозного інциденту (СІ), інциденту). Вона не дозволяє адекватно та завчасно реагувати на існуючі та потенційні ризики для БзП, що призводить до великої (у порівнянні з військовою авіацією країн НАТО) кількості АП [3].

**Аналіз останніх досліджень.** Проблематика у сфері оцінювання ризиків для безпеки польотів в цивільній авіації розглядається багатьма ученими. Зокрема, розглядаються питання оцінювання ризику для БзП з використанням методів теорії нечіткої логіки [4-8]. Проте є великою рідкістю публікація, що присвячена питанням оцінювання ризиків військових ПС [9,10]. В доступній літературі питання оцінювання ризиків для БзП авіації ПС ЗС України не розглядаються.

**Метою даної роботи** є вирішення задачі оцінювання ризику для безпеки польоту БАК із застосуванням підходів нечіткої логіки.

### Виклад основного матеріалу дослідження

В основі запропонованого алгоритму прийняття рішення на застосування БАК за результатами оцінювання ризику для безпеки польоту покладено методика оцінювання ризику для безпеки польоту на базі підходів нечіткої логіки. Блок-схема зазначеної методики зазначена на рис. 1.

На рівні БАК визначається значення ризику польотного завдання, що планується (у тому числі бойового), з метою прогнозування, зміни технічного стану повітряного судна в процесі експлуатації.

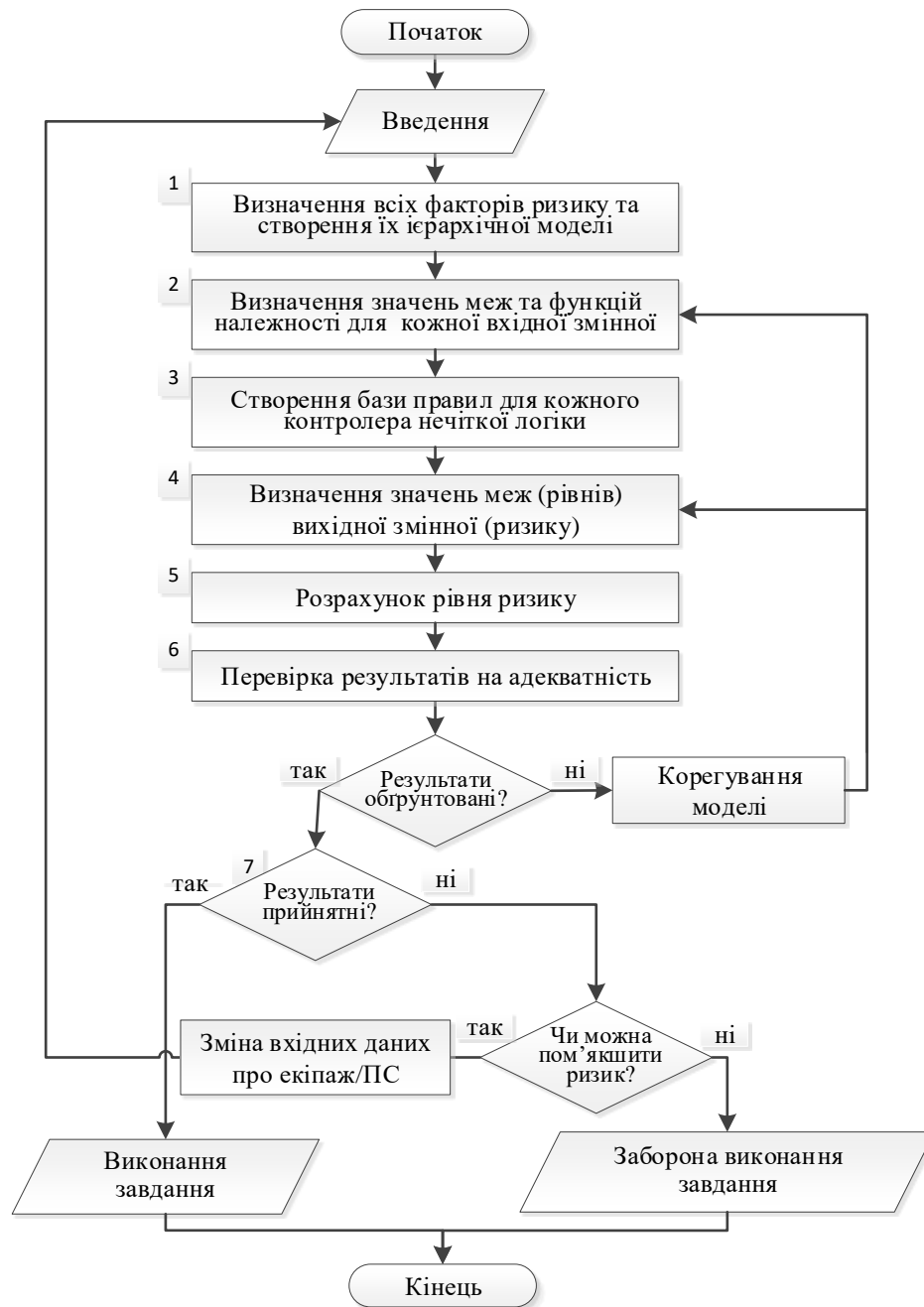
У блоці 1 проводиться визначення обсягу оцінки ризику та вхідні дані, тобто яке завдання якому екіпажу на конкретному ПС у відповідних умовах (у тому числі метеорологічних) планується до виконання. Враховуються всі фактори ризику та їх наступні субфактори, що пов'язані з цим завданням, проводиться побудова ієрархічної структури дерева для факторів ризику.

Практично для всіх елементів (підсистем) БАК можна назвати загальні фактори, що визначають якість функціонування елементів з точки зору їх надійності та безпеки польотів. Чисельну сукупність факторів, які впливають на безпеку польотів, можна розділити на три групи:

- надійність авіаційної техніки;
- рівень професійної підготовки авіаційного персоналу;
- характер та складність завдань, що вирішують, умови бойового застосування авіації (навколишнє середовище).

Готовність льотного складу до виконання дій, що складають специфіку даного виду польотів залежить від великої кількості (більше 30) показників. Проте, для проведення дослідження авторами визначається 5 основних показників, які в більшій мірі впливають на кінцевий результат. До них відноситься загальний наліт (год), наліт за 12 місяців (год), наліт на особисте удосконалення за останні 12 місяців у відскоках по відношенню до нальоту за 12 місяців, перерви у польотах (днів) та вік льотчика.

Надійність ПС характеризують як надійність його основних систем (планер, двигун; авіаційне обладнання; радіоелектронне обладнання тощо) так і залишок ресурсу.



**Рис.1** Блок-схема методики оцінювання ризику для безпеки польоту при виконанні завдання БАК на базі підходів нечіткої логіки

Серед зовнішніх факторів (ризиків), що мають суттєвий вплив на виконання польотного завдання екіпажами тактичної авіації є якість аеродрому, погодні умови та складність завдання.

За результатом аналізу факторів та їх субфакторів створюється [11-13] ієрархічна структура дерева ризиків в середовищі Simulink.

У блоці 2 Здійснюється формалізація оцінки вхідних факторів (субфакторів) ризику як кортеж  $\langle E_j, T, K, G \rangle$ , де  $E_j$  – назва,  $T$  – терми,  $K$  – межі,  $G = \{\mu_i(X)/X\}$  – функції належності лінгвістичної змінної ризику [14]. Побудова функцій належності здійснюється на основі авіаційних нормативних вимог, статистичних показників експлуатації ПС, або експертних оцінювань.

Побудова функцій належності (далі – ФН) впливу небезпечних факторів на ризики застосування авіаційного комплексу. Теорія нечітких множин не зобов'язує абсолютно чітко або точно вибирати вид функції належності [14,15]. Вона може бути уточнена в процесі дослідження на основі результатів вирішення задачі. Найбільш поширеними є трикутні, трапецієвидні та ФН у формі дзвону, які й будуть застосовані у запропонованій моделі. Попередньо визначені інтервали нечітких множин є базою для побудови ФН вхідних лінгвістичних змінних.

Як зазначалося вище, на результат польоту впливають рівень підготовки екіпажу, стан ПС та навколишнє середовище (у тому числі вплив

противника). Розглянемо вплив цих факторів детальніше.

Готовність льотного складу до виконання дій, що складають специфіку даного виду польотів залежить від великої кількості (більше 30) показників. Проте, для проведення дослідження авторами було визначено 5 основних показників, які в більший мірі впливають на кінцевий результат та розподілені на 3 групи:

наліт командира екіпажу: загальний наліт, наліт за 12 місяців, відсоток нальоту на особисте удосконалення за останні 12 місяців;

перерви у польотах;  
вік командира екіпажу.

Моделювання нечіткого управління виконується у блоці 3 за допомогою системи нечіткого виведення FIS (Fuzzy Inference System). Для кожного блоку FIS Модель розрахунку ризиків БАК визначається система нечітких правил.

У блоці 4 Здійснюється формалізація оцінки вихідного ризику. Визначаються його значення  $\langle E_j, T, K, G \rangle$  а також вибір необхідного алгоритму нечіткого висновку (Мамдані або Сугено).

У блоках 5-6 в середовищі графічного набору інструментів Fuzzy Logic Designer, з комплексу програм MATLAB будуються відповідні вхідні

дані. Після чого проводиться розрахунок вихідного ризику та перевірка його значень на адекватність. Перевіряється робота кожного нечіткого логічного блоку (рис. 3.13), щоб він давав очікувані вихідні значення і, отже, підтвердив, що розроблений метод аналізу прийнятний.

Після цього слід проводити кілька запусків з різними вхідними значеннями, а результати порівнювати один з одним. Мета – визначити, чи є результати адекватними, щоб модель давала реалістичні та послідовні результати. Після підтвердження цього результати слід перевірити на допустимі межі, встановлені для типу операції. У разі необхідності вносяться відповідні корективи.

У блоці 7 проводиться порівняння отриманих значень ризику з із критерієм прийнятності ризику. У разі неприйнятності ризику, вносяться відповідні зміни вхідних даних. У разі прийнятності ризику – підготовка до виконання завдання (польоту).

Результатами проведених розрахунків є числове значення ризику для БзП в межах від 0 до 1.

Ризик для БзП застосування БАК оцінюється відповідно до шкали ризику (рис. 2) яка умовно відповідає серйозності наслідків виконання завдання (польоту).



Рис. 2 Шкала ризику для безпеки польотів БАК

Коли значення  $R_i$  знаходиться у межах від  $0 < R_i < R_{інц}$  то з високою ймовірністю  $P_{AK}$  політ завершується безпечно, без небезпечної події. Якщо значення ризику знаходяться в межах

відповідного ризику, то політ завершується відповідною небезпечною подією, тобто справедливі наступні правила:

$$\text{if } R_i = \begin{cases} 0 < R_i < R_{інц} \\ R_{інц} < R_i < R_{сі} \\ R_{сі} < R_i < R_{ап} \\ R_{ап} < R_i < 1 \end{cases}, \text{ then } Y_{AKi} = \begin{cases} y_{бп} \cdot P_{AK} \\ y_{інц} \cdot P_{AK} \\ y_{сі} \cdot P_{AK} \\ y_{ап} \cdot P_{AK} \end{cases}$$

Чим точніше побудована модель відображає процеси, що відбуваються під час застосування АК, тим значення  $P_{AK}$  наближається до 1 ( $P_{AK} \rightarrow 1$ ).

Якщо значення ризику для БзП перевищують значення критерію ризику що дорівнює  $R_{ап}$ , то командиром приймається рішення на корегування рішення  $U_K^*$  щодо складу екіпажу або іншого ПС або на зміну завдання.

Після отримання числових значень ризику проводиться порівняння отриманих значень із критерієм прийнятності ризику. В залежності від обстановки та мети застосування БАК, цей рівень може змінюватись. У разі неприйнятності ризику,

вносяться відповідні зміни вхідних даних – проводиться заміна екіпажу або повітряного судна. У разі прийнятності ризику – підготовка до виконання завдання.

### Висновки

Таким чином, авторами запропоновано методику підтримки прийняття рішення на застосування бойового авіаційного комплексу з урахуванням результатів оцінювання ризику для безпеки польотів. Алгоритм зазначеної методики реалізовано пакетом програм MATLAB: Simulink та Fuzzy Logic Designer та отримано кількісне значення ризику безпеки польотів.

Розроблена методика враховує особливості льотної експлуатації повітряних суден ПС ЗС України та дозволяє перейти від якісного до кількісного оцінювання рівня безпеки польотів на основі ризику. Запропонована методика дозволить кількісно оцінити ризики для безпеки польотів, своєчасно виконати заходи щодо ефективного блокування або зменшення впливу цих ризиків, що приведе до зменшення випадків випуску у політ непідготовлених екіпажів та повітряних суден в авіації Збройних Сил України.

**Напрямок подальшого дослідження** може бути вирішення питання наукового обґрунтування значень критерію прийнятності ризику в залежності від необхідності виконання бойового завдання.

### Список використаних джерел

- 1 Safety Management – Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation, 2<sup>nd</sup> edition. Montreal: ICAO. 2016.
- 2 Doc 9859-AN/474, *Safety Management Manual*, 4<sup>th</sup> edition. Montreal: ICAO. 2017.
- 3 Y. Honcharenko, O. Martyniuk, O. Radko, P. Open'ko. The method of proactive risk assessment for flight safety based on the rate of dangerous events // *Advances in Military Technology*, Vol. 15, No. 2. 2020. – p. 365-377.
- 4 Lухhøj, J. Coit, D. Modeling Low Probability/High Consequence Events: An Aviation Safety Risk Model. Reliability and Maintainability Symposium. [E-journal]. 2006. Pages 215-221. DOI: 10.1109/RAMS.2006.1677377. ISSN: 0149-144X.
- 5 Cheng, C. Kuo, Y. Shyur, H. Implementation of a flight operations risk assessment system and identification of critical risk factors. *Journal of Scientia Iranica*. [E-journal] Vol. 21. 2014. – Pages 2387-2398. DOI: Not published. ISSN: 2345-3605.
- 6 Sami Vuokko Safety Risk Modelling of Flight Planning in Commercial Operation of Performance Class B Aeroplanes. [Master's Thesis]. Aalto University. 2016. – 76 p.
- 7 Hadjimichael, M. A fuzzy expert system for aviation risk assessment. *Journal of Expert Systems with Applications*. [E-journal] Vol. 36. 2009. – P. 6512-6519. DOI: 10.1016/j.eswa.2008.07.081. ISSN 0957-4174.
- 8 Takács, M. Multilevel Fuzzy Approach to the Risk and Disaster Management. *Acta Polytechnica Hungarica*. [E-journal] Vol. 7. 2010. – P. N/A. DOI: Not published. ISSN 1785-8860.
- 9 Павленко М. Принципи системи оцінювання ризику в авіаційній організації. Системи обробки інформації, 2015, Vol. 11 (136) ISSN – с. 1681-7710.
- 10 Мартинюк, О.Р., Радько, О.В., Гончаренко, Є.В. Оцінювання ризику в системі забезпечення безпеки польотів державної авіації України // *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. – К.: НУОУ, 2019. № 1(34). – С. 155-160
- 11 Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. Горячая линия -Телеком, (2007). – 288 с. ISBN: 5-93517-359 -X.
- 12 Гончаренко Є.В., Блискун О.Є. Жидков С.М. Контур управління рівнем готовності авіаційного персоналу до виконання завдань на основі підходів теорії нечіткої логіки. Труді університету. – К.: НУОУ, 2019. №3(153). – с. 106-113.
- 13 В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / К. : НАУ, 2016 – 308 с. ISBN 978-966-932-010-0.
- 14 Леоненков, А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб: БХВ-Петербург. 2005. – 720 с. ISBN 5-94157-087-2.
- 15 Y. Honcharenko, O. Martyniuk, O. Radko, O. Blyskun, Yu. Kolomiets, M. Bilokur. Flight safety fuzzy risk assessment for combat aviation system // 2020 IEEE 2<sup>nd</sup> International Conference on Advanced Trends in Information Theory Conference Proceedings/ Kyiv / Ukraine. – p. 132-137.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ**  
імені ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО

**КОВБА О.П.** – доцент кафедри авіації  
**ГОНЧАРЕНКО Є.В.** – ад'юнкт кафедри авіації

**НЕЧІТКІ ПІДХОДИ В МОДЕЛЮВАННІ РИЗИКІВ ДЛЯ БЕЗПЕКИ**  
**ПОЛЬОТІВ БОЙОВИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ**

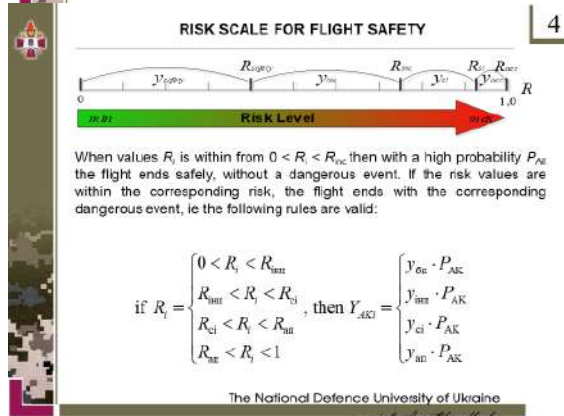
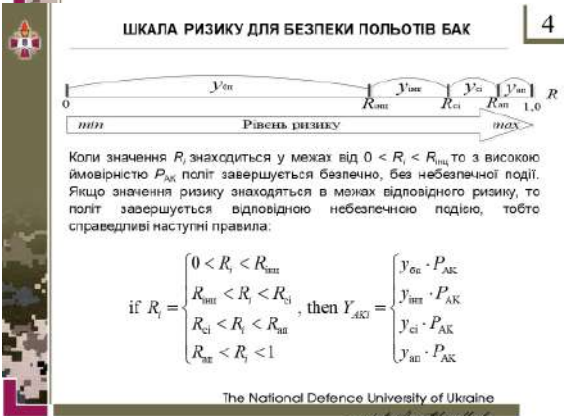
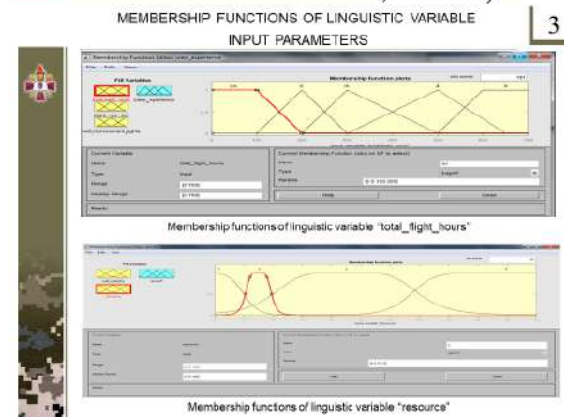
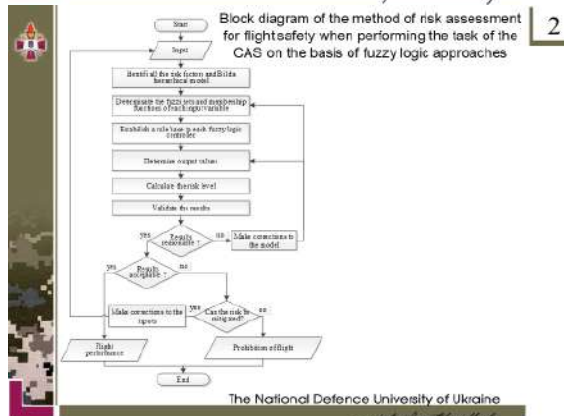
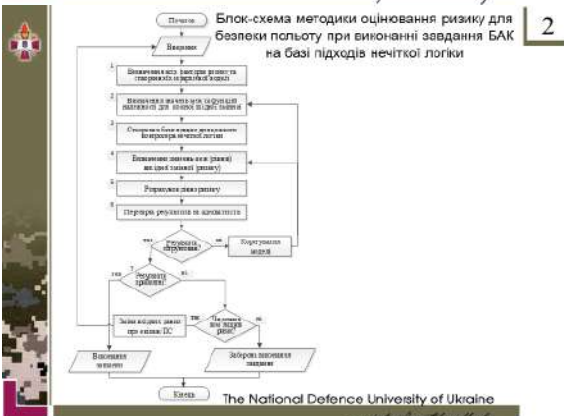
The National Defence University of Ukraine  
*www.gpu.gov.ua*

**THE NATIONAL DEFENCE UNIVERSITY OF UKRAINE**  
**NAMED AFTER IVAN CHERNIAKHOVSKYI**

**O.KOVBA** – Associate Professor of Aviation Department  
**Y.HONCHARENKO** – PhD student of Aviation Department

**FUZZY APPROACHES IN RISK SIMULATION FOR FLIGHT SAFETY**  
**OF COMBAT AVIATION SYSTEMS**

The National Defence University of Ukraine  
*www.gpu.gov.ua*





**ОБУХОВ Олександр Володимирович**

*Управління регулювання діяльності державної авіації України, Київ, Україна*

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ, ЯКІ РЕГЛАМЕНТУЮТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ**

Управління здійснює свою діяльність на підставі вимог Повітряного Кодексу України та наказу Міністерства оборони України від 10.01.2014 за № 14 “Про затвердження Положення про регулювання діяльності державної авіації України”.

Виконання польотів безпілотних авіаційних комплексів повинно здійснюватись на підставі таких нормативних актів:

Повітряний Кодекс України ЗУ;

Положення про використання повітряного простору України (постанова КМУ від 06.12.2017 № 954);

Авіаційні правила України “Правила використання повітряного простору України” (спільний наказ ДАСУ та МОУ від 11.05.2018 № 430/210);

Авіаційні правила України Загальні правила польотів у повітряному просторі України (спільний наказ ДАСУ та МОУ від 06.02.17 № 66/73);

Правила польотів державної авіації в повітряному просторі України (наказ МОУ від 09.12.15 № 700);

Правила виконання польотів державної авіації України (наказ МОУ від 05.01.15 № 2);

Правила виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України (зі змінами) (наказ МОУ від 08.12.16 № 661);

Правил технічної експлуатації безпілотних авіаційних комплексів I класу державної авіації України (наказ МОУ від 10.08.2018 № 401);

Правила реєстрації державних повітряних суден України (наказ МОУ від 07.02.2012 № 63);

Порядок розробки інструкції з виконання польотів на аеродромі, вертодромі, злітно-посадковому майданчику ДАУ (наказ МОУ від 27.12.18 № 660).

Відповідні Порядки з організації польотів БпАК які розробляються ОУ ЦООВ, видів ЗСУ та ІВФ за погодженням з УРДДАУ.

**ГУМЕНЮК Костянтин Віталійович** (кандидат медичних наук, доцент кафедри військової хірургії Української військово-медичної академії)

*Командування медичних сил Збройних Сил України, Київ, Україна*

## ОСОБЛИВОСТІ САНІТАРНИХ ВТРАТ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ВІД ВИБУХОВИХ ПОРАНЕНЬ БОЙОВИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

*Представлені результати отриманих санітарних втрат в зоні проведення ООС від вибухових поранень у військовослужбовців сил оборони України від застосування бойових безпілотних літальних апаратів (БПЛА).*

В умовах сьогодення, коли науковий прогрес в науці та техніці має стрімкий розвиток, де передові технології все більше використовуються у повсякденному житті людей в усьому світі, ми є свідками використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) не тільки в мирних цілях. На жаль локальні збройні конфлікти в усьому світі засвідчили ефективність безпілотників не тільки у розвідці але і в бойових умовах у Сирії, Іраку та Афганістані, у війні між Вірменією та Азербайджаном. У Гібридній війні на Сході України використання БПЛА має місце і це використання призводить до санітарних втрат з боку військовослужбовців всіх силових відомств, які приймають участь в зоні ООС. В доступній нам літературі ми не знайшли повідомлень про особливості поранень та величину санітарних втрат від використання бойових БПЛА, тому метою даної роботи було визначити ці особливості на власному досвіді з зони проведення ООС.

Прогнозування санітарних втрат військ є основою для визначення потреб в силах і засобах медичної служби під час планування медичного забезпечення бойових дій та операцій. Під санітарними втратами розуміють – поранених і хворих, які втратили боєздатність не менше ніж на одну добу і надійшли на етап медичної евакуації. До безповоротних втрат зараховують тих, хто загинув на полі бою, помер до

надання медичної допомоги, пропав безвісті або потрапив у полон [1].

### Виклад основного матеріалу дослідження

Нами було проведено дослідження отримання поранень з застосуванням противником бойових дронів-безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у військовослужбовців всіх силових відомств в зоні проведення ООС за останні два роки. Загальна кількість поранених становила – 23 військовослужбовця. У 11(48%) стан був розцінений, як важкий обумовлений важкою крововтратою та важкістю отриманих поранень, геморагічним шоком. У 9(39%) поранених стан розцінений середньої важкості, у 3(13%) поранених стан був задовільний, поранення були не важкими. Аналізуючи характер отриманих поранень від бойових БПЛА, було встановлено, що в більшості випадків були використані бойові снаряди ВОГ -17, ВОГ -25 (рис.1). Характер отриманих поранень мав відмінності, які характеризувались ураженням всіх ділянок тулуба – голови, грудної клітки, живота та кінцівок (рис.2). На нашу думку такий важкий характер поранень був обумовлений розсіюванням ранихих снарядів поруч з пораненими, завдяки прицільній точності БПЛА.



**Рис. 1** Бойові снаряди для використання БПЛА



**Рис.2** Поранений Р., 29 років. Вибухове поранення з множинними вогнепальними поєднаними пораненнями грудної клітки, черевної порожнини, вогнепальним переломом правого стегна дефектом шкіри та м'язів. Травматичний шок III стадії

Характер поранень був множинним та поєднаним, з проникаючими пораненнями грудної клітки та живота в ділянках незахищеними від індивідуальних засобів

захисту- шолому та бронежилета. Загальна летальність становила 5 (21,7%) випадків, чотири військовослужбовці загинули від важких поранень з

масивною кровотечею та проникаючим характером поранень. Один військовослужбовець загинув від ускладнень після отриманих поранень з розвитком хірургічного сепсиса на 23 добу.

### Висновки

Таким чином, аналізуючи отримані результати слід зазначити, що використання бойових дронів-БПЛА в сучасних війнах та локальних збройних конфліктах призводить до великих санітарних втрат з летальністю 21,7%, за рахунок вибухових, множинних важких поєднаних поранень з пошкодженням всіх ділянок тулуба, масивною кровотечею та пошкодженням внутрішніх органів за рахунок дії осколкових уражень близьких до тіла людини в момент вибуху. Використання бойових дронів-БПЛА в майбутньому може призводити до значних санітарних втрат живої сили та техніки, що потрібно враховувати при медичному забезпеченні, розрахунків сил та засобів при

надані допомоги не тільки на полі бою а і на всіх етапах та рівнях медичної допомоги та евакуації. Характер поранень від бойових БПЛА потребує подальших наукових досліджень.

### Список використаних джерел

1. Воєнно-польова хірургія / за ред. Я.Л. Заруцького, В.Я. Білого.-К.: В.63 Фенікс. 2018. –552 с.
2. Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження Правил медичного забезпечення польотів державної авіації України» від 30.09.2015 № 519, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 22 жовтня 2015 року за № 1287/27732(зі змінами).
3. Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження Положення про військово-лікарську експертизу в Збройних Силах України» від 14.08.2008 № 402, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 17 листопада 2008 року за № 1109/15800(зі змінами).

Командування Медичних Сил  
ЗС України



**ОСОБЛИВОСТІ САНІТАРНИХ ВТРАТ  
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СИЛ ОБОРОНИ  
УКРАЇНИ ВІД ВИБУХОВИХ ПОРАНЕНЬ  
БОЙОВИМИ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ  
АПАРАТАМИ**

Головний хірург ЗС України  
полковник м/с к.мед.н., доцент Костянтин Гуменюк

---

**Санітарні втрати**

З 2014 року в зоні збройного конфлікту на Сході України загинуло понад 10 тисяч осіб та більше 21 тисячі осіб отримали поранення. Серед військовослужбовців всіх силових структур найбільших втрат зазнали ЗС України. Загинули – 4.100, поранені 9,5 тис – 10,5 тис.  
Санітарні втрати – 11238 осіб, із них бойові – 8749




---

**Під час бойових дій на сході України травма голови становить 22,0%. З них вогняна, палі і вибухові поранення складають 7,9%, ЗЧМТ – 12,7%.**



**АКТУАЛЬНІСТЬ**

- ❖ Гостра крововтрата є причиною смерті у 50 % поранених на полі бою у 30% на передових етапах медичної евакуації
- ❖ 90% смертельних випадків від поранень відбуваються до надходження в госпіталь
- ❖ 75% - смертельних випадків пов'язані з ушкодженнями що несумісні з життям

---

**Сучасна зброя**




---

**Частота поранень органа зору досягає 2–8%, питома вага ушкоджень очей становить 2,4%.**







Частота вогнепальних поранень грудної клітки становить **8-11%**



Під час проведення АТО-ООС питома вага ушкодження кінцівок становить **62,6%** (нижніх – **36,9%**, верхніх – **25,7%**)



Під час проведення АТО-ООС вогнепальні поранення з пошкодженням магістральних судин становлять **2-4%**



Частота вогнепальних поранень живота в сучасних військових конфліктах **6,6-9%**. Під час проведення АТО-ООС – **7%**.



Під час проведення АТО-ООС питома вага ушкодження кінцівок становить **62,6%** (нижніх **36,9%**, верхніх – **25,7%**)



**Балістика**



5,45-мм 7Н6

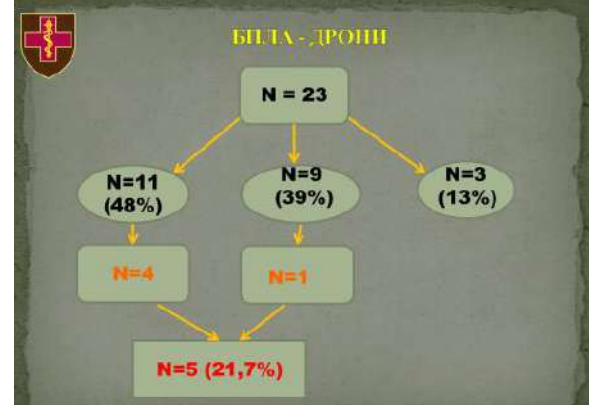
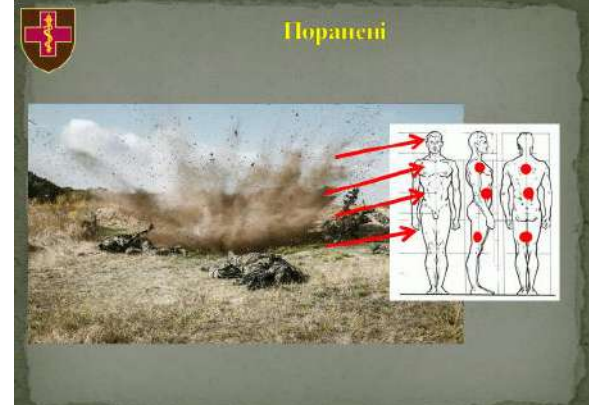


7,62-мм



Вбивча дія кулі – це кількість кінетичної енергії (Дж), яка надана кулею тілу людини (мінімально достатня – 250-300 Дж).





ЦРКУН Марина Володимирівна

Головне управління Національної гвардії України, Київ, Україна

## ПОБУДОВА СИСТЕМИ C4ISR В УКРАЇНІ

Однією з основних компонент, яка забезпечить сумісність з НАТО, прискорить процес управління силами та засобами, підвищить темп ведення операцій, ефективність ураження сил супротивника, живучість своїх військ та рівень самосинхронізації бойових дій є створення ефективної системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (C4ISR).

У контексті розвідки, концепція C4ISR об'єднує спроможності з інтеграції сенсорів у єдину інформаційну систему обробки та розповсюдження інформації у вищі та нижчі штаби для забезпечення ситуаційної обізнаності, здійснення цілевказання, допомоги командуванню у прийнятті обґрунтованих рішень з використанням всіх можливих джерел інформації.

Розвиток системи C4ISR дозволить:

1. Оперативно збирати, наносити, обробляти та розповсюджувати розвідувальну інформацію.
2. Підвищити темп ведення операцій.
3. Сформувати єдину операційну картину (COP) та підвищити рівень ситуаційної обізнаності.
4. Підвищити швидкість прийняття обґрунтованих рішень командирами.
5. Забезпечити ефективну взаємодію між процесами добування інформації (Reconnaissance/surveillance), розвідувального аналізу (Intelligence), вогневого ураження (Target acquisition) та процесом управління та прийняття рішень (MDMP).

Водночас, впровадження системи C4ISR надасть можливість досягнути базових показників розвідки за стандартами НАТО:

**Стійкість (живучість, безперервність) [NATO Sustainability]** - координація та підтримка процесу застосування сенсорів за допомогою системи C4ISR для забезпечення постійного покриття району операції.

**Швидкість реагування [NATO Responsive]** - забезпечення можливості оперативно реагувати на зміни обстановки та перенацілювати наявні засоби розвідки відповідно до пріоритетів.

**Інтегрованість [NATO Integration]:** - забезпечення інтеграції усіх наявних сенсорів у єдину мережу.

**Розповсюдження інформації [NATO Information dissemination]** - можливість

оперативного розповсюдження інформації відповідно до пріоритетів та запитів на її отримання.

Сили та засоби, що забезпечують наповнення інформаційного поля розвідувальними відомостями на тактичному рівні - можуть мати різні засоби для виконання поставленої задачі. Проте згідно концепції мережево-центричності, всі вони повинні мати спроможність до обміну даними з іншими активами розвідки, отримання інформації та вказівок від командування. Найкраща практика – застосування єдиної інтеграційної платформи, яка виступатиме в ролі «мосту» між різними активами розвідки та системами, а також агрегуватиме на себе збір всіх відомостей для відображення ситуаційної обізнаності вже на оперативнотактичному та оперативному рівнях.

На схемі, наведеній нижче показаний приклад об'єднання усіх сенсорів у єдину інформаційну систему на тактичному рівні засобами супутникового зв'язку, однак, тут також необхідно розуміти, що повинні бути додаткові системи зв'язку, що забезпечать надійність роботи системи.

У процесі створення системи C4ISR виникнуть наступні виклики:

1. Недостатньо розвинута високошвидкісна мережева інфраструктура, що забезпечувала б передачу інформації з грифом ДСК, Т, ЦТ.

2. Застарілі процедури та настанови з ведення розвідки, що не пристосовані до концепції мереже-центричності.

3. Відсутня затверджена **програмно-апаратна платформа** для нанесення, розповсюдження та обміну розвідувальною інформацією. Програмно-апаратна платформа має бути виконаною за стандартами та протоколами НАТО а також має бути сумісною з аналогічними програмно-апаратними платформами інших складових сектору безпеки і оборони України.

4. Недосконала та невідповідна стандартам НАТО **організаційно-штатна структура** підрозділів розвідки.

5. **Недостатня укомплектованість** підрозділів розвідки **сенсорами**, що можуть бути інтегровані у систему C4ISR.

6. **Висока вартість** створення, утримання та розвитку системи C4ISR.



### Потреба розвитку системи C4ISR у НГУ

З метою забезпечення сумісності з підрозділами країн-членів НАТО та переходу до мережів центральної концепції, Національній гвардії України необхідно створити та впровадити ефективну систему оперативного (бойового) управління, зокладу, розвідки та спостереження (C4ISR).

У контексті розвідки (ISR), концепція C4ISR об'єднує спроможності з інтеграції сенсорів у єдине інформаційне поле для нанесення, обробки та розповсюдження інформації у вищі та нижчі штаби, і забезпечить ситуаційну обізнаність на всіх рівнях та допоможе командуванню у прийнятті обґрунтованих рішень з використанням всіх можливих джерел інформації.



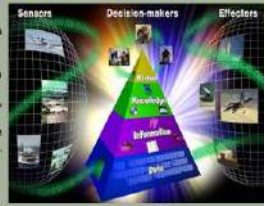
### Перспективи впровадження системи C4ISR у НГУ

Розвиток системи C4ISR у НГУ дозволить:

1. Оперативно збирати, наносити, обробляти та розповсюджувати розвідувальну інформацію.
2. Підвищити темп ведення операцій.
3. Сформувати єдину операційну картину (ООР) та підвищити рівень ситуаційної обізнаності.
4. Підвищити швидкість прийняття обґрунтованих рішень командирами.

Забезпечити ефективну взаємодію між процесами добування інформації (Reconnaissance/surveillance), розвідувального аналізу (Intelligence), вогневого ураження (Target acquisition) та процесом управління та прийняття рішень (MOMP).

- ТА досягти базових показників розвідки за стандартами НАТО:
- Стійкість (Sustainability)
  - Швидкість реагування (Responsive)
  - Інтегрованість (Integration)
  - Розповсюдження інформації (Information dissemination)



### Нові сенсори НГУ, що можуть бути інтегровані в систему C4ISR

- безпілотні авіаційні комплекси (літак, тактичні, полья бою);
- тактичні системи розвідки (HF/UHF/VHF) з функцією пеленгування та визначення місцезнаходження джерел випромінювання;
- електродинамічні індикатори мобільні (встановлені на автомобілях), або стаціонарні (встановлені на дахах будівель)



### Спроможності зі збору, обробки та відображення інформації

Спроможність зі збору, обробки та відображення інформації на оперативному рівні частково може забезпечити Центр обробки інформації (наразі працює в тестовому режимі):

- обробка та аналіз інформації отриманої від епілажи БАР та маневрених груп РЕР;
- пошук та аналіз інформації в відкритих джерелах;
- інтеграція розвідувальних даних отриманих із різних джерел у єдину систему реконструкції та зображення інформації;
- взаємодія та координація взаємодія з іншими структурними підрозділами та споживачами розвідувальної інформації.



### Виклики

1. Недостатньо розвинута високошвидкісна мережева інфраструктура, що забезпечує швидкий передачу інформації з грифом **ДСК, Т, ЦТ**.
2. Застарілі процедури та настанови з ведення розвідки, що не пристосовані до концепції мереж-центричності.
3. Відсутня затверджена програмно-апаратна платформа для нанесення, розповсюдження та обміну розвідувальною інформацією.
4. Недосконалі та невідповідні стандартам НАТО організаційно-штатна структура підрозділів розвідки.
5. Недостатня укомплектованість підрозділів розвідки сенсорами, що можуть бути інтегровані у систему C4ISR.
6. Відсутня концепція та шлях розвитку напрямку розвідки у НГУ.
7. Висока вартість створення, утримання та розвитку системи C4ISR.



**ГОРБЕНКО Володимир Михайлович** (кандидат військових наук, доцент.)

**КОРШЕЦЬ Олена Антонівна** (кандидат технічних наук)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ БОРОТЬБИ ЗА ПЕРЕВАГУ В ПОВІТРІ З ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПОКОЛІННЯ 4++ ТА 5**

*Невпинний розвиток технологій в галузі бойової авіації, який диктують провідні країни світу формує нові проблеми в царині боротьби за перевагу в повітрі. Домінування винищувачів поколінь 4++ та 5 вимагають пошуку нових способів ведення повітряного бою, що особливо актуально для країн, повітряні сили яких, ще тривалий час будуть змушені використовувати літаки попередніх поколінь. Одним з можливих шляхів вирішення даної проблеми є розроблення та ефективне застосування БПЛА, спроможних вести повітряний бій з пілотованими сучасними та перспективними винищувачами.*

До сучасних винищувачів, які представлені літаками 4++ та 5 покоління, висувається ряд особливих вимог. Основними з них є те, що сучасний та перспективний літак повинен мати властивості надманевреності, малопомітності. Щоб мати беззаперечну перевагу над ворогом він також має бути елементом складної бойової системи. Незабаром нас очікує поява літаків шостого покоління, спроможних виконувати політ на гіперзвуковій швидкості.

Досвід провідних країн щодо розроблення та прийняття на озброєння літаків 5 покоління свідчить про тривалий час (понад 10 років) розроблення та прийняття на озброєння, а також, надмірно високу вартість даних літаків. Дозволити собі таке задоволення можуть тільки потужні в економічному та технологічному відношенні країни. Цей аспект також створює проблему безумовного відставання усіх інших країн від країн-лідерів аерокосмічної галузі. Тому сьогодні ми спостерігаємо початок гонки за лідером – спроби створити свій власний літак нової генерації країнами, які раніше ніколи не зазіхали на лідерство, такими як Великобританія, Індія, Південна Корея, Японія.

Тому проблема боротьби за перевагу в повітрі в сучасних умовах і в перспективі буде визначатися саме протидією літакам покоління 4++ та 5.

Використання технологій “стелс” зменшує відстань виявлення повітряного противника, що знову робить актуальними питання ближнього маневреного повітряного бою, який доведеться вести з надманевреними літаками.

За даних умов, ближній маневрений повітряний бій буде характеризуватися фігурами вищого пілотажу з кутами атаки до 180° і кутами ковзання до 90°, що дозволяє різко підвищити ефективність застосування ракетного та гарматного озброєння. Кутова швидкість цілі в ближньому бою є дуже високою, атакуючий літак має встигати змінювати своє положення для виконання успішної атаки. В той же час, надманевреність дає можливість вийти з-під удару та перейти в контратаку.

В умовах дальнього ракетного бою надманевреність збільшує ефективність

противоракетного маневру. Крім цього, деякі фігури пілотажу передбачають різке падіння швидкості, що перешкоджає роботі радіолокаційним системам противника, які використовують ефект Допплера (фігури “кобра” та “колокол”).

Проте, використання технологій малопомітності та надманевреності має закладатися ще на етапі проектування в саму конструкцію літального апарату. Так, малопомітність досягається комплексом заходів основними з яких є особлива форма планеру літака, яка максимізує розсіювання відбитого радіолокаційного сигналу та спеціальне покриття, яке також максимізує розсіювання і забезпечує поглинання радіолокаційного сигналу.

Надманевреність також вимагає комплексного підходу – планер літака, як правило виготовлений за інтегральною схемою зроблено статично нестійким на дозвукових швидкостях, що вимагає застосування електродистанційної системи керування, а двигун такого літака має бути достатньо потужним щоб забезпечувати тягоозброєність не менше одиниці і мати систему керування вектором тяги (КВТ). Глибоко модернізовані літаки Су-27 і МіГ-29, американські F/A-18E/F, F-22 мають модульні сопла, сумісні з існуючими двигунами. А F-35 має двигун з вбудованою системою КВТ.

В даних умовах постає актуальне питання, яким чином можна протидіяти повітряному противнику, який прагне будь-якою ціною заволодіти перевагою у повітрі, і має найсучасніші, найкращі та водночас найдорожчі, винищувачі.

Тривалий час це дійсно було проблемою часу – ціни – технології. Проте, як не дивно, саме розвиток технології БПЛА пропонує нам новий шлях, який вочевидь є новим способом ведення повітряного бою.

Сьогодні ми є свідками першого переможного повітряного бою (щоправда на симуляторі) між пілотованим винищувачем та штучним інтелектом. Поєднання штучного інтелекту зі БПЛА, призначеного для завоювання переваги у повітрі може вирівняти шанси країн, які ще зовсім недавно були аутсайдерами у гонці за новим поколінням винищувачів.

Час розробки та прийняття на озброєння БПЛА в разі менший ніж для пілотованих літальних апаратів. Вартість цього процесу, як і експлуатації, також не йдуть ні в яке порівняння з новітніми пілотованими літаками. Штучний інтелект також нівелює витрати та час на підготовку висококваліфікованих льотчиків-винищувачів здатних вести повітряні бої за перевагу у повітрі.

Проте, щоб це стало реальністю необхідно вже зараз почати роботу над концепцією створення

та застосування БПЛА основним призначенням якого має бути завоювання переваги у повітрі, який буде спроможним виконувати завдання пілотованої винищувальної авіації. Основами даної концепції має стати спеціально спроектований БПЛА-винищувач, з властивостями штучного інтелекту, малопомітності, надманевреності та здатності перехоплювати повітряні цілі на гіперзвукових швидкостях.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО  
Інститут авіації та протиповітряної оборони

**ДОПОВІДЬ НА ТЕМУ:**  
Проблемні питання боротьби за перевагу в повітрі з літальними апаратами покоління 4++ та 5

Професор кафедри авіації  
Володимир Горбенко

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

THE NATIONAL DEFENCE UNIVERSITY OF UKRAINE  
NAMED AFTER IVAN CHERNIAKHOVSKYI  
Institute of Aviation and Air Defense

**Problematic issues of the struggle for supremacy in the air with aircraft of generation 4++ and 5**

Professor of  
The Department of Aviation  
Volodymyr Horbenko

Kyiv, Ukraine  
The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

Еволюція реактивних винищувачів 2

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

Evolution of jet fighters 2

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

Основні ознаки винищувачів "п'ятого покоління" 5

**ТРИ ПРАВИЛА:**  
НАДМАНЕВРЕНІСТЬ  
МАЛОПОМІТНІСТЬ  
НАДЗВУК

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

The main features of the "fifth generation" fighters 5

**SUPERMANUALITY  
STEALTH TECHNOLOGY  
SUPERSONIC SPEED**

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*





<sup>1</sup>КОЦЮРУБА Андрій Васильович

<sup>2</sup>САЛІЙ Ірина Юрївна

<sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

<sup>2</sup>Військова частина 2269, Національна гвардія України, Київ, Україна

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Авторами проведено аналіз застосування розвідувальних безпілотних літальних апаратів наприкінці XX та початку XXI сторіччя, які потенційно впливають на рівень бойових втрат та можуть змінити систему поглядів на тактику ведення бойових дій в сучасних збройних конфліктах.

На підставі проведеного аналізу визначена мета – розглянути тенденції розвитку розвідувальної безпілотної авіації ближньої дії імовірного противника та розробити рекомендації щодо оцінювання розвідувальних можливостей безпілотних літальних апаратів використання яких дозволить у подальшому враховувати напрямки вдосконалення системи боротьби з такими безпілотними літальними апаратами.

У результаті дослідження встановлені можливості угруповань малорозмірних розвідувальних безпілотних літальних апаратів імовірного противника щодо виявлення цілей загальновійськового формувань. Авторами статті запропонований підхід в оцінці розвідувальних можливостей малорозмірних безпілотних літальних апаратів.

Зроблено висновок, що визначення розвідувальних можливостей малорозмірних розвідувальних безпілотних літальних апаратів дозволяє врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника.

**Ключові слова:** розвідувальні малорозмірні безпілотні літальні апарати, ймовірність виявлення об'єкта

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Однією з важливих рис воєнних конфліктів останніх десятиріч є застосування великої кількості різноманітних типів БпЛА та безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), які вирішують завдання ведення повітряної розвідки, бойового забезпечення, та завдання ударів по противнику навіть без безпосереднього зіткнення конфліктуючих сторін [1,8].

Аналіз досвіду проведення антитерористичної операції на сході України показав широке використання БпАК для ведення повітряної розвідки території України незаконними збройними формуваннями та збройними силами Російської Федерації (РФ), а також їх застосування для вирішення завдань бойового забезпечення. В той же час аналіз сучасних воєнних конфліктів передбачає суттєве розширення кола завдань, які будуть вирішувати БпАК військового призначення у найближчий час. Більше ніж 150 підприємств у 50 країнах світу, займаються розробкою та серійним виробництвом БпЛА та БпАК. На сьогоднішній день багато країн світу приймають на озброєнні комплекси тактичних розвідувальних БпЛА. Застосування БпЛА такого типу в збройних конфліктах є досить ефективним, безпечним та економічним для виконання бойових завдань. Причиною цього є малі геометричні розміри, мала радіолокаційна помітність в діапазоні (ЕПР в межах від 0,001 до 0,3 м<sup>2</sup>), безпілотний спосіб керування, можливість польоту на гранично малих висотах, а також дуже низька теплова контрастність.

Виходячи з наведеної актуальності, авторами статті визначена **мета статті** – розглянути тенденції розвитку розвідувальної безпілотної

авіації імовірного противника. Запропонувати підхід до оцінювання можливостей малорозмірних розвідувальних БпЛА, використання якого дозволить у подальшому враховувати інформаційну забезпеченість імовірного противника.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Широкого розповсюдження набуло використання БпЛА ближньої дії.

У типовий склад систем зв'язку і управління БпЛА ближньої дії входять портативна переносна станція управління, автопілот з системою датчиків, бортовий і наземний термінали передачі даних. Прийом розвідувальної інформації з БпЛА її споживачами, також може здійснюватися за допомогою мобільних і портативних відеотерміналів.

Системи оптичних пристроїв становлять зазвичай корисне навантаження тактичних розвідувальних БпЛА, сумісна побудова телевізійної та інфрачервоної камер істотно підвищує інформативність отриманого зображення, а при доповненні у вигляді лазерного дальноміра-целевказивника дає можливість точного визначення координат об'єкту.

У відповідності до масштабу застосування та тактико-технічних характеристик БпЛА також можна поділити на 4 класи [6,7]:

1 клас – взводний – мікро БпЛА включаються до екіпіровки солдата та забезпечує збір та передачу інформації на висоті польоту до 150 м, в радіусі дії до 8 км на протязі 50 хвилин з масою корисного навантаження 0,4 кг;



2 клас – ротні – міні БпЛА збирають та передають інформацію підрозділам, забезпечують цілевказівки на дальності до 16 км протягом 2 годин, мають масу корисного навантаження до 5 кг;

3 клас – батальйонні БпЛА мають більш широкий спектр задач, працюють на протязі 6 годин на дальності до 40 км, забезпечують підтримку зв'язку між окремими підрозділами, пошук встановлених мін, контроль радіаційної та біологічної обстановки, а також можуть злітати з невідготовлених майданчиків;

4 клас – бригадні БпЛА працюють від 18 годин до доби на дальності до 75 км, забезпечують топографічну зйомку, ретрансляцію, розвідувально-дозорні функції.

Загальною рисою типових загальновійськових формувань збройних сил багатьох країн світу стало те, що кількість різних БпЛА в їх складі може становити від декількох одиниць до декількох десятків [2].

Наприклад кількість малорозмірних БпЛА в складі з'єднань США представлена в табл. 1.

Таблиця 1

**Кількість малорозмірних БпЛА в складі з'єднань США**

Бригади	RQ-7 “Shadow”	RQ-11 “Raven”
“Важка” бригада	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	10 комплексів тактичного розвідувального міні-БпЛА “Raven” по 3 БпЛА RQ-11 “Raven”
“Легка” бригада	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	3 комплекси тактичного розвідувального міні-БпЛА “Raven” по 3 БпЛА RQ-11 “Raven”
Бригада “Страйкер”	Комплекс тактичного розвідувального БпЛА “Shadow” X 4 БпЛА “Shadow”	

БпЛА ближньої дії вирішують дуже широкий спектр завдань. Але основним призначенням цих апаратів є спостереження за полем бою, добування розвідувальної інформації, та передача цієї інформації на пункти управління в реальному масштабі часу. Отримання зазначеної інформації від БпЛА противника про стан, місцезнаходження та характер дій розвідуємих об'єктів призводить до того, що противник буде впливати на ці об'єкти тим чи іншим способом. Наприклад вогневий вплив артилерії або авіації, виведення з ладу за допомогою засобів радіоелектронної боротьби.

Також аналіз застосування БпЛА ближньої дії дозволяє виділити наступні особливості їх функціонування [3]:

можливість здійснювати автоматичний (автоматизований) політ при виконанні завдань, автономно по закладеній програмі, в перебігу декількох десятків хвилин або годин при управлінні оператором тільки злетом і посадкою;

практична непомітність для радіолокаційних станцій в зв'язку з тим, що в основному використані композиційні матеріали, що складаються з наповнювача та армуючих елементів у вигляді волокон;

наявність комплексу засобів автоматизації для управління БпЛА і його корисним навантаженням по цифровим радіоканалах;

наявність потенційних вразливих місць в протоколах передачі даних, спеціальному і загальному програмному забезпеченні систем управління, передачі даних і навігації БпЛА і корисного навантаження;

наявність можливості перехоплення інформації з цифрових радіоканалів прямої видимості;

уніфікованість програмно-апаратних засобів БпЛА і використання інформаційних технологій подвійного призначення на основі застосування відкритих стандартів.

Зазначені особливості функціонування БпЛА ближньої дії обумовлюють наявність потенційних вразливостей в контурах управління БпЛА.

Знищення БпЛА-розвідників або створення умов що перешкоджають їх ефективному застосуванню дозволяють знизити ймовірність розкриття прикриваємих об'єктів і власних зенітних формувань, тим самим позбавляючи противника можливості ефективно застосовувати наземні і повітряні засоби ураження і дозволяє підвищити відвернений збиток загальновійськових формувань.

Тому, враховуючи аналіз стану використання розвідувальних БпЛА існує нагальна потреба в методиці оцінювання розвідувальних можливостей.

Розвідка малорозмірними БпЛА, відповідно до їх технічних можливостей, може вестися на тактичну та оперативно-тактичну глибину. Кількість цілей, місце їх стан та розташування може бути визначено противником з використанням розвідувальних БпЛА залежить від певного ряду параметрів, які в свою чергу можна поділити на тактичні і технічні. До тактичних параметрів належать:

- вид бойових дій;
- кількість БпЛА, які одночасно ведуть розвідку в зоні бойових дій;
- спосіб ведення розвідки;
- цілісність розподілу цілей в зоні бойових дій;
- розмір зони бойових дій;
- ступінь замаскованості цілей;

кількість помилкових цілей в зоні бойових дій.  
 До технічних параметрів можна віднести:  
 розмір області земної поверхні, в якій БПЛА виконує завдання (розмір робочої зони);  
 розмір області перегляду;  
 ймовірність виявлення цілі;  
 льотно-технічні характеристики БПЛА.

Кількість цілей, виявлених розвідувальним БПЛА за один політ, може бути визначено за формулою [4]:

$$N_{\text{в}} = P_{\text{вияв}} \rho_{\text{в}} \cdot S_{\Sigma}, \quad (1)$$

де:  $N_{\text{в}}$  – кількість виявлених цілей;  
 $P_{\text{вияв}}$  – ймовірність виявлення цілі;  
 $\rho_{\text{в}}$  – щільність розподілу цілей в зоні бойових дій;  
 $S_{\Sigma}$  – розмір робочої зони.

Оскільки такі розвідувальні малорозмірні БПЛА ведуть розвідку на тактичну і оперативно-тактичну глибину побудови бойових порядків, то слід вважати під виявленою ціллю зразок озброєння та військової техніки (ОВТ). Ймовірність виявлення цілі  $P_{\text{вияв}}$  буде залежати від ймовірності миттєвого виявлення незамаскованого об'єкту  $P_{\text{в}}$ .

Якщо обсяг інформації відображений на екрані пункту управління БПЛА достатній для твердження, що це саме той об'єкт, то  $P_{\text{в}} = 1$ , тоді ймовірність виявлення об'єкта оптичною системою БПЛА може бути визначена за формулою:

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{в}} \cdot (1 - K_3) / 1 - \zeta \eta, \quad (2)$$

де:  $P_{\text{в}}$  – ймовірність миттєвого виділення незамаскованими об'єкта;  
 $K_3$  – коефіцієнт замаскованості об'єкта;  
 $\zeta$  – ступінь правдоподібності помилкових позицій;  
 $\eta$  – кількість помилкових позицій, що припадають на одну дійсну позицію.

Залежно від завдань та умов обліт робочої зони може здійснюватися декількома БПЛА різного типу, то відповідно до [5] формула ймовірності виявлення набуває вигляду:

$$P_{N_{\text{в}}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i), \quad (3)$$

де:  $N$  – кількість БПЛА, які здійснюють обліт робочої зони;  
 $P_i$  – ймовірність виявлення об'єкта у робочій зоні  $i$ -м БПЛА.

У разі застосування в одній робочій зоні декількох однотипних БПЛА, ймовірність виявлення буде визначатися як:

$$P_{N_{\text{в}}} = 1 - (1 - P_i)^N, \quad (4)$$

де:  $P_i$  – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні одним БПЛА.

Щільність розподілу цілей в робочій зоні може бути визначена як відношення загального числа потенційних цілей в загальновійськовому формуванні до розмірів зони їх розташування:

$$\rho_{\text{в}} = n / S_{\text{ф}}, \quad (5)$$

де:  $\rho_{\text{в}}$  – щільність розподілу цілей в робочій зоні;  
 $n$  – кількість потенційних цілей в загальновійськовому формуванні;  
 $S_{\text{ф}}$  – розмір зони розташування загальновійськового формування.

Розмір робочої зони, в межах якої БПЛА виконує завдання, залежить від певних технічних характеристик оптичної системи, що встановлена на БПЛА та параметрів польоту, а саме:

кут поля зору оптичної системи;  
 висота, час і швидкість польоту;  
 видалення місця зльоту БПЛА від робочої зони.

Розмір робочої зони  $S_{\Sigma}$  можна розрахувати за формулою:

$$S_{\Sigma} = D_{\text{прол}} L_{\text{ш}}, \quad (6)$$

де:  $D_{\text{прол}}$  – відстань від ближньої до дальньої межі робочої зони;

$L_{\text{ш}}$  – ширина області огляду оптичної системи.

$$D_{\text{прол}} = t_{\text{зн}} \cdot V_{\text{бпла}}, \quad (7)$$

де:  $t_{\text{зн}}$  – час знаходження БПЛА в робочій зоні;  
 $V_{\text{бпла}}$  – швидкість польоту БПЛА.

$$t_{\text{зн}} = t_{\text{max}} - 2t_{\text{від}}, \quad (8)$$

де:  $t_{\text{max}}$  – максимальний час знаходження БПЛА в польоті;  
 $t_{\text{від}}$  – час, польоту БПЛА від точки зльоту до ближньої межі робочої зони.

$$t_{\text{від}} = D_{\text{від}} / V_{\text{бпла}}, \quad (9)$$

де:  $D_{\text{від}}$  – відстань від точки зльоту БПЛА до ближньої межі робочої зони.

Але в той же час слід врахувати, що відстань до дальньої межі робочої зони  $D_{\text{мвід}}$  обмежується максимальною дальністю, на якій забезпечується управління БПЛА з наземного пункту управління  $D_{\text{упр}}$ , а тому:

$$D_{\text{мвід}} \leq D_{\text{упр}}, \quad (10)$$

Проведені розрахунки, показують, що при відсутності протидії засобів ППО і заходів щодо зниження помітності цілей, що прикриваються, один розвідувальний політ угруповання малорозмірних БПЛА противника (до 10 БПЛА), дозволить виявити до 300 цілей зразків ОВТ. В загальновійськовому формуванні потенційними об'єктами для розвідки за допомогою БПЛА будуть радіолокаційні станції, зенітно-ракетні комплекси та інші броньовані об'єкти ОВТ. З точки зору оцінювання ефективності угруповання ППО з прикриття загальновійськових формувань при проведенні оперативно-тактичних розрахунків використовується таке поняття як типовий об'єкт. В якості типового об'єкту розглядається мотострілецька (танкова) рота до складу типового об'єкта якої як правило, (типу рота-батарея) входить близько 10-12 основних зразків ОВТ. Враховуючи те що в загальновійськовому формуванні, налічується до 75 типових об'єктів,

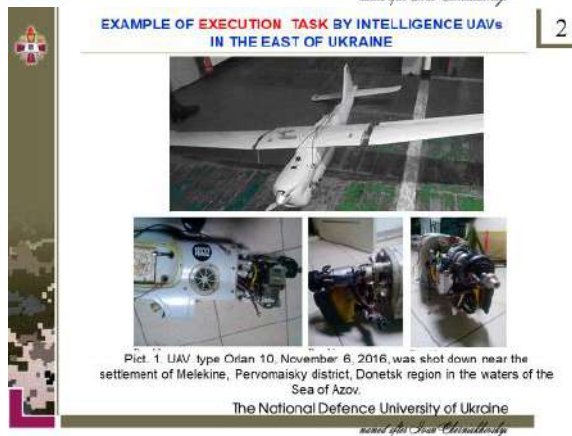
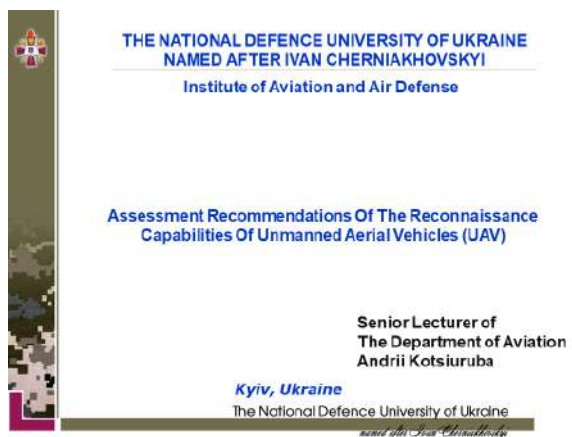
отримуємо, що один розвідувальний політ угруповання малорозмірних БпЛА може розкрити з високою ймовірністю до 30 типових об'єктів (до 40% від всіх типових об'єктів), що розташовані в зоні відповідальності загальновійськового формування.

### Висновки

Таким чином, запропоновані рекомендації щодо оцінки розвідувальних можливостей БпЛА дозволяє врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника як під час ведення активних бойових дій так і під час підготовки до них, виявити характер та кількісні показники, що впливають на ефективність системи протиповітряної оборони загальновійськового формування в умовах застосування противником малорозмірних повітряних цілей, а також ґрунтовно врахувати пріоритетність та необхідність вдосконалення системи боротьби з такими цілями.

### Список використаних джерел

1. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В.М. Ильюшко, М.М. Митрахович, А.В. Сам-ков, В.И. Силков, О.В. Соловьев, В.И. Стрельников; под общ. ред. В.И. Силкова. – К.:ЦНИИ ВВТ ВС Украины. 2009. – 302 с.
2. Сидорин и др. Вооруженные силы США в XXI веке/Сидорин А.Н., Прищепов В.М., Акуленко В.П., Военная книга. 2013. – 798 с.
3. «Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов» [https://www.uav.ru%2Farticles%2Forteq\\_uav](https://www.uav.ru%2Farticles%2Forteq_uav).
4. Венцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для студентов вузов. М., Академия. 2003. – 576 с.
5. FMI 3-04.155 “Army unmanned aircraft system operations headquarters, department of the army”. 2006.
6. Лоринов А. Беспилотная воздушная разведка / А. Лоринов. – М.: Воениздат. 1997. – 224 с.
7. Ганин С.М. Беспилотные летающие аппараты / С.М. Ганин, А.В. Карпенко, В.В. Колногород, В.В. Петров СПб.: Питер. 1999. – 176 с.
8. Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності / Ю. К. Зіатдінов, М. В. Куклінський, С. П. Мосов, А. Л. Фещенко та ін.; під ред. С. П. Мосова. – К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”. 2013. – 24 с.





КЛАСИФІКАЦІЯ МАЛОРОЗМІРНИХ РОЗВІДУВАЛЬНИХ БПЛА 4

Клас	Щодо	Значення параметрів V та H
1 клас	Вивід	мікро БПЛА включаються до екіпіровки солдата та забезпечує збір та передачу інформації на висоті польоту до 150 м, в радіусі дії до 8 км на протязі 50 хвилин з масою корисного навантаження 0,4 кг
2 клас	Рота	міні БПЛА збирають та передають інформацію підрозділам, забезпечують підказки на дальності до 16 км протягом 2 години, мають масу корисного навантаження до 5 кг
3 клас	Батальйон	батальйони БПЛА мають більш широкий спектр завдань, працюють на протязі 6 години на дальності до 40 км, забезпечують підтримку зв'язку між окремими підрозділами, пошук встановлених мін, контроль радіаційної та біологічної обстановки, а також можуть хіпати з нецільованих майданчиків
4 клас	Полк, бригада	бригади БПЛА працюють від 18 години до доби на дальності до 75 км, забезпечують топографічну зйомку, ретрансляцію, розвідувально-дозорні функції

The National Defence University of Ukraine

CLASSIFICATION OF SMALL RECCE UAVS 4

Class	Unit	Parameters V and H
1 Class	Platoon	micro UAVs are included in the equipment of the soldier and provides the collection and transmission of information at an altitude of up to 150 m, within a range of up to 8 km for 50 minutes with a payload of 0.4
2 Class	Company	mini UAVs collect and transmit information to units, provide targets at a range of up to 16km for 2 hours, have a payload of up to 5 kg
3 Class	Battalion	battalions UAVs have a wider range of tasks, work for 6 hours at a range of up to 40 km, provide communication support between individual units, search for landmines, control of radiation and biological conditions, and can take off from unprepared sites
4 Class	Regiment, brigade	brigade UAVs work from 18 hours a day at a range of up to 75 km, provide topographic surveying, retransmission, reconnaissance and patrol functions

The National Defence University of Ukraine

Кількість малорозмірних БПЛА в складі з'єднань США 5

Бригади	RQ-7 «Shadow»	RQ-11 «Raven»
«Важка» бригада	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» / 4 БПЛА Shadow»	10 комплексів тактичного розвідувального міні-БПЛА «Raven» по 3 БПЛА RQ-11 «Raven»
«Легка» бригада	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» / 4 БПЛА Shadow»	3 комплекси тактичного розвідувального міні-БПЛА «Raven» по 3 БПЛА RQ-11 «Raven»
Бригада «Срайкер»	Комплекс тактичного розвідувального БПЛА «Shadow» / 4 БПЛА Shadow»	

The National Defence University of Ukraine

Кількість малорозмірних БПЛА в складі з'єднань США 5

Brigades	RQ-7 «Shadow»	RQ-11 «Raven»
«Heavy» Brigades	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	10 UAS «Raven» X 3 UAVs RQ-11 «Raven»
«light» Brigades	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	3 UAS «Raven» X 3 UAVs RQ-11 «Raven»
Brigades «Stryker»	UAS «Shadow» X 4 UAVs «Shadow»	

The National Defence University of Ukraine

ЙМОВІРНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛІ 6

$$N_e = P_{\text{вияв}} p_{\text{ц}} S_z, \quad (1)$$

де:  $N_e$  – кількість виявлених цілей;  
 $P_{\text{вияв}}$  – ймовірність виявлення цілі;  
 $p_{\text{ц}}$  – щільність розподілу цілей в зоні бойових дій;  
 $S_z$  – розмір робочої зони.

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{з}}(1-K) / 1 - \xi \eta, \quad (2)$$

де:  $P_{\text{з}}$  – ймовірність миттєвого виділення незамаскованими об'єкта;  
 $K$  – коефіцієнт замаскованості об'єкта;  
 $\xi$  – ступінь правдоподібності помилкових позицій;  
 $\eta$  – кількість помилкових позицій, що припадають на одну дійсну позицію.

The National Defence University of Ukraine

PROBABILITY OF THE DETECTION OF THE TARGET 6

$$N_e = P_{\text{вияв}} p_{\text{ц}} S_z, \quad (1)$$

$N_e$  – the number of identified targets;  
 $P_{\text{вияв}}$  – probability of the detection of the targets;  
 $p_{\text{ц}}$  – the density of the distribution of targets in the combat zone;  
 $S_z$  – the size of the work area.

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{з}}(1-K) / 1 - \xi \eta, \quad (2)$$

$P_{\text{з}}$  – the probability of instant selection of a undisguised object;  
 $K$  – the coefficient of camouflage of the object;  
 $\xi$  – degree of of credibility of erroneous positions;  
 $\eta$  – a number of erroneous positions to one real position.

The National Defence University of Ukraine



**ЙМОВІРНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛІ** 7

$$P_{\text{вб}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i), \quad (3)$$

де:  $N$  – кількість БПЛА, які здійснюють обліт виконавчої зони;  
 $P_i$  – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні  $i$ -м БПЛА.

$$P_{\text{вб}} = 1 - (1 - P_i)^N, \quad (4)$$

де:  $P_i$  – ймовірність виявлення об'єкта у виконавчій зоні одним БПЛА.

$$\rho_{\text{ц}} = n / S_0, \quad (5)$$

де:  $\rho_{\text{ц}}$  – щільність розподілу цілей в робочій зоні;  
 $n$  – кількість потенційних цілей в загальновійськовому формуванні;  
 $S_0$  – розмір зони розташування загальновійськового формування.

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**PROBABILITY OF THE DETECTION OF THE TARGET** 7

$$P_{\text{вб}} = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i), \quad (3)$$

$N$  – number of UAVs, which fly over the work zone;  
 $P_i$  – probability of the detection of the target at the working zone by the  $i$ -th UAV.

$$P_{\text{вб}} = 1 - (1 - P_i)^N, \quad (4)$$

$P_i$  – probability of the detection of the target at the working zone by the one UAV.

$$\rho_{\text{ц}} = n / S_0, \quad (5)$$

$\rho_{\text{ц}}$  – the density of the distribution of targets in the working zone ;  
 $n$  – number of potential targets in a general military unit;  
 $S_0$  – the size of the zone of location of general military unit.

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**РОЗМІР РОБОЧОЇ ЗОНИ** 8

$$S_{\Sigma} = D_{\text{прот}} \cdot L_{\text{ш}}, \quad (6)$$

де:  $D_{\text{прот}}$  – відстань від ближньої до дальньої межі робочої зони;  
 $L_{\text{ш}}$  – ширина області огляду оптичної системи.

$$D_{\text{прот}} = t_{\text{зн}} \cdot V_{\text{вльз}}, \quad (7)$$

де:  $t_{\text{зн}}$  – час знаходження БПЛА в робочій зоні;  
 $V_{\text{вльз}}$  – швидкість польоту БПЛА.

$$t_{\text{зн}} = t_{\text{макс}} - 2t_{\text{вд}}, \quad (8)$$

де:  $t_{\text{макс}}$  – максимальний час знаходження БПЛА в польоті;  
 $t_{\text{вд}}$  – час, польоту БПЛА від точки зльоту до ближньої межі робочої зони.

$$t_{\text{вд}} = D_{\text{вд}} / V_{\text{вльз}}, \quad (9)$$

де:  $D_{\text{вд}}$  – відстань від точки зльоту БПЛА до ближньої межі робочої зони.

$$D_{\text{мед}} \leq D_{\text{пр}}, \quad (10)$$

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**WORK AREA SIZE** 8

$$S_{\Sigma} = D_{\text{прот}} \cdot L_{\text{ш}}, \quad (6)$$

$D_{\text{прот}}$  – distance from the near to the far limit of the working area;  
 $L_{\text{ш}}$  – the width of the viewing area of the optical system.

$$D_{\text{прот}} = t_{\text{зн}} \cdot V_{\text{вльз}}, \quad (7)$$

$t_{\text{зн}}$  – the time the UAV is in the work area;  
 $V_{\text{вльз}}$  – UAV flight speed.

$$t_{\text{зн}} = t_{\text{макс}} - 2t_{\text{вд}}, \quad (8)$$

$t_{\text{макс}}$  – the maximum flying time of the UAV;  
 $t_{\text{вд}}$  – flying time of the UAV from the point of takeoff to the near boundary of the working area .

$$t_{\text{вд}} = D_{\text{вд}} / V_{\text{вльз}}, \quad (9)$$

$D_{\text{вд}}$  – the distance from the UAVs take-off point to the nearest boundary of the working area.

$$D_{\text{мед}} \leq D_{\text{пр}}, \quad (10)$$

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**ВИСНОВКИ** 9

Запропоновані рекомендації щодо оцінки розвідувальних можливостей БПЛА дозволяє врахувати їх роль і місце в системі інформаційного забезпечення противника як під час ведення активних бойових дій так і під час підготовки до них, виявити характер та кількісні показники, що впливають на ефективність системи протиповітряної оборони загальновійськового формування в умовах застосування противником малорозмірних повітряних цілей, а також ґрунтовно врахувати пріоритетність та необхідність вдосконалення системи боротьби з такими цілями.

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

**CONCLUSIONS** 9

The proposed assessment recommendations of the reconnaissance capabilities of UAVs allow to take into account their role and place in the information system of the enemy both during active combat operations and in preparation for them, to identify the nature and quantitative indicators affecting the effectiveness of air defense system the use of small air targets by the enemy, as well as to take into account the priority and the need to improve the system of combating such targets.

The National Defence University of Ukraine  
*національний університет оборони України*

ГЕРАСИМЕНКО Володимир Вікторович (кандидат військових наук)

ТИТАРЕНКО Олександр Іванович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## СКЛАДОВІ КОНЦЕПЦІЇ СИМБІОТИЧНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

*З огляду на досвід застосування пілотованої та безпілотної авіації провідними країнами світу проведено огляд найбільш доцільних складових Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації в сучасних умовах.*

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Оскільки і у пілотованих, і у безпілотних авіаційних комплексів є власні переваги і недоліки, більшість воєнних аналітиків вважають, що в досяжному майбутньому повинні активно розвиватися і застосовуватися як безпілотні, так і пілотовані засоби, доповнюючи один одного в розумному поєднанні в плані їх бойових можливостей. При цьому чим небезпечніше буде обстановка і більше рівень ризику для екіпажів, тим гостріше відчуватиметься необхідність застосування безпілотних літальних апаратів. При визначенні місця безпілотних літальних апаратів (БЛА) в спільній авіаційній групі відзначається, що вони можуть включатися в бойові порядки пілотованої авіації або слідувати з деяким випередженням на дистанції, що не дозволить противнику своєчасно перенести вогонь зенітних засобів на ударні групи пілотованої авіації, що йдуть услід за ними. При підході до об'єктів БЛА повинен першим зробити дорозвідку і виявлення цілей, а також подавати засоби ППО і завдати по них ударів малопотужними боєприпасами до підходу пілотованих літаків з потужнішими засобами ураження.

За результатом проведеного аналізу тактико-технічних можливостей БЛА, узагальнення накопиченого досвіду застосування пілотованої і безпілотної авіації і думок фахівців з перспектив їх використання пропонуються наступні складові Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації та виділити їх пріоритетний порядок залежно від цільових завдань (рис. 1), впорядкований по мірі убування того ефекту, який може бути досягнутий в результаті спільного застосування пілотованої і безпілотної авіації.

Складова № 1. Використання спільних авіаційних груп для розвідки і виявлення цілей в умовах протидії ППО противника. При виконанні цього завдання на розвідувальні БЛА у складі спільної авіаційної групи покладається ведення глобального всепогодного спостереження за потенційним противником з наступною передачею розвідувальних даних на наземні системи або пілотовані ЛА.

Сьогодні США і інші провідні країни світу вже мають в розпорядженні великий та різноманітний парк розвідувальних апаратів, які, на думку експертів, добре зарекомендували себе у воєнних

конфліктах. Еволюція розвідувальних БЛА багато в чому була обумовлена розвитком пілотованих літаків-розвідників, їх устаткування і виконуваних екіпажами завданнями. Наприклад, на момент закінчення корейської війни усі розвідувальні засоби воєнно-повітряних сил поділялися на стратегічні і тактичні. Стратегічними розвідувальними засобами були переобладнані транспортні літаки і бомбардувальники. До тактичних засобів передусім відносилися винищувачі, обладнані розвідувальною апаратурою. Тактичні розвідувальні літаки вирішували завдання тактичної і стратегічної розвідки. Наприклад, літаки F-5 вели розвідку в інтересах наземних підрозділів, а також забезпечували розвідданими коаліційне авіаційне командування при розробці планів завдання бомбових ударів.

Радіотехнічна розвідка (РТР) зароджувалась як один з видів стратегічної розвідки в роки Другої світової війни і залишалася в цій якості до середини 50-х років. До літаків РТР належав RB-50. Ситуація змінилася в період в'єтнамської війни з появою перших модифікацій літака RC-135, який забезпечував даними тактичної розвідки ударну авіацію.

Після 1972 року, коли на перший план висунулися стратегічні завдання, перед ВПС США була поставлена мета стримувати потенційного противника. Обсяги тактичної розвідки скоротилися – вона велася лише в ході навчань, а також бойових дій в Лівії і Гренаді. Операції “Щит пустелі” і “Буря в пустелі” в зоні Перської затоки (1990-1991 р.р.) стали поворотним моментом в історії розвитку авіаційних засобів розвідки і спостереження в цілому, і літака RC-135 зокрема. Із закінченням “холодної війни” зникла необхідність ведення широкомасштабної стратегічної розвідки.

У 1990-х роках змінився характер завдань, що виконуються літаками RC-135 “Rivet Joint”. До 1999 року 53 % їх бойових вильотів здійснювалися в інтересах наземних підрозділів і лише 13 % – з метою ведення стратегічної розвідки. В ході операцій НАТО на Балканах, а також дій із заборони польотів авіації противника в повітряному просторі Іраку довелося вирішувати нові завдання, що привело до зміни принципів ведення тактичної РТР. Крім того, було випробуване і прийняте на озброєння устаткування для передачі даних. Спочатку інформація з RC-135

передавалася на наземну станцію управління за допомогою засобів радіотелефонного зв'язку в межах прямої видимості. У 1990-х роках для цих

цілей стали використовуватися спеціалізовані канали передачі даних.

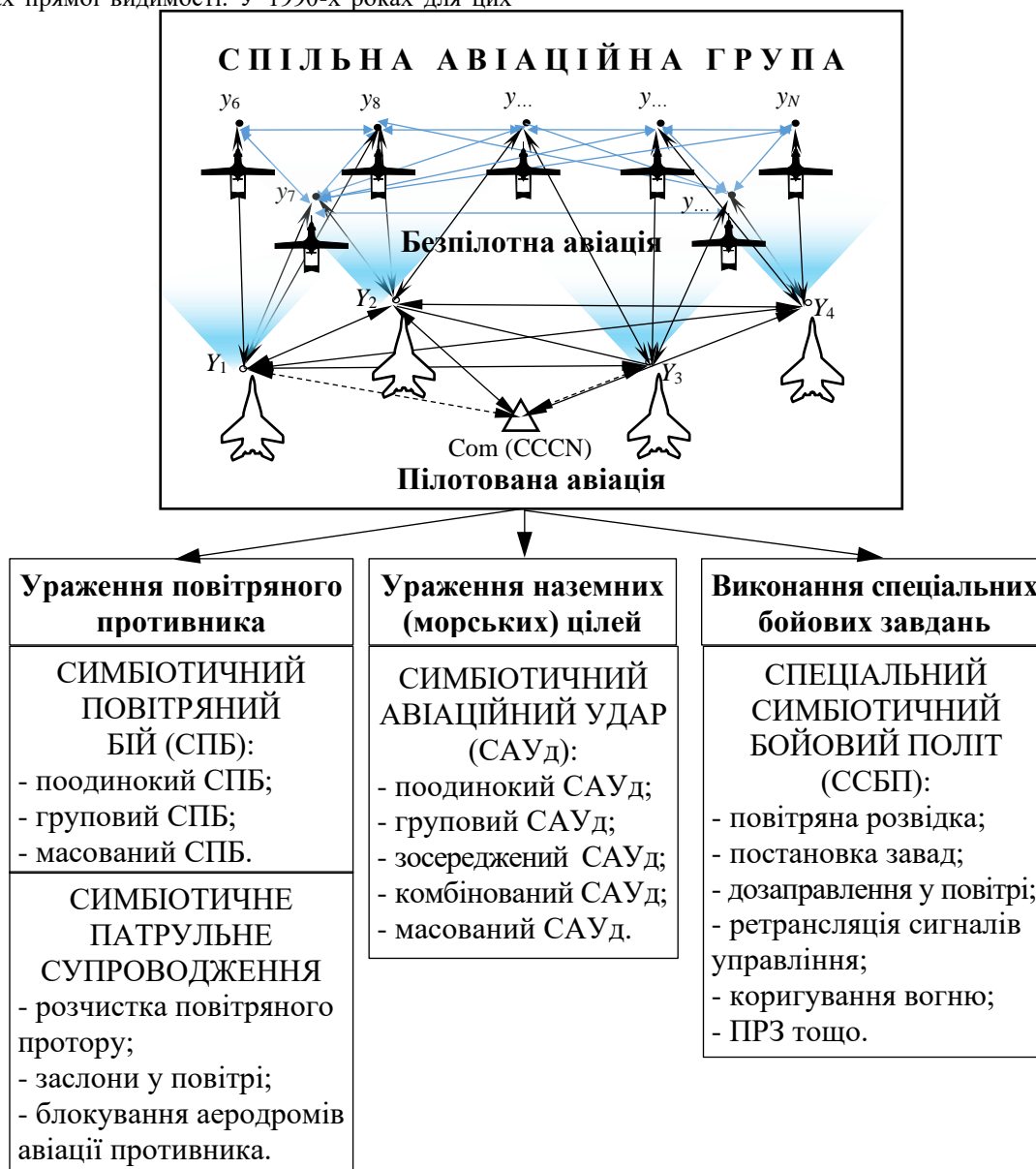


Рис. 1. Перелік цільових завдань застосування спільних авіаційних груп

Видова розвідка, як і РТР, пройшла певний шлях розвитку. Основними літаками, що здійснювали її були RF-101 і RF-4. Екіпажі літаків RF-4 в ході в'єтнамської війни виконували і стратегічні, і тактичні завдання. Зокрема, з території Північного В'єтнаму ці літаки передавали зображення місць дислокації і бойових порядків сил противника, а в південній частині країни і Лаосі відстежували пересування наземних підрозділів противника. На території Лаосу, окрім рішення завдань тактичної розвідки, екіпажі RF-4 виконували перехоплення літаків противника. Результати аналізу отриманих знімків передавалися командуванню через декілька годин після повернення літака на базу.

Через недосконалість технологій ударні літаки, як правило, могли завдавати ударів по цілях лише через декілька годин або днів після їх виявлення

або вони уражали об'єкти, що були виявленні в ході бойових дій. Нові можливості для ведення телевізійної розвідки відкрилися у 80-х роках з обладнанням висотного розвідувального літака U-2 оптичною апаратурою спостереження. Використання супутникового зв'язку призвело до того, що штаби керівництва операціями стали розташовуватися на значному віддаленні від театру воєнних дій, а з 1996 року – на континентальній частині США. Удосконалення технологій в цій царині скоротило час на обробку відеозображень, отримуваних з U-2, до 30 хвилин і менше. В ході операції коаліційних сил в Косово було покладено початок оперативного цілевказання, яке велося за допомогою висотних засобів телевізійної розвідки. Часто удари завдавалися по цілях, координати яких ударний літак отримував після зльоту з аеродрому.

На Балканах уперше був застосований БЛА RQ-1 “Predator”, який передавав телевізійне зображення виконуючи польоти над територією противника.

Досвід, отриманий в ході операції “Непохитна свобода” в Афганістані, дозволив фахівцям розробити нові принципи застосування БЛА “Predator”. Вони стали вести спостереження і розвідку безпосередньо в інтересах об’єданого центру управління повітряними операціями (ЦУПО). В більшості випадків ці БЛА піднімалися в повітря не маючи конкретного завдання – визначалися тільки район спостережень і діапазон частот передачі зібраної розвідувальної інформації.

Обстановка, що динамічно змінюється, на театрі воєнних дій ускладнює вибір об’єктів спостереження перед бойовим вильотом БЛА. У зв’язку з цим вкрай важливо, щоб план і замисел командування своєчасно доводилися до підлеглих в ланцюзі управління, що дозволить операторам БЛА і офіцерам ЦУПО діяти згідно обстановки. Десять років по тому, після завершення бойового вильоту розвідувального літака дані видової розвідки і РТР, як правило, розміщувалися в одній з численних баз даних. Проте в сучасних умовах необхідно, щоб оперативна розвідувальна інформація передавалася конкретному адресатові в режимі реального часу. Процес передачі даних, особливо відеоданих, є досить складним. Фахівці провели випробування і оснастили БЛА “Predator” устаткуванням лінії передачі даних в межах прямої видимості, за допомогою якого наземні підрозділи отримували необхідні відеозображення. Для прискорення обміну інформацією були введені в експлуатацію наземні приймачі, такі, як ROVER (Remote Operations Video Enhanced Receiver), які забезпечували передачу відеоданих з БЛА “Predator” безпосередньо в кабіну екіпажу літака сил спеціальних операцій AC-130. В ході воєнної операції ЗС США в Іраку в арсеналі засобів розвідки і спостереження ВПС США з’явився висотний БЛА RQ-4A “Global Hawk”. До характерних особливостей цієї операції відносять: інтенсивне використання авіації, ведення бойових дій наземними угрупованнями із застосуванням звичайного озброєння, широкомасштабне застосування сил спеціального призначення, а також ураження раптово виникаючих мобільних цілей. БЛА “Predator” продовжували вирішувати завдання, аналогічні тим, що виконувалися в ході афганської операції: здійснювали збір розвідувальних даних для знищення конкретних цілей і надавали інформаційну підтримку діям наземних сил.

Застосування БЛА “Global Hawk” мало свої особливості. Практична стея і можливості розвідувальної апаратури цього БЛА порівняні з аналогічними показниками літака U-2. У кінці березня 2003 року БЛА “Global Hawk” піднявся у повітря для ведення спостереження за 30 потенційними цілями бомбового удару в м. Багдад. Проте через ускладнення, що виникли в процесі обробки і передачі даних, розвідувальні відомості були отримані із затримкою. В ході виконання

наступного завдання дії БЛА “Global Hawk” узгоджувалися за часом з діями тактичних винищувачів, які придушували систему ППО і знищували об’єкти в районі іракської столиці. У квітні 2003 року в ході одного з бойових вильотів БЛА “Global Hawk” взаємодіяв з системою перевірки стану боєготовності сил і засобів сповіщення і передачі повідомлень SCARS (Status Control Alert Reporting System), виявляв цілі в заданому районі і передавав їх координати на ударні літаки. Пізніше БЛА “Global Hawk” стали застосовуватися для виявлення цілей в заданому районі за 2 години до початку розвідки за допомогою бойових літаків. Відеозображення і координати цілей поступали в ЦУПО протягом 90 хвилин після вильоту БЛА з бази. Отримані дані по каналу “Link-16” передавалися на літаки через систему SCARS.

В ході підготовки до чергового конфлікту фахівці ВПС США припускають використовувати свої розвідувальні засоби в повному обсязі. Так, U-2 виконуватимуть завдання виявлення цілей для ударних засобів, БЛА “Global Hawk” – взаємодіяти з ударними літаками у рамках придушення системи ППО противника, а також вести спостереження в інтересах підрозділів спеціального призначення. “Rivet Joint” намічається залучати при вирішенні усіх вищеперелічених завдань. На думку воєнних експертів, повна інтеграція даних, що отримуються від усіх видів розвідувальних засобів, в єдиний інформаційний простір дозволить забезпечити цілевказання літакам в режимі реального часу. При цьому зв’язок між різними розвідувальними засобами об’єднаними в єдину мережу, здійснюватиметься за допомогою інтерфейсу “машина – машина”.

**Складова № 2. Застосування спільних авіаційних груп для вирішення ударних завдань.** Ще один пріоритетний напрям використання спільних авіаційних груп – удари по наземних об’єктах. Можна виділити декілька сценаріїв їх застосування залежно від того, як розподіляються функції пілотованих і безпілотованих ЛА у складі спільної авіаційної групи [2.2].

**Сценарій № 1:** БЛА розвідують і позначають цілі, а керовані АЗУ застосовуються з пілотованих ЛА. При цьому на БЛА покладаються завдання безпосереднього цілевказання високоточним системам озброєння і контролю результатів ударів. Для цього можуть використовуватися висотні розвідувальні БЛА типу RQ-4 “Global Hawk” (США) і “Eagle” (європейський концерн EADS) з практичною стелею більше 20 км і тривалістю польоту не менше доби, але за умови встановлення на них потужніших РЛС, ГЧ-апаратури і засобів радіотехнічної розвідки. При необхідності тривалого безперервного контролю за обстановкою ці БЛА можуть постійно знаходитися над заданим районом із зміною апаратів в повітрі.

**Сценарій № 2.** У складі спільної авіаційної групи використовуються ударні БЛА, оснащені високоточними авіаційними засобами ураження (АЗУ), наведення яких здійснюється оператором,



що знаходиться на борту пілотованого ЛА. При цьому на ударні БЛА у складі спільної авіаційної групи покладаються два основних завдання: перше – придушення ППО ключових воєнно-економічних об'єктів противника; друге – вибіркове ураження самих об'єктів залежно від ступеня їх важливості. З подальшим поліпшенням точнісних характеристик озброєння як цілі для БЛА можуть призначатися малорозмірні об'єкти інфраструктури (мости, переправи, командні пункти тощо).

Про можливість практичної реалізації подібного сценарію свідчать результати льотних випробувань БЛА RQ-1A “Predator” зі встановленими на ньому керованими ракетами AGM-114 “Hellfire” (на полігоні ракети уразили 12 з 16 цілей,  $P_{yp} = 0,75$ ). Відомі результати використання декількох БЛА “Predator” в ударному варіанті (з позначенням MQ-1) у бойових діях США в Афганістані, де вони продемонстрували високу точність ударів. Як приклад, неодноразово наводилось нанесення удару по одній з кабульських будівель, причому не по будівлі в цілому, а по вікнах тих номерів, в яких знаходилися терористи.

Сценарій застосування ударних БЛА отримав подальший розвиток з початком більш глибоких досліджень за програмою UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle), кінцевим результатом якої стане створення бойових БЛА. Поки ж розробники сценарію орієнтуються на експериментальні UCAV X-45 (замовник – міністерство ВПС США) і X-47 (ВМС) з максимальним радіусом дії 1660 км та керованими авіаційними бомбами і ракетами на борту БЛА. При розробці основ бойового застосування ударних БЛА воєнні аналітики передбачають наступну послідовність їх дій:

- політ в заданий район;
- пошук об'єктів;
- передача на пілотований ЛА зображень для ідентифікації цілей;
- ураження цілей по команді оператора з пілотованого ЛА;
- повернення до місця базування.

Удари передбачається завдавати з великих висот, на яких БЛА менш уразливі для ППО противника. Після завдання ударів БЛА можуть продовжувати політ на заданій висоті для збору інформації або чекати команди операторів для ударів по інших об'єктах. Можуть бути і інші варіанти, наприклад, при високій невизначеності обстановки знаходження в зоні патрулювання з наступною посадкою на базу, якщо необхідності в ударах не виникне. Реакція експертів на можливість подібного сценарію застосування спільних авіаційних груп неоднозначна. Частина експертів сумніваються в перспективах його практичної реалізації, оскільки у рамках такого сценарію бойові можливості БЛА завищені навіть з урахуванням перспектив розвитку. Вони стверджують, що, отримавши функції ударних засобів завдяки оснащенню боеприпасами і прицільною апаратурою, БЛА втрачають такі позитивні якості, як малі габарити і висока маневреність. Інші експерти, навпаки, вважають,

що прогрес в області розвитку безпілотної авіації робить подібний сценарій абсолютно реалістичним.

Основною перешкодою на шляху використання ударних БЛА у складі спільних авіаційних груп залишаються недостатні надійність систем управління БЛА і точність наведення на ціль. Тому головні технічні проблеми створення ударних БЛА – це розробка бортового устаткування і експертних систем, в яких застосовуватимуть системи зі “штучним інтелектом”. Основними вимогами до ударних БЛА вважаються: підвищення маневреності і міцності конструкції; можливість розміщення АЗУ, прицільного устаткування; тактичний радіус (достатній для досяжності віддалених об'єктів); здатність функціонувати у рамках Загального простору управління та взаємодії (ЗПУВ). У зв'язку з цим відзначається прагнення авіабудівних фірм звести воєдино в безпілотний розвідувально-ударний багатоцільовий комплекс різне устаткування призначене для виконання завдань розвідки (включно спостереження і виявлення цілей), створення перешкод радіо- і радіотехнічним засобам противника, придушення його ППО, завдання ударів по наземних цілях. Зрозуміло, що реалізація цього великого кола завдань на одному апараті вимагає встановлення різноманітного устаткування, масогабаритні характеристики якого значно перевищуватимуть конструктивні можливості комплексу. Одним з найбільш реальних шляхів вирішення цієї проблеми є створення багатоцільових БЛА із змінними модулями відповідного призначення. Наприклад, в розвідувальному варіанті БЛА оснащуються телекамерами, ГЧ-станціями, у варіанті постановників перешкод – станціями радіоелектронної розвідки, передавачами активних перешкод, контейнерами з автоматами скидання дипольних відбивачів, а в ударному – засобами наведення (ГЧ-станція переднього огляду, РЛС) і ураження цілей.

**Складова № 3. Участь спільних авіаційних груп у придушенні системи ППО.** Операцію придушення системи протиповітряної оборони (ППО) виконують групи БЛА, озброєні керованою високоточною зброєю. Управління групами БЛА здійснюється операторами, що знаходяться на борту пілотованих літаків тактичної авіації, які йдуть за групами БЛА на віддалені, що забезпечує стійкий зв'язок і можливість обміну даними з БЛА по багатоканальних лініях зв'язку.

Цей напрям застосування спільних авіаційних груп за своєю суттю є неодмінною складовою Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації і розробляється відносно перспективних ешелонуваних, багатощарових систем ППО. На думку експертів, такі системи представлятимуть серйозну небезпеку для БЛА ще на далеких підступах до об'єктів, а для пілотованої авіації можуть виявитися взагалі непереборними. Вирішальним чинником невразливості БЛА в зонах ППО є скритність

польоту за рахунок їх малої помітності в оптичному, інфрачервоному і інших діапазонах електромагнітного спектру, що досягається за допомогою використання технологій “стелс”. Мала уразливість БЛА буде забезпечена за рахунок дій на великих висотах польоту, завдяки здатності створювати перешкоди засобам ППО, уражати їх, а також, реагуючи на протидію противника, певні ділянки маршруту долати в автономному режимі без ввімкнення бортової апаратури на випромінювання. Є у цього напрямку і інший аспект. Якщо протидія системи ППО буде настільки потужна, що практично не залишиться жодних шансів на успіх, то останнім шансом може бути масований запуск БЛА з щільністю нальоту, що перевищує швидкість реакції засобів системи ППО для його відбиття, з метою викликати вогонь на себе і виснажити запаси зенітних керованих ракет противника. Мова йде не стільки про подолання, скільки про провокацію системи ППО противника. За результатами імітаційного моделювання, втрати сторони, що нападає можуть скласти до 50 % БЛА, але при цьому буде забезпечений гарантований проліт пілотованої авіації спільної авіаційної групи до цілей. Пілотована авіація в цьому випадку перетворюється на ефективного носія високоточної зброї або в “підношувача боеприпасів”.

**Складова № 4. Застосування спільних авіаційних груп в інтересах радіоелектронної боротьби (РЕБ).** Цей напрям розглядається у Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації та є орієнтованим на приведення в небоготовий стан систем управління військами та зброєю противника.

В умовах гострого інформаційного протиборства, коли кожна із сторін прагнучим випереджувати іншу і завдати їй максимального інформаційного збитку, БЛА належить брати участь в масованому радіоелектронному придушенні об'єктів противника і тим самим збільшити для нього невизначеність обстановки. При виявленні радіовипромінюючих об'єктів такі апарати повинні визначати їх приналежність і координати, які відразу ж вносяться в системи самонаведення керованих ракет, а потім уражати виявлені цілі або придушувати їх перешкодами. При цьому, враховуючи наявність на театрі воєнних дій Загального простору управління та взаємодії, можна звести до мінімуму або взагалі не використовувати бортові датчики апаратів, а забезпечувати БЛА інформацією про навколишнє оточення через канали обміну даними від супутників, наземних джерел або передавати їм дані, що формуються устаткуванням пілотованого ЛА.

**Складова № 5. Використання спільних авіаційних груп для відбиття нальоту повітряного противника.** У Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації БЛА пропонується використовувати в якості винищувачів, управління якими здійснюється з борту пілотованих винищувачів зі складу спільної авіаційної групи.

ВМС США пропонує використовувати БЛА як літак-винищувач палубного базування в системі ППО авіаносної корабельної групи (АКБ). Управління групами БЛА пропонується виконувати з командного центру системи ППО (АКБ) і літаків ДРЛВУ палубного базування, що входять до складу системи ППО АКГ.

**Складова № 6. Застосування спільних авіаційних груп для супроводу ударних сил.** Цю задачу можуть вирішувати групи БЛА як винищувачі супроводу. Управління ними може здійснюватися зі складу групи ударних пілотованих літаків, що прикриваються ними, або з борту винищувачів, що прикривають ударні літаки.

### Висновок

Ієрархія перерахованих вище варіантів симбіотичного бойового застосування спільних груп пілотованої та безпілотної авіації, що пропонується у якості складових Концепції симбіотичного бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації, є попередньою і повинна уточнюватися за критерієм “ефективність-вартість”. Вважається, що в найближчі 15-20 років БЛА не зможуть замінити пілотовану тактичну авіацію, але їх спільне застосування розширить можливості тактичної авіації і технології її застосування, підвищить ефективність і знизить втрати льотного складу [2.3].

Застосування БЛА при вирішенні вищеперелічених завдань припускає спільне застосування груп пілотованих ЛА і БЛА. На пілотовані ЛА, що виконуватимуть функції пунктів управління БЛА, покладатимуться завдання інформаційної підтримки, контролю за виконанням бойового завдання, управління БЛА і їх озброєнням в ситуаціях, що вимагають участі (втручання) людини. За результатами проведених досліджень [2.4] встановлено, що оператор, що знаходиться на борту тактичного літака, зможе забезпечити застосування 2-4 БЛА при досконалому Загальному просторі управління та взаємодії і наявності систем інтелектуальної підтримки рішення. Вибір конкретної схеми інформаційної взаємодії пілотованих і безпілотних ЛА, діючих у складі спільної авіаційної групи, безпосередньо залежить від прийнятої стратегії групового управління.

### Список використаних джерел

1. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / Под редакцией М.Н. Красильщикова и Г.Г. Себрякова. — М.: Физматлит. 2009.
2. Красильщиков М.Н., Ким Н.В., Саблин Ю.А. Основы проектирования бортовых информационно-управляющих комплексов летательных аппаратов». — М.: Изд-во МАИ. 2003.
3. Бортовые информационно-управляющие средства оснащения летательных аппаратов / Под редакцией М.Н. Красильщикова. — М.: Изд-во МАИ. 2003.
4. Бортовые экспертные системы тактических самолетов 5-го поколения (Аналитический обзор по материалам зарубежной печати) / Под общей редакцией

академика РАН Е.А.Федосова. – М.: Научно-информационный центр ГосНИИАС. 2002.

5. Capstone Concept for Joint Operations version 3.0 (Концепция проведения объединенных операций ВС США). Department of Defense USA. 2009.

6. The National Military Strategy of the United States of America. A Strategy for Today; A Vision for Tomorrow (Национальная военная стратегия США). Department of Defense USA. 2009.

7. Joint Operating Environment Challenges and implications for future joint force (Объединенное оперативное пространство), United States Joint Forces Command. 2008.

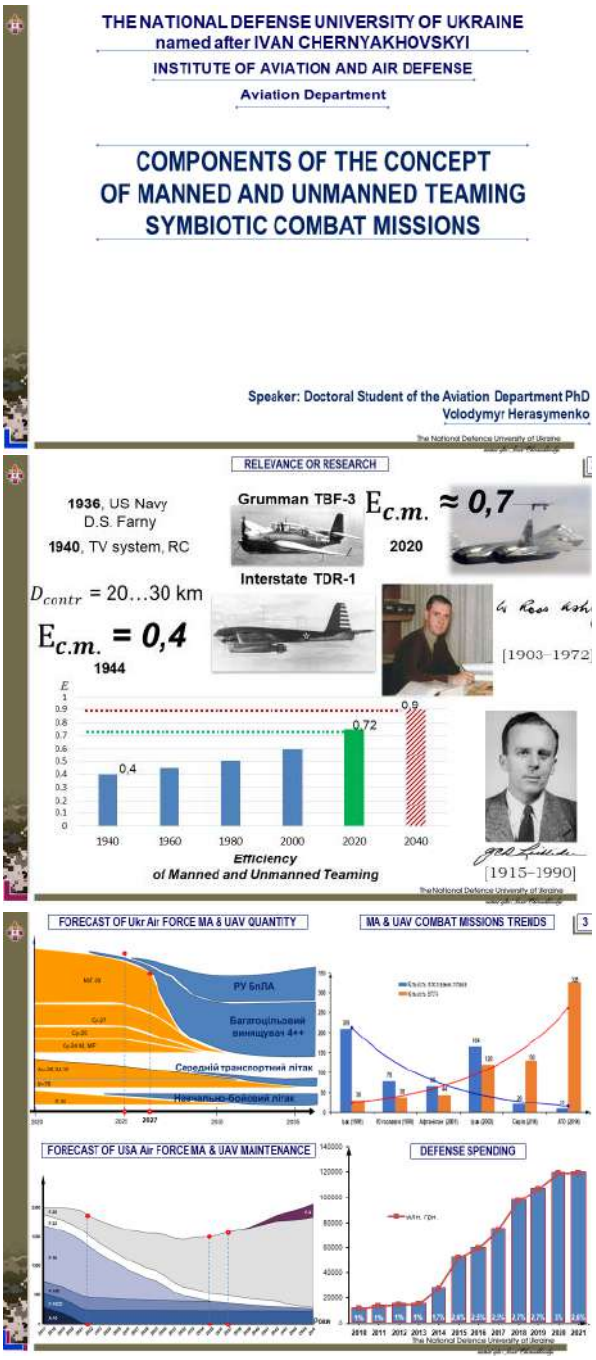
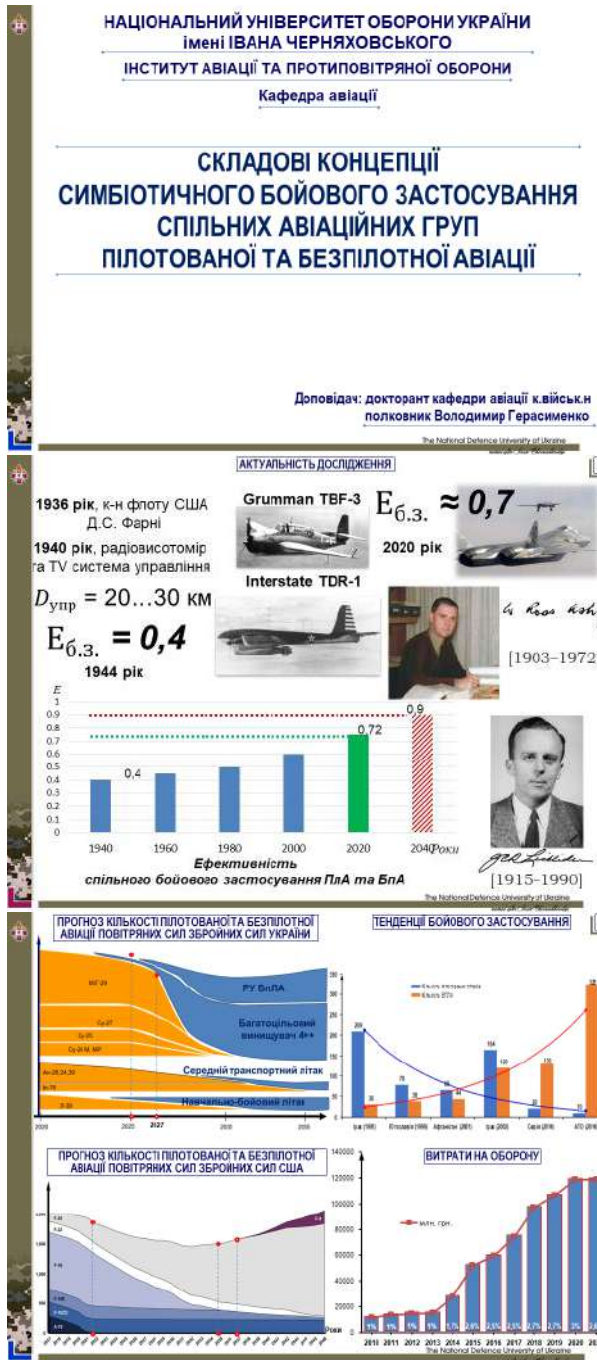
8. Базлев Д.А., Евдокименков В.Н., Ким Н.В., Красильщиков М.Н. Концепция построения бортовой информационно-экспертной системы поддержки действия летчика в особых ситуациях полета // Вестник информационных и компьютерных технологии. 2007. №1.

9. Базлев Д.А., Евдокименков В.Н., Красильщиков М.Н. Построение характеристических множеств для индивидуально-адаптированной поддержки летчика при выполнении типовых полетных режимов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. №4. – С. 97-108.

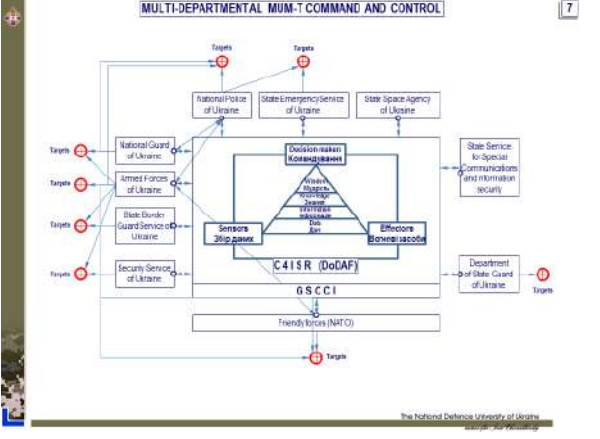
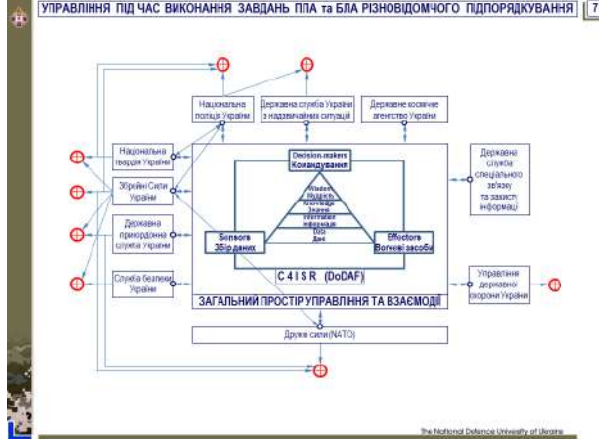
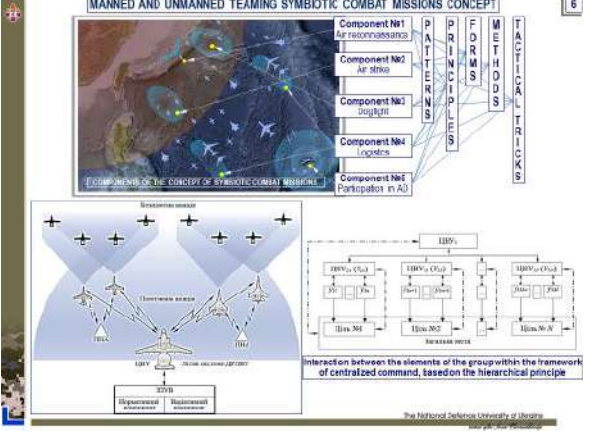
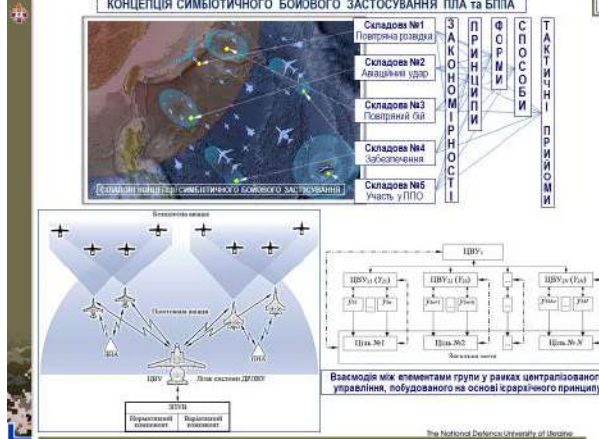
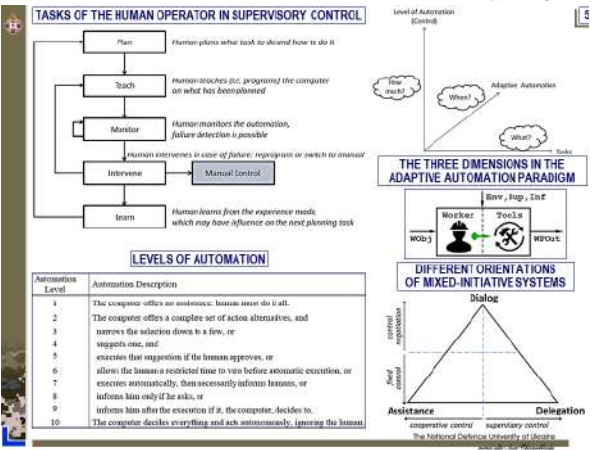
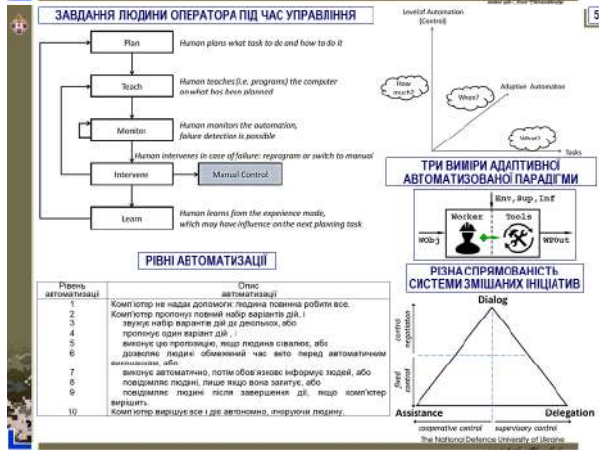
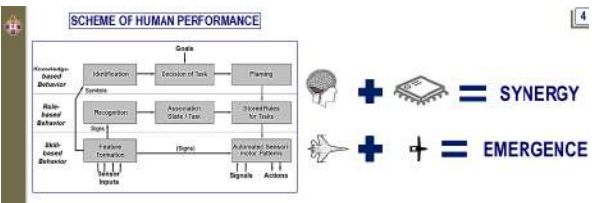
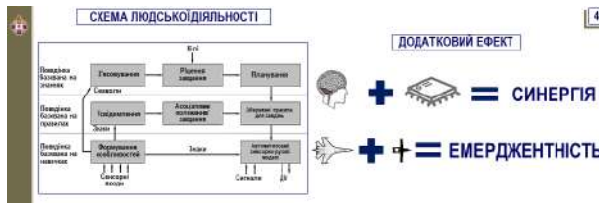
10. Bazlev D.A., Evdokimenkov V.N., Krasil'shchikov M.N. Construction of Characteristic for Individually Adapted Pilot Support in Typical Flight Regimes / I Journal of Computer and Systems International. 2008. Vol. 47. No 4. – Pp. 591-602.

11. Азов В. О реализации в США концепции ведения военных действий в едином информационном пространстве // Зарубежное военное обозрение. 2004. №6.

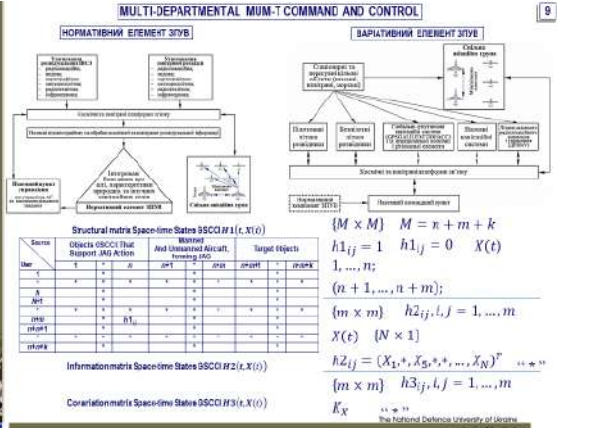
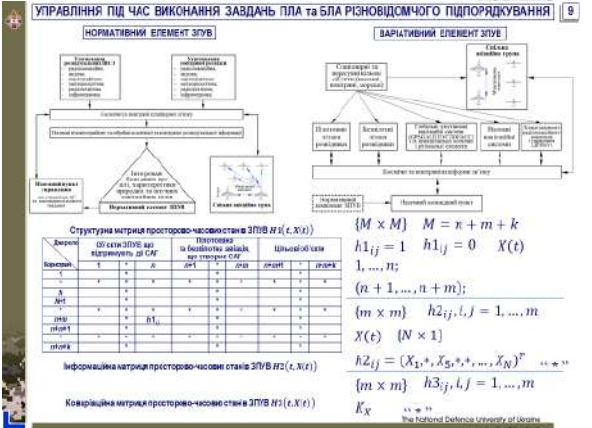
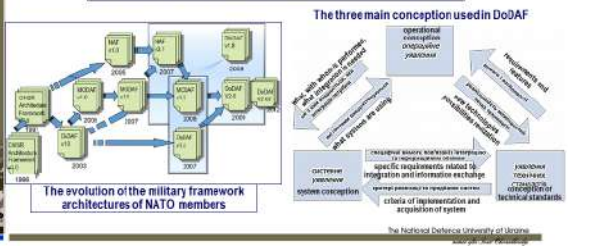
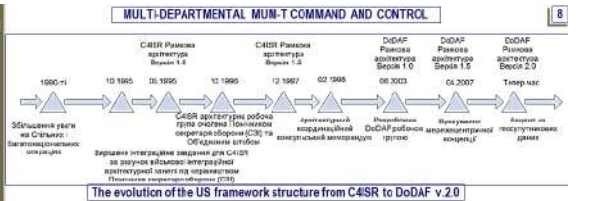
12. Дрейзин Б.Э. Типизация задач и методы анализа и поддержки принятия решений в геоинформационных автоматизированных системах управления // Информационные технологии. 2003. №3. – С. 2-8.











**КРИТЕРІЙ ВИМОГ ДО ЗАГАЛЬНОГО ПРОСТОРУ УПРАВЛІННЯ ТА ВЗАЄМОДІЙ**

$$h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} > 0 \quad (1.1)$$

$$(h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il}) \rightarrow \max_{i,j,k,l} \quad (1.2)$$

$$h_{1ij} = 0 \quad (1.3)$$

$$(i', j') = \arg \max_{\substack{i=1, \dots, n+m+k \\ j=n+1, \dots, n+m+k}} (h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il}) \quad (1.4)$$

$$\overline{h_{2ij}} = h_{1ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} h_{2il} \quad (1.5)$$

$$\overline{h_{2ij}}^T X^* \geq X^T X^* \quad (1.6)$$

$$\overline{h_{2ij}}^T X^* \rightarrow \max \quad (1.7)$$

$$(h_{1ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} h_{2il})^T X^* \rightarrow \max_{\substack{k=1, \dots, n \\ l=n+1, \dots, n+m}} \quad (1.8)$$

$$(h_{1ij} W_{ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} W_{ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} W_{il} h_{2il})^T X^* \rightarrow \max_{\substack{k=1, \dots, n \\ l=n+1, \dots, n+m}} \quad (1.9)$$

**CRITERIA OF REQUIREMENTS FOR THE GENERAL SPACE OF COMMAND CONTROL AND INTERACTION**

$$h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} > 0 \quad (1.1)$$

$$(h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il}) \rightarrow \max_{i,j,k,l} \quad (1.2)$$

$$h_{1ij} = 0 \quad (1.3)$$

$$(i', j') = \arg \max_{\substack{i=1, \dots, n+m+k \\ j=n+1, \dots, n+m+k}} (h_{1ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il}) \quad (1.4)$$

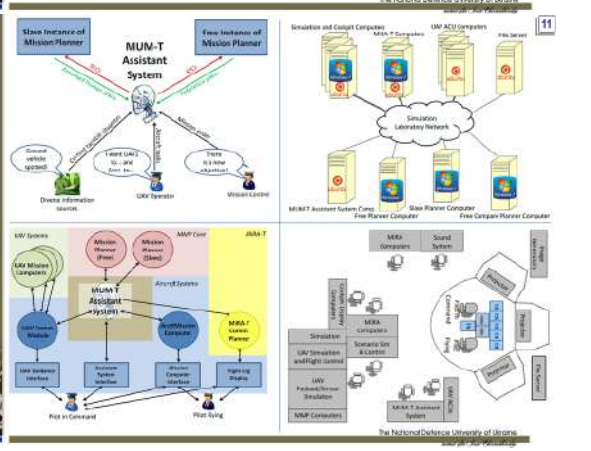
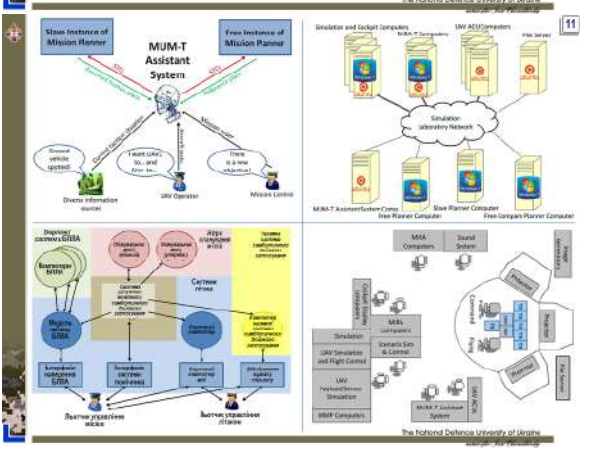
$$\overline{h_{2ij}} = h_{1ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} h_{2il} \quad (1.5)$$

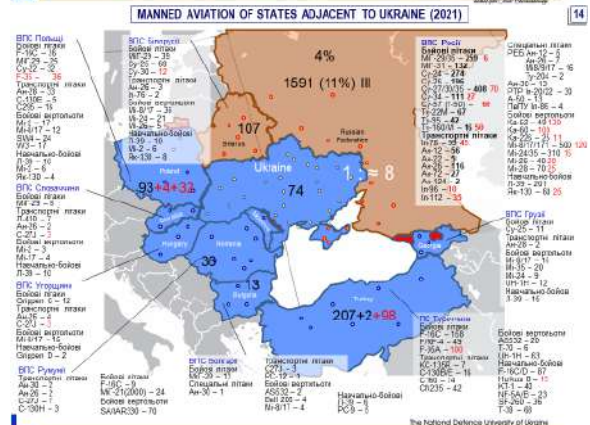
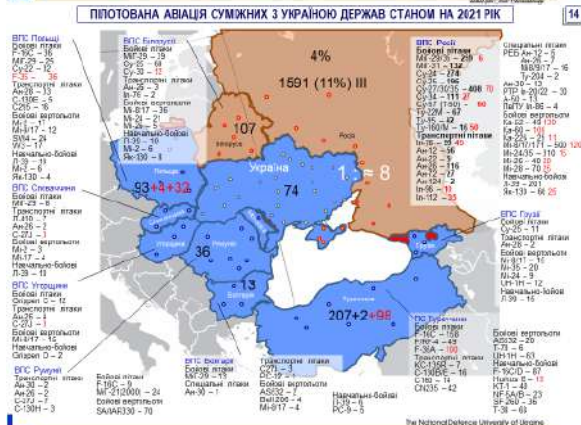
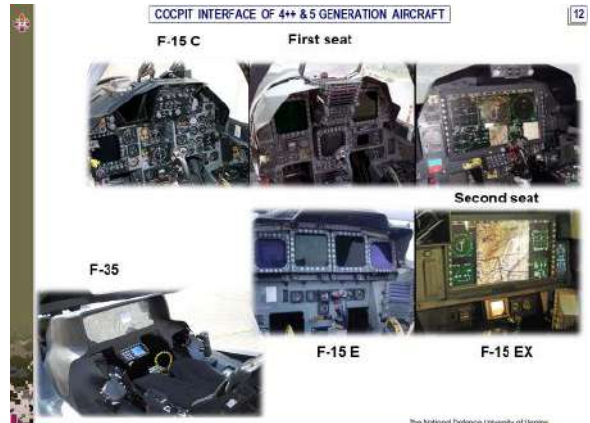
$$\overline{h_{2ij}}^T X^* \geq X^T X^* \quad (1.6)$$

$$\overline{h_{2ij}}^T X^* \rightarrow \max \quad (1.7)$$

$$(h_{1ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} h_{2il})^T X^* \rightarrow \max_{\substack{k=1, \dots, n \\ l=n+1, \dots, n+m}} \quad (1.8)$$

$$(h_{1ij} W_{ij} h_{2ij} + \sum_{k=1}^n h_{1kj} h_{1ik} W_{ik} h_{2ik} + \sum_{l=1}^{n+m} h_{1lj} h_{1il} W_{il} h_{2il})^T X^* \rightarrow \max_{\substack{k=1, \dots, n \\ l=n+1, \dots, n+m}} \quad (1.9)$$





- ВИСНОВКИ**
1. КОНЦЕПЦІЯ СИМБІОТИЧНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ЦІЛКОМ ПРИЙНЯТНА ДЛЯ СЬОГОДІШНЬОГО СТАНОВИЩА ПОВІТРЯНИХ СИЛ.
  2. ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ СИМБІОТИЧНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ НЕОБХІДНО ВПРОВАДЖЕННЯ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУМІСНО З СИСТЕМАМИ УПРАВЛІННЯ КРАЇН-ПАРТНЕРІВ.
  3. ГЕОСТРАТЕГІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ УКРАЇНИ ПОЛІТИЧНА ОБСТАНОВКА У СВІТІ ДОЗВОЛЯЮТЬ ЗАЛУЧИТИ ІНОЗЕМНІ ІНВЕСТИЦІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ КОНЦЕПЦІЇ СИМБІОТИЧНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ.
  4. НЕОБХІДНО ЦІЛКОМ ПЕРЕГЛЯНУТИ ПІДХОДИ ДО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ, озброєння ТА ВІСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ, ПІДГОТОВКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ.
  5. РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ СИМБІОТИЧНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ДОЗВОЛИТЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВИРІШИТИ ЗАВДАННЯ, ЩО ПОКЛАДЕНІ НА ПІЛОТОВАНУ АВІАЦІЮ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.

- CONCLUSIONS**
1. THE CONCEPTION OF MANNED AND UNMANNED TEAMING SYMBIOTIC COMBAT MISSION QUITE ACCEPTABLE FOR TODAY'S SITUATION.
  2. FOR IMPLEMENT OF THE CONCEPTION OF MANNED AND UNMANNED TEAMING SYMBIOTIC COMBAT MISSION IS NECESSARY IMPLEMENTATION GLOBAL SYSTEM OF COMMAND AND CONTROL, COMPATIBILITY TO PARTNER COMMAND SYSTEMS.
  3. GEOSTRATEGIC POSITION OF UKRAINE, POLITICAL SITUATION IN THE WORLD ALLOWS TO ATTRACT FOREIGN INVESTMENT FOR IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT THE CONCEPTION OF MANNED AND UNMANNED TEAMING SYMBIOTIC COMBAT MISSION.
  4. IT IS NEED TO COMPLETELY REVISED DECISIONS TO COMBAT MISSION, ARMAMENTS AND MILITARY EQUIPMENT, PERSONNEL TRAINING.
  5. IMPLEMENT OF THE CONCEPTION OF MANNED AND UNMANNED TEAMING SYMBIOTIC COMBAT MISSION WILL ALLOW IN MODERN SITUATION TO SOLVE THE MISSION OF UKRAINIAN AIR FORCE MUNIAD AVIATION.



**САЛІЙ Анатолій Григорович** (кандидат військових наук, доцент)  
**КОРОТІН Сергій Михайлович** (кандидат технічних наук, доцент)  
**БІЛЯВСЬКИЙ Богдан Анатолійович** (кандидат військових наук)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УДАРНОЇ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ІМОВІРНОГО ПРОТИВНИКА. КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ УДАРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

Авторами статті проведено аналіз робототехнічних систем військового призначення, які потенційно можуть впливати на зниження бойових втрат та витрат, змінити систему поглядів на стратегію і тактику ведення сучасних війн. З'ясовано, що провідними країнами світу активно розвиваються безпілотні авіаційні платформи, які здатні практично без втрат особового складу виконувати з високим рівнем ефективності бойові завдання. В статті проведено аналіз застосування ударних безпілотних літальних апаратів у військових конфліктах у Нагорному Карабасі та Сирійській Арабській республіці.

На підставі проведеного аналізу визначена мета – розглянути тенденції розвитку ударної безпілотної авіації імовірного противника. Запропонувати критерій оцінювання ефективності бойового застосування сучасних УБпЛА, використання якого дозволить у подальшому здійснювати моделювання бойових дій та враховувати долю участі ударних безпілотних літальних апаратів у взаємодії з пілотованою авіацією.

Наведені відомості та основні тактико-технічні характеристики перспективних УБпЛА, які найближчим часом очікується отримати в збройних силах Російської Федерації (РФ). Автори представили для порівняння з російськими безпілотниками існуючі зразки ударних безпілотних літальних апаратів, що знаходяться на озброєнні у США.

У результаті дослідження встановлено, що Російські багатоцільові безпілотні літальні апарати з 2021 року потенційно зможуть самостійно вести повітряну розвідку і вражати об'єкти противника високоточними боеприпасами в оперативній та стратегічній глибині. Зростаюче панування у повітрі дронів, активне застосування і "інтелектуалізація" ударно-розвідувальних безпілотників у взаємодії з угрупованнями космічних сил, сухопутних військ, авіації, військово-морських сил стають незворотною тенденцією. Автори статті запропонували підхід в оцінці ефективності застосування безпілотних літальних апаратів за критерієм "ефективність-вартість".

Зроблено висновок, що хід і результат війн у недалекому майбутньому стануть залежати від ефективності бойових робіт із штучним інтелектом, який сьогодні інтенсивно формується та вдосконалюється у всіх сферах застосування. Роботизовані дрони закономірно беруть на себе все більше функцій пілотованої авіації.

**Ключові слова:** робототехнічні системи, ударні безпілотні літальні апарати, критерій ефективності застосування

**Постановка проблеми.** Тривалий час у провідних країнах світу робототехнічні системи військового призначення не розглядалися в якості систем озброєння, здатних впливати на результат збройної боротьби. Незважаючи на вражаючі результати окремих випадків застосування, їх місце в системі озброєння було таке, що вони в принципі не могли претендувати на роль фактора, який міг би привести до зниження бойових трат та витрат, змінити систему поглядів на стратегію і тактику ведення війн [14, 17, 28].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Після проведеного авторами аналізу наведених у [3, 9, 23-26] результатів тривалої експлуатації безпілотної авіаційної техніки з'ясувалося, що жодне з очікувань: зниження аварійності, підвищення бойової ефективності, зниження трудомісткості підготовки до застосування тощо, поки що не виправдалися. Тому, провідними країнами світу активно розвиваються безпілотні

авіаційні платформи, які здатні практично без втрат особового складу виконувати з високим рівнем ефективності бойові завдання.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Так, на сьогодні застосування ударних безпілотних літальних апаратів (УБпЛА) типу Bayraktar TB-2 можна визнати успішним лише при виконанні бойових завдань при відсутності організованої ешелонованої системи протиповітряної оборони противника або при проведенні бойових операцій спеціального характеру. Тому приклад – військовий конфлікт між Вірменією та Азербайджаном у 2020 році [4, 16].

Отже, на початку третього тисячоріччя позначилась нова ідеологія застосування безпілотної авіаційної техніки, а саме: сумісного застосування ударних безпілотних літальних апаратів з ударною авіацією, для досягнення наступних цілей [1]:

здійснення наземної та повітряної розвідки об'єктів противника;

точкового зруйнування в тактичній та оперативній глибині противника інфраструктури та життєво важливих об'єктів;

забезпечення зниження бойових втрат власних військ тощо.

На підставі отриманих розвідувальних даних та результатів сумісного бойового застосування БпЛА у взаємодії з угрупованнями військ (сил) видів (родів) збройних сил, досягти максимального ефекту у вирішенні поставлених завдань.

Актуальність даного напряму дослідження підвищують такі фактори, як залучення все більшої кількості БпЛА у проведенні військових операцій та воєнних конфліктів. Нарощування бойових спроможностей у виконанні бойових завдань ударними БпЛА, у тому числі, і нашим потенційним противником [2, 3, 16].

Виходячи з наведеної актуальності, авторами статті визначена **мета статті** – розглянути тенденції розвитку ударної безпілотної авіації імовірного противника. Запропонувати критерій оцінювання ефективності бойового застосування сучасних УБпЛА, використання якого дозволить у подальшому здійснювати моделювання бойових дій та враховувати долю участі УБпЛА у взаємодії з пілотованою авіацією.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Ударні БпЛА становлять потужний фактор у прийнятих рішеннях на початку бойових дій, постійно розвиваються, вдосконалюються та вимагають уважного та детального аналізу всіх аспектів їх застосування.

Так, в Російській Федерації (РФ) прийняли принципове рішення щодо оснащення вітчизняних ударних безпілотнох літальних апаратів потужними та високоточними планувальними бомбами (ПАБ) 9-А-7759 “Гром” [18].

Серед УБпЛА, які очікується, що найближчим часом надійдуть на озброєння ЗС РФ, розглядаються такі, як “Альтиус-М” та “Оріон”. Ці БпЛА здатні нести під крилом планувальні бомби типу “Гром”.

Вважається, що УБпЛА “Альтиус” стане здатним нести не менше двох боеприпасів “Гром”, які мають дальність застосування від 60 до 120 км, набагато перевершують по досяжності кориговані АБ типу КАБ-100, КАБ-500, які, навіть при скиданні з великих висот, летять до 9-10 км.

Новітня розробка ПАБ типу “Гром” зможе наносити удари, не входячи в зону дії ППО противника у варіанті застосування з малопомітного стелс-БпЛА. При цьому, можуть бути уражені такі цілі, як стартові позиції оперативно-тактичних ракет, аеродроми, вузли зв'язку, пункти управління, колони командно-штабних машин тощо [18].

Сімейство модульних високоточних ПАБ “Гром” створено на базі ВАТ “Корпорація” РФ. Озброєння розробляється в трьох варіантах. Всі

типи ПАБ мають вагу близько 600 кг кожний. Відомо, що перший з боеприпасів з позначенням 9-А-7759, має крила, які складаються, оснащений невеликим реактивним двигуном, з яким дальність польоту досягає 120 км. Потужність осколково-фугасної бойової частини (БЧ) майже відповідає двом звичайним бомбам калібру 250 кг. У другому варіанті 9-А1-7759 – маршовий двигун замінений на додатковий осколково-фугасний заряд. Дальність польоту такої бомби після скидання не перевищує 65 км, зате маса вибухівки в ній досягає 480 кг. Це робить її на 50% потужніше, ніж звичайні осколково-фугасні боеприпаси вагою 500 кг. Розробник також вказує, що випробовується і третій варіант бомб, що має означення 9-А2-7759. В якому осколково-фугасна БЧ замінена на термобаричну. Вона дозволяє ефективніше уражати фортифікаційні споруди та укриття. Наводиться ПАБ за допомогою бортової системи навігації та сигналів супутників ГЛОНАСС та NAVSTAR. При цьому, навіть на граничній дальності застосування, середнє відхилення від цілі складає від 2 до 10 м [18]. Малий діаметр бомб і крила дають можливість використовувати їх із внутрішніх відсіків малопомітних Су-57 та УБпЛА типу “Охотник” [10, 15].

Автопілот ПАБ “Гром” дозволяє здійснювати складні маневри в польоті. За заявою розробника, боеприпас здатний розвертатися на 180 градусів і знищувати цілі в задній півсфері літака-носія. УБпЛА “Охотник” необов'язково навіть на повну дальність літати, він може баражувати в певному районі. Дрон буде одночасно вести розвідку і чекати команду на бойове застосування в разі появи особливо важливих цілей [15]. За інформацією розробника, інтенсивні випробування “Грома” велися ще у 2017-2018 роках. Планувалося, що вони будуть завершені ще в кінці 2018 року, після чого бомби візьмуть на озброєння [15]. Але офіційного підтвердження цьому поки немає. На зовнішніх балкових утримувачах ПАБ “Грома” можуть також нести бомбардувальник типу Су-34 і середній УБпЛА типу “Альтаир” [15]. Відомо, що випробування важкого УБпЛА типу “Охотник” будуть проводитись до 2023-2024 років. Дослідні польоти “Охотника” в ударному варіанті та з різними авіаційними засобами ураження проводяться з початку серпня 2019 року. Міноборони РФ опублікувало відео 20-хвилинного польоту на висоті до 600 метрів [23]. Апарат має злітну масу близько 20 тон, побудовано за схемою “літаюче крило”. Довжина безпілотної – 19 метрів, а розмах крила – 14 метрів. Він оснащений сучасним обладнанням для оптико-електронної, радіотехнічної та інших систем розвідки [22]. Очікується, що серійні постачання “Охотника” у ЗС РФ почнуться у 2025 році. Планується щорічний випуск до 30 таких машин (у складі кожного комплексу – від трьох до шести дронів, залежно від поставлених завдань – розвідних або ударних). Ударний безпілотної стане універсальною базовою платформою для розміщення перспективних



авіаційних засобів ураження, бортових засобів повітряної розвідки та іншого обладнання. Серійне виробництво дозволить розширити його функціональні можливості.

Відомо, що важкий “Охотник” досягне оперативної готовності до 2024 року, а два інших російських безпілотника “Альтіус” і “Оріон”, знаходяться на стадіях дослідно-бойової експлуатації в ВКС РФ після успішних випробувань в Сирії [18, 26]. Ударний безпілотник “Альтіус” зможе у найближчому часі нести проти корабельні ракети типу Х-35 дальністю до 260 км і масою близько 500 кг з системою супутникової навігації і активно-пасивної радіолокаційною головкою самонаведення (в цьому варіанті на “Альтіус” можна підвісити до чотирьох ПКР) [20, 22].

Між тим Росія планує у 2022 році “поставити на крило” ще один важкий безпілотник. Це “Сириус”, який здатний знаходитись у повітрі до 40 годин, долати до 10 тисяч кілометрів (із швидкістю 295 км/год) на висотах до 12 тисяч метрів з навантаженням в 1 т [20].

УБПЛА “Сіріус” буде відрізнятися від “Оріона” наявністю комплексу супутникового зв'язку, який дозволить управляти безпілотником з необмежено великої відстані, а також здатністю виконувати бойові завдання [20]. Пріоритетний розвиток “розумної” розвідувально-ударної безпілотної авіації Повітряно-космічних сил (ПКС) РФ дозволить значно підвищити ефективність існуючих та перспективних авіаційних засобів ураження, знизивши ймовірні втрати льотного складу.

Для порівняння, хоч США сьогодні залишаються лідерами по застосуванню УБЛА, але навіть у них на озброєнні немає порівнянних з вище наведеним типом ПАБ по потужності боеприпасів. Легкі MQ-1 Predator використовують протитанкові ракети Hellfire вагою всього 50 кг. Найважчі MQ-9 Reaper застосовують бомби з супутниковим і лазерним наведенням вагою не більше 227 кг [29].

У 2017 році компанія General Atomics отримала від Пентагону контракт на адаптацію ПАБ типу

SDBII для важких Reaper. Планується, що роботи по проекту повинні бути завершені у листопаді 2021 року. Американський боеприпас має систему наведення, яка дозволяє вражати навіть рухомі цілі [30]. Але його бойова частина значно поступається “Грому” за потужності. У ній лише 48 кг вибухівки проти 480 кг у ПАБ у варіанті 9-A1-7759. Отже, отримання на озброєння в ЗС РФ нових боеприпасів дозволить не просто скоротити відставання Росії в безпілотної технології, але і вийти на передові позиції. Після оснащення “Громами” такі УБПЛА РФ стануть самими важкоозброєними у світі.

Повітряно-космічні сили (ВКС) ЗС Росії почнуть в найближчій перспективі отримувати багатоцільові ударні безпілотники. Ефективність застосування безпілотної авіації підтверджена в ході спеціальної операції в Сирійській Арабській Республіці (САР). Використання безпілотної літальних апаратів забезпечило нанесення високоточного ураження об'єктів і сил ісламських угруповань САР [26, 27].

Застосування комплексів БПЛА ближньої та середньої дальності ВКС ЗС Росії показують, що вони поки що використовуються “на других ролях”, для вирішення завдань та розширення можливостей пілотованої авіації. Ймовірно, що Російські багатоцільові безпілотники з 2021 року зможуть самостійно вести повітряну розвідку і вражати об'єкти противника високоточними боеприпасами в оперативній та стратегічній глибині.

Отже, зростає панування у повітрі дронів, активне застосування і “інтелектуалізація” ударно-розвідувальних безпілотників у взаємодії з угрупованнями космічних сил, сухопутних військ, авіації, військово-морських сил стають незворотною тенденцією. Вочевидь, що у перспективі кількість “розумних” дронів буде тільки збільшуватися.

Виходячи з аналізу розвитку сучасних засобів повітряного нападу (ЗПН) потенційного противника, вважається, що до груп номенклатури повітряних цілей ППО можна віднести такі, табл. 1 [24, 25]:

Таблиця 1

Класифікація груп сучасних засобів повітряного нападу

Номер групи	Тип ЗПН	Значення параметрів V та H
Група 1	ударні, ударно-транспортні вертольоти, конвертоплани і БПЛА з вертолітним принципом польоту	V=0...200 км/год; H= 0...4 000 м
Група 2	розвідувальні, розвідувально-ударні БПЛА, БПЛА-постановники перешкод, БПЛА-ретранслятори і БПЛА іншого функціонального призначення	V=120...800 км/год; H= 50...3 500...7 000 м
Група 3	ударна авіація: штурмовики, фронтові бомбардувальники, літаки-розвідники і ударні БЛА	V=400...800 км/год; H= 50...8 000...10 000 м

Номер групи	Тип ЗПН	Значення параметрів V та H
Група 4	перспективні багатофункціональні бойові літаки (5-ге і наступні покоління) з надзвуковими крейсерськими швидкостями польоту	V=600...1 800 км/год; H= 50..11 000...12 000 м
Група 5	літаки-перехоплювачі ППО	V=1 600...2 600 км/год; H= 8 000...25 000 м
Група 6	надзвукові крилаті ракети, ПАБ і КАБ	V=600...800 км/год / 800...1000 м/с; H= 6 000...12 000 м
Група 7	дозвукові крилаті ракети великої дальності польоту	V=600...850 км/год; H= 50..1 000 м
Група 8	ПЛА і БпЛА оперативної і стратегічної розвідки: типу МіГ-25Р, SR-71, GTD-21; перспективні СВН (гіперзвукові БЛА) та бойові блоки балістичних і оперативно-тактичних ракет	V=2 500...7 000 км/год; H= 10 000..40 000 м

З рис. 1 видно, що функціональні зони ЗПН, що перебиваються як по висоті так і по швидкості до розрізняються за принципом застосування, приладових швидкостей (до  $\approx 1\,800$  км/год).

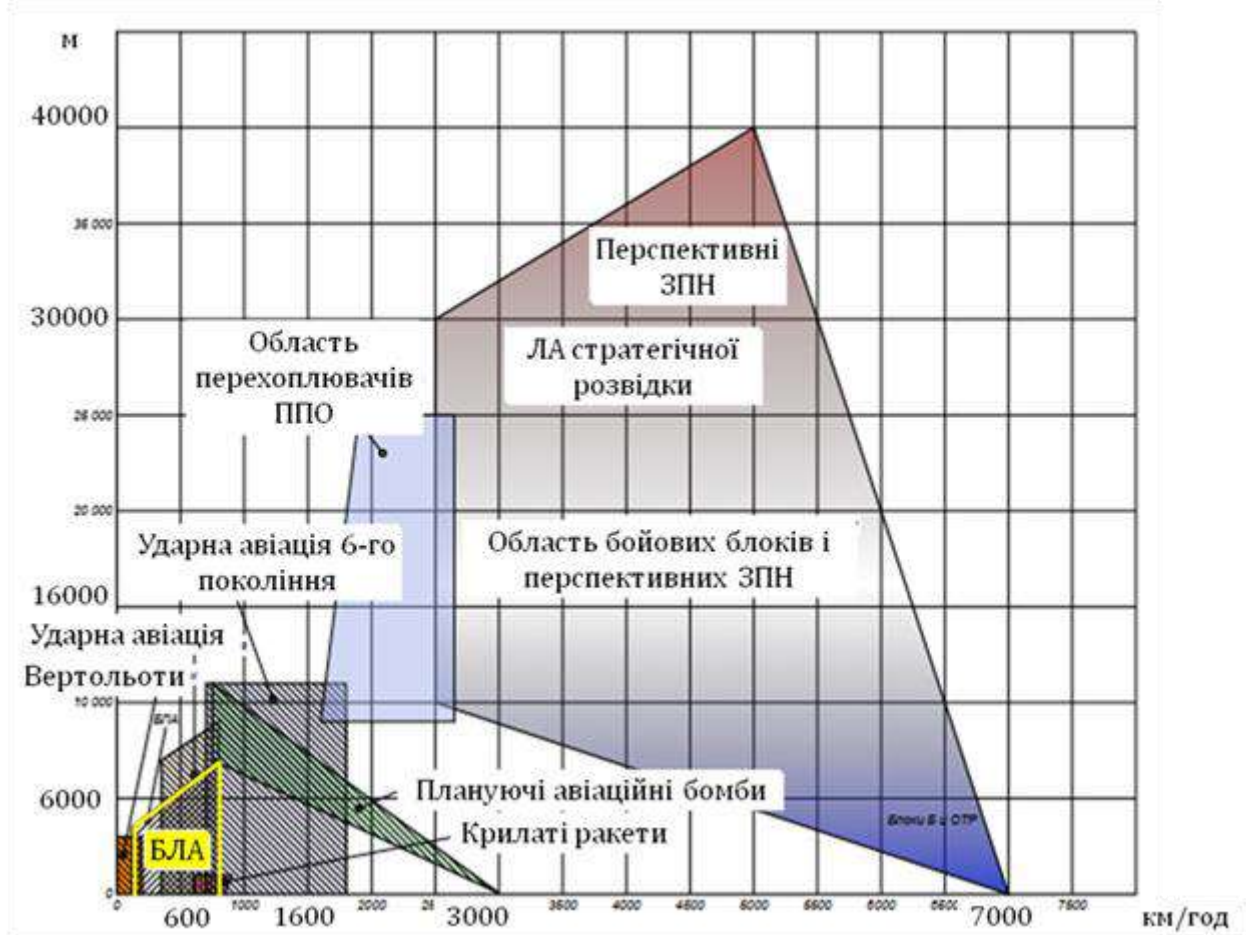


Рис. 1 Области функционирования ЗПН вероятного противника [24]

Відповідно, найбільша щільність зразків ЗПН, припадає саме на цю зону і саме ця група ЗПН, представляє найбільшу складність для протидії ППО.

УБпЛА поступово розвиваються і займають всі зони, що раніше належали пілотованій авіації, до швидкостей близько 1 000 км/год і в найближчій

перспективі вже претендують на зону, що стосується ударної авіації 5 покоління.

Вважається, що одним з основних критеріїв оцінки ефективності застосування БпЛА є показник "ефективність-вартість", а саме – приведена вартість виконання бойового завдання  $C_{пр. бз}$  [5, 21, 24]:

$$C_{пр. бз} = \frac{C_{бз}}{P_{вик. бз}},$$

де  $C_{бз}$  – повна вартість виконання бойової задачі;  
 $P_{вик. бз}$  – ймовірність виконання бойової задачі.

Вочевидь, що зазначений критерій за своєю природою є величиною, що базується на статистичних даних. Повна вартість виконання бойового завдання  $C_{бз}$  визначається як [5, 21, 24]:

$$C_{бз} = N_{втрат} \cdot C_{1 БЛА} + C_{1 год} \cdot T_{П} \cdot (N_{БЛА} - N_{втрат}) + C_{бп} + C_{заб},$$

де  $N_{БЛА}$  – кількість БЛА, що виконують бойову задачу;  
 $N_{втрат}$  – кількість втрачених БЛА;  
 $C_{1 БЛА}$  – вартість одного БЛА;  
 $C_{1 год}$  – вартість однієї години польоту БЛА;  
 $C_{бп}$  – вартість витрачених боєприпасів при виконанні бойового завдання;  
 $C_{заб}$  – вартість забезпечення виконання бойового завдання;  
 $T_{П}$  – тривалість польоту БЛА при виконанні бойового завдання.

Ймовірність виконання бойового завдання  $P_{вик. бз}$  порядком з  $N_{БЛА}$  однотипних БЛА, визначається ймовірністю  $P_{вик. бз.1}$  того, що хоча б один БЛА виконає бойове завдання [5, 6, 8-10, 22]:

$$P_{вик. бз} = 1 - (1 - P_{вик. бз.1})^{N_{БЛА}}. \quad (1)$$

В (1) ймовірність виконання бойового завдання одним БЛА  $P_{вик. бз.1}$  є згортокою часткових ймовірностей виконання цим БЛА окремих етапів бойового завдання [5, 6, 9, 11, 19]:

$$P_{вик. бз.1} = P_{вил} \cdot P_{под} \cdot P_{нав. ц} \cdot P_{пов. ц}, \quad (2)$$

де  $P_{вил}$  – ймовірність своєчасного вильоту БЛА, характеризує ефективність функціонування наземної системи управління і технічних засобів інженерно-авіаційного та аеродромно-технічного забезпечень;  
 $P_{под}$  – ймовірність подолання БЛА зони ППО і зон РЕП, характеризує маневрові властивості БЛА, ефективність вибору маршруту польоту, стійкість БЛА і його бортового обладнання до впливу вражаючих факторів засобів ППО і РЕП;  
 $P_{нав. ц}$  – ймовірність успішного наведення на ціль, що характеризує ефективність функціонування бортових засобів БЛА, прицільно-навігаційного комплексу та наземної системи управління;  
 $P_{пов. ц}$  – ймовірність успішного впливу по цілі: для розвідувальних БЛА – успішне розкриття розвідувати параметрів мети,

для ударних БЛА – успішне ураження цілі.

Відзначимо, що ймовірності в (2) є умовними, і кожна наступна ймовірність приймає своє певне значення, за умови, що ймовірності попередніх етапів вже дорівнюють одиниці.

Аналіз виразу для  $C_{пр. бз}$  показує, що сучасні тенденції застосування БЛА йдуть по шляху зменшення їх масогабаритних параметрів, здешевлення конструкції і підвищення маневреності ( $C_{1 БЛА} \downarrow$ ,  $C_{1 год} \downarrow$ ,  $C_{бп} \downarrow$ ,  $C_{заб} \downarrow$ ,  $P_{под} \uparrow$ ), об'єднання їх в групи ( $N_{БЛА} \uparrow$ ), що призводить до того, що навіть при збільшенні кількості втрачених БЛА ( $N_{втрат} \uparrow$ ), вони приблизно на тому ж рівні виконують свою бойову задачу ( $P_{вик. бз} \approx const$ ,  $C_{пр. бз} \approx const$ ).

Вищевикладений підхід до оцінки ефективності застосування БЛА не є єдиним. Інша, альтернативна методика оцінки ефективності застосування БЛА викладена в роботі [31] і заснована на врахуванні таких чинників як живучість БЛА, можливості перерозподілу функцій в групі, особливості розв'язуваної задачі тощо.

З огляду на широку номенклатуру УБЛА, що знаходяться на озброєнні у провідних країнах світу, можна стверджувати, що вони є досить складною ціллю для існуючих і перспективних засобів ППО.

### Висновки

1. Хід і результат війни недалекого майбутнього стануть залежати від ефективності бойових роботів із штучним інтелектом, який сьогодні інтенсивно формується та вдосконалюється у всіх сферах застосування. Роботизовані дрони закономірно беруть на себе все більше функцій пілотованої авіації.

2. Ударна безпілотна авіація є закономірним шляхом розвитку авіаційної робототехніки, оскільки саме вона є заключною ланкою у ланцюжку засобів вирішення завдання при веденні бойових дій.

3. Аналіз особливостей застосування УБЛА по висотам, результатів групового застосування УБЛА в умовах протидії ППО і подій в Сирії, Нагорному Карабасі показує, що організація застосування груп УБЛА не може обійтися без грамотних фахівців, консультативної та технічної допомоги технологічно розвинених держав.

4. Такий підхід у плануванні і вирішенні бойових задач суттєво знижує витрати на отримання бажаного результату і дозволяє відносно малими матеріальними затратами вирішувати завдання. Тому УБЛА сьогодні починають грати одну з ключових ролей.

5. Матеріал статті може використано для формування вихідних даних при моделюванні бойових дій у взаємодії БЛА з пілотованою авіацією.

## Список використаних джерел

1. Ананьев А.В., Филатов С.В. Обоснование нового способа совместного применения авиации и беспилотных летательных аппаратов малого класса в операциях // Военная мысль. 2018. № 6. – С. 5-13.
2. Ананьев А.В., Филатов С.В., Петренко С.П. Оценка путей организации управления формированиями беспилотных летательных аппаратов при обеспечении боевых действий пилотируемой авиации // Военная мысль. 2019. № 1. – С. 74-82.
3. Ананьев А.В., Филатов С.В., Рыбалко А.Г. Статистическая оценка ударных возможностей беспилотных летательных аппаратов малого класса при решении задач пилотируемой авиации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – № 12. 2018. – С. 455-458.
4. Аналіз дій Bayraktar TB2 в небі Карабаху: повноцінний за танками, знищення ППО та удар у тилу. URL: [https://defence-ua.com/army\\_and\\_war/analiz\\_dij\\_bayraktar\\_tb2\\_v\\_nebi\\_karabahu\\_poljuvannja\\_za\\_tankami\\_znischennja\\_ppo\\_ta\\_udar\\_u\\_tilu\\_video-1727.html](https://defence-ua.com/army_and_war/analiz_dij_bayraktar_tb2_v_nebi_karabahu_poljuvannja_za_tankami_znischennja_ppo_ta_udar_u_tilu_video-1727.html).
5. Арбузов И. В., Болховитинов О.В., Волочаев О. В., Вольнов И. И., Гостев А. В., Мышкин Л. В., Хабиров Р. Н., Шеховцов В. Л. Боевые комплексы авиационные комплексы и их эффективность. Учебник / Под. ред. О.В. Болховитинова. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского. 2008. – 224 с.
6. Боевые авиационные комплексы и их эффективность / О.В. Болховитинов [и др.]; под. ред. О.В. Болховитинова. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского. 1990. – 99 с.
7. Буравлев А.И. Методика оценки вероятности поражения размерных объектов высокоточными средствами поражения // Вооружение и экономика. 2012, № 2 (18).
8. Буравлев А.И., Ерохин В.А. Критерии оценки эффективности огневого поражения в операции // Труды ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, №8, т.5, 2007. Серия: Авиационные робототехнические системы. – М.: Радиотехника. 2008. – с.16-22.
9. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия. 2005. – 418 с.
10. Ведомый Су-57 испытал “Гром”. – URL: <https://lenta.ru/news/2020/02/27/thunder>.
11. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука. 1975.
12. Вентцель Е.С., Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд., стер. М.: Наука. 1988. – 208 с.
13. В России создается новый БЛА средней дальности. – 05.01.2010. URL: <http://www.arms-expo.ru/news/archive/v-ossii-sozdaetsya-novyy-bla-sredney-dalnosti05-01-2010-07-37-00>.
14. Гаврилов А.Д., Ерёмин Г.В., Назарчук И.И. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО // Интернет-журнал “Армейский вестник”. – 2015. URL: <http://army-news.ru/2015/02/malorazmernye-bespilotniki-novaya-problemadlya-pvo/>.
15. “Гром” победы: ударные дроны уничтожат ракетные комплексы противника. URL: <https://iz.ru/975885/anton-lavrov-aleeksei-ramm/grom-pobedy-udarnye-drony-unichtozhat-raketnye-kompleksy-protivnika>.
16. Жуковский И. Боевики получили дроны для терактов в любой стране: Минобороны раскрыло детали атаки дронов на базу “Хмеймим”. URL: <https://www.gazeta.ru/army/2018/01/08/11596730.shtml>.
17. 19. Комплекс ракетно-бомбового вооружения “Гром”: модульная архитектура и точность. URL: <https://topwar.ru/143518-kompleks-raketno-bombovogo-vooruzheniya-grom-modulnost-i-tochnost.html>.
18. Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития // Системы управления, связи и безопасности. 2016, № 2. – С. 73-132. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-02/04-Makarenko.pdf>.
19. Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. – С. 109-146. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10105.
20. Мильграм Ю.Г., Попов И.С. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского. 1970.
21. Облегченный арсенал: на что будут способны российские БПЛА с новыми малогабаритными боеприпасами. URL: <https://russian.rt.com/russia/article/718307-bpla-rossiya-boepripsy-ohotnik-orion>.
22. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения: монография: в 4 т. Т.4. Методология исследования сложных систем военного назначения / [С.В. Лапицкий, И.Б. Чепков и др.]; под ред. С.В. Лапицкого. – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого. 2013. – 480 с.
23. “Охотник” за Skyborg: догонят ли российские БЛА американские. URL: <https://www.gazeta.ru/army/2021/01/14/13435910.shtml>.
24. Первый полет новейшего беспилотного летательного аппарата “Охотник”. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ib3MiSoqcmA>.
25. Ростопчин В. В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния // Беспилотная авиация. URL: [https://www.researchgate.net/publication/331772628\\_Udarnye\\_bespilotnye\\_letatelnye\\_apparaty\\_i\\_protivovozdusnaa\\_oborona\\_-\\_problemy\\_i\\_perspektivy\\_protivostoania](https://www.researchgate.net/publication/331772628_Udarnye_bespilotnye_letatelnye_apparaty_i_protivovozdusnaa_oborona_-_problemy_i_perspektivy_protivostoania).
26. Ростопчин В. В. “Напасть XXI века”: стороны одной “медали” // Авиационная. 2019, № 1. – С. 28-51.
27. ТАСС-Информационное агентство России. Эксперт: атаковавшие объекты РФ в Сирии беспилотники летели по построенному маршруту. 2018. URL: <http://tass.ru/politika/4867204>.
28. Чому Росія бомбардує цілі в Сирії: 10 запитань і відповідей. – URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/politics/2015/10/151008\\_10\\_qs\\_why\\_russia\\_bombs\\_syria\\_it](https://www.bbc.com/ukrainian/politics/2015/10/151008_10_qs_why_russia_bombs_syria_it).
29. Barnhart R.K., Hottman S.B., Marshall D.M., Shappee E., Introduction to unmanned aircraft systems, CRC Press. 2012. – P. 215. Predator® B UAS. – URL: [http://www.ga-asi.com/products/aircraft/predator\\_b.php](http://www.ga-asi.com/products/aircraft/predator_b.php).
30. Predator RQ-1 / MQ-1 / MQ-9 Reaper UAV. URL: <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/>.
31. Small Diameter Bomb (SDB) II. URL: <https://www.dote.osd.mil/Portals/97/pub/reports/FY2016/af/2016sdbii.pdf?ver=2019-08-22-105431-467>.
32. Susini A.A Technocritical Review of Drones Crash Risk Probabilistic Consequences and its Societal Acceptance // RIMMA Risk Information Management, Risk Models, and Applications. Т. 7. – Berlin: 2005. – С. 27-38. – URL: <http://rimma.org>.



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**  
Інститут авіації та протиповітряної оборони

**ДОПОВІДЬ НА ТЕМУ:**  
Тенденції розвитку ударної безпілотної авіації  
імовірного противника. Критерій оцінювання ефективності  
бойового застосування сучасних ударних безпілотних ударних  
літальних апаратів

Начальник кафедри авіації  
к.т.н., доцент Сергій Коротін

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

**THE NATIONAL DEFENCE UNIVERSITY OF UKRAINE  
NAMED AFTER IVAN CHERNIAKHOVSKY**  
Institute of Aviation and Air Defense

**DEVELOPMENT TRENDS COMBAT UNMANNED AERIAL VEHICLES  
(UAV). ASSESSING CRITERIA IN FEASIBILITY OF WARFARE OF  
MODERN COMBAT UAV**

PhD, associate professor  
Serhii KOROTIN

**Kyiv, Ukraine**

The National Defence University of Ukraine  
*named after Ivan Cherniakhovsky*

**ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЛЛА  
У ВІРМЕНО-АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОМУ КОНФЛІКТІ 2020 РОКУ** 2



Рис. 1. БЛЛА типу Bayraktar TB-2



Рис. 2. Фрагмент застосування БЛЛА типу Bayraktar TB-2  
Азербайджанських ЗС по ЗРК ОСА-АКМ ЗС Вірменії

*named after Ivan Cherniakhovsky*

**EXAMPLE OF WARFARE COMBAT  
UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV)  
IN THE ARMENIAN-AZERBAIJAN CONFLICT OF 2020** 2



Fig. 1. UAV/ type Bayraktar TV-2



Fig. 2. Warfare of UAV Bayraktar TV-2  
of Azerbaijan Armed Forces against SAM OSA-AKM Armed Forces of Armenia

*named after Ivan Cherniakhovsky*

**ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНИХ БЛЛА  
типу Bayraktar TB-2** 3

**LETHAL FUSION OF TURKISH ARMED UAVS  
AND ELECTRONIC WARFARE SYSTEMS**  
ANCA-II • KORAL • BAYRAKTAR TB2



Рис. 3. Фрагмент застосування БЛЛА типу Bayraktar TB-2  
по ЗРК Панцирь-С1, БУК-М1 ЗС РФ в Сирії

*named after Ivan Cherniakhovsky*

**WARFARE COMBAT UAVS  
type Bayraktar TV-2** 3

**LETHAL FUSION OF TURKISH ARMED UAVS  
AND ELECTRONIC WARFARE SYSTEMS**  
ANCA-II • KORAL • BAYRAKTAR TB2



Fig. 3. Warfare of UAV Bayraktar TV-2  
against o SAM Pantsir-C1, БУК-М1 of the RF Armed Forces in Syria

*named after Ivan Cherniakhovsky*

**ОСНОВНІ ВАРІАНТИ УДАРНИХ БЛЛА та ЗРАЗКИ ОЗБОРОСННЯ РО** 4

<http://inveskii-bastion.ru/altius-m/> <http://robotniks.ru/robotniks/altius-m/>



Рис. 4. УБЛЛА "Алтиус-М" (РФ)



Рис. 5. УБЛЛА "Охотник" (РФ)

<https://brpd.ivejournal.com/4123413.html> <https://judgeshov.ivejournal.com/323021.html>



Рис. 6. УБЛЛА "Сиріус" (РФ)



Рис. 7. УБЛЛА "Альгаїр" (РФ)



Рис. 8. ПАБ типу 9-А-7759 "Грім" (РФ)

**THE RUSSIAN FEDERATION'S MAIN COMBAT UAVS  
AND UAVS WEAPONS** 4

<http://inveskii-bastion.ru/altius-m/> <http://robotniks.ru/robotniks/altius-m/>



Fig. 4. UAV "Altius-M" (RF)



Fig. 5. UAV "Hunter" (RF)

<https://brpd.ivejournal.com/4123413.html> <https://judgeshov.ivejournal.com/323021.html>



Fig. 6. Sirius UAV (RF)



Fig. 7. Altair UAV (RF)



Fig. 8. Glide bomb type 9-A-7759 "Thunder" (RF)

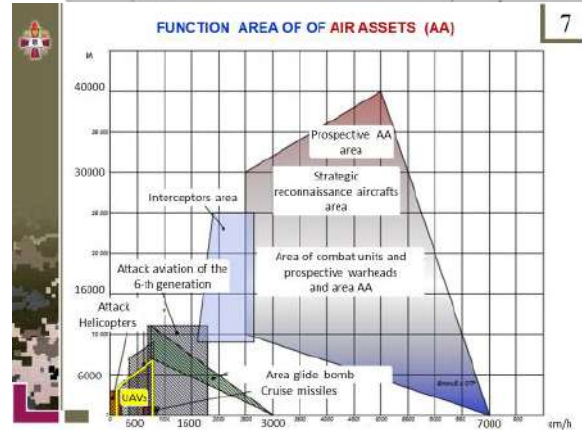


**КЛАСИФІКАЦІЯ ГРУП СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ (ЗПН)** 6

Номер групи	Тип ЗПН	Значення параметрів V та H
Група 1	ударні, ударно-транспортні вертольоти, конвертоплани і БПЛА з вертольотним принципом польоту	V=200км/год; H= 0...=04000м
Група 2	розвідувальні, розвідувально-ударні БПЛА, БПЛА-постановники перешкод, БПЛА-ретранслятори і БПЛА іншого функціонального призначення	V=120...800км/год; H= 50...3 800...7000 м
Група 3	ударна авіація: штурмовики, фронтальні бомбардувальники, літаки розвідки і ударні БПЛА	V=400...800км/год; H= 50...8 000...10 000м
Група 4	перспективні багатофункціональні бойові літаки (5-те і наступні покоління)	V=600...1 800 км/год; H= 50...11 900...12 000м
Група 5	літаки-перехоплювачі ППО	V=1 600...2 600 км/год; H= 8 000...25 600 м
Група 6	ваздушні крилаті ракети, ПАБ і КАБ	V=600...800 км/год / 800...1000 м/с; H= 0 000...12 600 м
Група 7	дозволює КР дальнього польоту	V=600...850 км/год; H= 50...1 000 м
Група 8	ПЛА і БПЛА оперативної і стратегічної розвідки: типу MiG-25R, SR-71, GTD-21; перспективні ЗПН (гіперзвукові БПЛА) та бойові блоки БР та ОТР	V=2 500...7 000 км/год; H= 10 000...40 000м

**CLASSIFICATION OF MODERN AIR ASSETS (AA)** 6

Nb	AA	Parameters V та H
Group 1	attack, attack-transport helicopters, convertibles and UAVs with the helicopter principle of flight	V=200km/h; H= 0...=04000m
Group 2	reconnaissance, reconnaissance and attack UAVs, UAV interceptors, UAV repeaters and UAVs of other functional purpose	V=120...800 km/h; H= 50.3 800...7000 m
Group 3	strike aircraft: attack aircraft, front-line bombers, reconnaissance aircraft and combat UAVs	V=400...800 km/h; H= 50.8 000...10 000m
Group 4	prospective multifunctional combat aircraft (5th and subsequent generations)	V=600...1 800 km/h; H= 50.11 900...12 000m
Group 5	air defense interceptor aircraft	V=1 600...2 600 km/h; H= 8 000...25 600 m
Group 6	supersonic cruise missiles, glide aviation bombs, corrected aviation bombs	V=600...800 km/h – 800...1000 m/sec; H= 6 000...12 600 m
Group 7	subsonic cruise long-range missiles	V=600...850 km/h; H= 50.1 000 m
Group 8	aircrafts and UAVs of operational and strategic reconnaissance: type MiG-25R, SR-71, GTD-21; advanced air assets (hypersonic UAVs) and warheads of ballistic missiles and operational-tactical missiles	V=2 500...7 000 km/h; H= 10 000...40 000m



**КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА Є ПОКАЗНИК "ЕФЕКТИВНІСТЬ-ВАРТІСТЬ"** 8

Приведена вартість виконання бойового завдання. (1)

$$C_{пр. бз} = \frac{C_{бз}}{P_{вик. бз}}$$

$C_{бз}$  – повна вартість виконання бойової задачі;  
 $P_{вик. бз}$  – ймовірність виконання бойової задачі.

$$C_{бз} = N_{ампм} \cdot C_{1 бз1} + C_{1 бз2} \cdot T_{п} \cdot (N_{бз1} - N_{ампм}) + C_{бз} + C_{збз} \quad (2)$$

де  $N_{бз1}$  – кількість БПЛА, що виконують бойову задачу;  
 $N_{ампм}$  – кількість втрачених БПЛА;  
 $C_{1 бз1}$  – вартість одного БПЛА;  
 $C_{1 бз2}$  – вартість однієї години польоту БПЛА;  
 $C_{бз}$  – вартість витрачених боєприпасів при виконанні бойового завдання;  
 $C_{збз}$  – вартість забезпечення виконання бойового завдання;  
 $T_{п}$  – тривалість польоту БПЛА при виконанні бойового завдання.

The National Defence University of Ukraine

**EVALUATING CRITERIA FOR THE FEASIBILITY OF UAVS WARFARE IS THE INDICATOR OF "EFFICIENCY-COST"** 8

The cost of the combat mission: (1)

$$C_{пр. бз} = \frac{C_{бз}}{P_{вик. бз}}$$

$C_{бз}$  – the full cost of the combat mission;  
 $P_{вик. бз}$  – the probability of execution a combat mission.

$$C_{бз} = N_{ампм} \cdot C_{1 бз1} + C_{1 бз2} \cdot T_{п} \cdot (N_{бз1} - N_{ампм}) + C_{бз} + C_{збз} \quad (2)$$

where  $N_{бз1}$  – the number of UAVs execution a combat mission;  
 $N_{ампм}$  – the number of lost UAVs;  
 $C_{1 бз1}$  – the cost of one UAV;  
 $C_{1 бз2}$  – the cost of one hour of UAV flight;  
 $C_{бз}$  – the cost of ammunition spent in the execution of the combat mission;  
 $C_{збз}$  – the cost of ensuring the execution combat mission;  
 $T_{п}$  – the flight duration of the UAV of execution combat mission.

The National Defence University of Ukraine



**9**

**ЙМОВІРНІСТЬ ВИКОНАННЯ БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ**

$$P_{\text{вик. оз.1}} = 1 - (1 - P_{\text{вик. оз.1}})^{Y^{\text{оз.1}}} \quad (3)$$

де  $P_{\text{вик. оз.1}}$  – ймовірність виконання бойового завдання одним УБПЛА;

$$P_{\text{вик. оз.1}} = P_{\text{вил.}} \cdot P_{\text{пер.}} \cdot P_{\text{нац.}} \cdot P_{\text{нац. оз.1}} \quad (4)$$

де  $P_{\text{вил.}}$  – ймовірність своєчасного вильоту УБПЛА, характеризує ефективність функціонування наземної СУ і технічних засобів ІАЗ та АТЗ;

$P_{\text{пер.}}$  – ймовірність подолання УБПЛА зони ППО і зон РЕП, характеризує маневрові властивості УБПЛА, ефективність вибору маршруту польоту, стійкість УБПЛА і його бортового обладнання до впливу вражаючих факторів засобів ППО і РЕП;

$P_{\text{нац.}}$  – ймовірність успішного наведення на ціль, що характеризує ефективність функціонування бортових засобів УБПЛА, ПНК та наземної СУ;

$P_{\text{нац. оз.1}}$  – ймовірність успішного впливу по ціль: для розвідувальних УБПЛА – успішне розкриття розвідувати параметрів мети, для ударних УБПЛА – успішне ураження ціль.

*національного оборонного університету України*

**9**

**PROBABILITY OF EXECUTION OF COMBAT TASK**

$$P_{\text{вик. оз.1}} = 1 - (1 - P_{\text{вик. оз.1}})^{Y^{\text{оз.1}}} \quad (3)$$

$P_{\text{вик. оз.1}}$  – the probability of execution a combat mission by one UAV;

$$P_{\text{вик. оз.1}} = P_{\text{вил.}} \cdot P_{\text{пер.}} \cdot P_{\text{нац.}} \cdot P_{\text{нац. оз.1}} \quad (4)$$

$P_{\text{вил.}}$  – the probability of timely departure of UAVs, characterizes the effectiveness of the ground control system and technical assets of support services

$P_{\text{пер.}}$  – the probability of overcoming UAVs of the air defense zone and electronic suppression zones (ESZ), characterizes the maneuvering properties of the UAV, the effectiveness of the route selection, the stability of the UAV and its onboard equipment to the impact of air defense and ESZ;

$P_{\text{нац.}}$  – the probability of successful aiming, which characterizes the effectiveness of the onboard UAVs, sighting and navigation systems and ground control system;

$P_{\text{нац. оз.1}}$  – the probability of successful impact on the target: for reconnaissance UAVs - successful disclosure of reconnaissance target parameters, for strike UAVs - successful defeat of the target.

*національного оборонного університету України*

**10**

**ВИСНОВКИ**

1. Хід і результат війн недалекого майбутнього стануть залежати від ефективності бойових роботів із штучним інтелектом, який сьогодні інтенсивно формується та вдосконалюється у всіх сферах застосування. Роботизовані дрони закономірно беруть на себе все більше функцій пілотованої авіації.
2. Ударна безпілотна авіація є закономірним шляхом розвитку авіаційної робототехніки, оскільки саме вона є заключною ланкою у ланцюжку засобів вирішення завдання при веденні бойових дій.
3. Аналіз особливостей застосування УБПЛА по висотам, результатів групового застосування УБПЛА в умовах протидії ППО і подій в Сирії, Нагорному Карабасі показує, що організація застосування груп УБПЛА не може обійтися без грамотних фахівців, консультативної та технічної допомоги технологічно розвинених держав.
4. Такий підхід у плануванні і вирішенні бойових задач суттєво знижує витрати на отримання бажаного результату і дозволяє відносно малими матеріальними затратами вирішувати завдання. Тому УБПЛА сьогодні починають грати одну з ключових ролей.

The National Defence University of Ukraine  
*національного оборонного університету України*

**10**

**CONCLUSIONS**

1. Outcomes of the near future wars will depend of the effectiveness of combat robots with artificial intelligence, which today is intensively formed and improved in all areas. Robotic drones are naturally taking on more and more functions of manned aircraft.
2. Combat drones are a natural way of developing aviation robotics, because it is the final link in the chain of means of solving the problem of combat operations.
3. Analysis of the peculiarities of UAV use at altitudes, the results of group UAV use in the face of air defense and events in Syria, Nagorno-Karabakh shows that the organization of UAV groups can not do without competent professionals, advisory and technical assistance to technologically advanced countries.
4. This approach in the planning and solution of combat tasks significantly reduces the cost of obtaining the desired result and allows relatively small material costs to solve the problem. That is why UAVs are starting to play one of the key roles today.

The National Defence University of Ukraine  
*національного оборонного університету України*

**БАБЕНКО Руслан Володимирович**  
**ГОНЧАРЕНКО Євген Володимирович**  
**ТИТАРЕНКО Олександр Іванович**  
**БАЗІЛО Сергій Михайлович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ВИНИЩУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЄЮ

Ефективність виконання завдань винищувальною авіацією залежить від впливу багатьох чинників, значимість яких може змінюватися на різних етапах бойових дій.

З точки зору експертів в ході відбиття масованого удару ЗПН противника найбільш переважаючими є наступні фактори:

- вибір способів бойових дій винищувачів;
- характеристики повітряних цілей;
- рівень підготовки льотного складу;
- кількість та можливості ПУ по одночасному наведенню;

індивідуальний рівень підготовки офіцерів бойового управління (ОБУ);

- якість розподілу ОБУ для наведення винищувачів на повітряні цілі (ПЦ);
- природно-кліматичні умови бойових дій;
- оперативне обладнання району бойових дій.

Серед них недостатньо дослідженими щодо впливу на ефективність виконання завдань винищувальною авіацією є індивідуальний рівень підготовки ОБУ та якість розподілу ОБУ для наведення винищувачів на ПЦ.

Тому одним із шляхів підвищення ефективності застосування винищувальної авіації може бути оптимізація використання наявного індивідуального рівня підготовки ОБУ з метою збільшення втрат ПЦ.

Для визначення рівня індивідуальної підготовки використовуються накопичені результати виконання наведень винищувачів на ПЦ по кожному ОБУ за типами ПЦ.

Далі проводиться обчислення ймовірності наведення винищувачів та перехоплення ПЦ винищувачем для кожного окремого ОБУ, які будуть характеризувати рівень індивідуальної підготовки ОБУ.

Отримані показники використовуються в удосконаленій методиці оцінювання ефективності виконання завдань винищувальною авіацією.

Порядок розрахунків за методикою наступний:

1. Здійснюється визначення складу сил винищувальної авіації ( $N_{\text{ва}}$ ), необхідного для виконання завдань щодо прикриття військ та об'єктів з потрібною надійністю ( $\kappa_{\text{н}}^{\text{потр}}$ ).

Для чого розраховуються: математичне сподівання числа літаків противника, знищених зенітним засобом  $i$ -того типу; кількість ПЦ, які необхідно перехопити винищувачам з потрібною надійністю; кількість винищувальної авіації,

необхідна для виконання завдань, щодо прикриття військ і об'єктів.

Математичне сподівання числа літаків противника, знищених зенітним засобом  $i$ -того типу визначається за формулою

$$M_{\text{зні}}^{33} = N_{\text{ці}}^{33} \cdot W_{\text{зні}},$$

де  $N_{\text{ці}}^{33}$  – кількість ПЦ, які можуть бути обстріляні  $i$ -м зенітним засобом;

$W_{\text{зні}}$  – ймовірність ураження повітряної цілі, яка пролітає через зону вогню  $i$ -го зенітного засобу.

Кількість ПЦ, які необхідно перехопити винищувачам з потрібною надійністю ( $\kappa_{\text{н}}^{\text{потр}}$ ), визначається за формулою

$$N_{\text{ц}}^{\text{ва}} = \kappa_{\text{н}}^{\text{потр}} (N_{\text{л}} - \sum_{i=1}^n M_{\text{зні}}^{33}),$$

де  $N_{\text{л}}$  – кількість літаків противника, які приймають участь в нальоті;

$M_{\text{зні}}^{33}$  – математичне сподівання числа літаків противника, знищених зенітним засобом  $i$ -того типу;  
 $n$  – кількість типів зенітних засобів.

При відомому угрупованні наземних засобів ППО з достатньою для практики точністю можна визначити кількість винищувальної авіації

( $N_{\text{ва}}$ ), необхідної для виконання завдань, щодо прикриття військ і об'єктів

$$N_{\text{ва}} = \frac{N_{\text{ц}}^{\text{ва}}}{W_{\text{пер сер}}},$$

де  $W_{\text{пер сер}}$  – середня ймовірність перехоплення повітряної цілі винищувачем;

$N_{\text{ц}}^{\text{ва}}$  – кількість ПЦ, які необхідно перехопити винищувачам з потрібною надійністю ( $\kappa_{\text{н}}^{\text{потр}}$ ).

2. Здійснюється визначення ймовірності перехоплення повітряних цілей для кожного окремого офіцера бойового управління.

3. Здійснюється розподіл офіцерів бойового



управління для наведення винищувачів на повітряні цілі.

Варіант розподілу отримується у вигляді матриці призначення ОБУ для наведення винищувача на повітряну ціль, а також розраховується значення математичного сподівання сумарного бойового потенціалу перехоплених ПЦ

$$M_{ц\text{БП}}^{ва} = \sum_{i=1}^S \text{БП}_i \left( 1 - \prod_{j=1}^N \varepsilon_{ji}^{\delta_{ji}} \right)$$

де  $M_{ц\text{БП}}^{ва}$  – математичне сподівання сумарного бойового потенціалу перехоплених ПЦ;

$\text{БП}_i$  – бойовий потенціал  $i$ -ї ПЦ;

$S$  – загальна кількість ПЦ;

$\omega_{ji}$  – елемент матриці призначення  $j$ -го ОБУ для наведення винищувача на  $i$ -ту ПЦ (ймовірність перехоплення

ПЦ, під час виконання наведення винищувача  $j$ -м ОБУ на  $i$ -ту ПЦ);  
 $\delta_{ji}$  – елемент матриці оптимального розподілу ОБУ для наведення винищувачів на ПЦ з урахуванням індивідуального рівня підготовки ОБУ (якщо  $\delta_{ji} = 1$ , то  $j$ -й ОБУ призначений для наведення винищувача на  $i$ -ту ПЦ, якщо  $\delta_{ji} = 0$ , то  $j$ -й ОБУ не призначений для наведення винищувача на  $i$ -ту ПЦ).

Шляхами досягнення необхідного рівня прикриття військ та об'єктів можуть бути:

збільшення наряду винищувачів, які залучаються до виконання завдань щодо перехоплення;

зменшення кількості ЗПН противника, яка призначається для перехоплення винищувальної авіації;

використання ОБУ з вищим індивідуальним рівнем підготовки, шляхом їхнього перерозподілу.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**

**УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ВИНИЩУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЄЮ**

ад'юнкт кафедри авіації  
полковник БАБЕНКО Руслан Володимирович

The National Defence University of Ukraine  
*Київська Школа Європейської*



**Визначення індивідуальних рівнів підготовки офіцерів бойового управління** 3

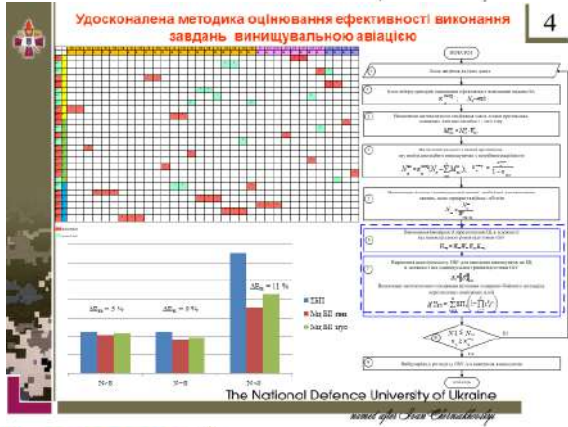
Кутюби помилки наведення винищувача на ПЦ

№ зп	Дата	Тип ПЦ	Тип винищувача	Помилка попуску, град	Помилка по висоті, град
1	17.10.19	Винищувач	МГ-29	19	8
2	21.10.19	Штурманський літак	МГ-29	15	6
3	29.10.19	Транспортний літак	Су-27	5	12

**Індивідуальні рівні підготовки ОБУ**

ПНА (ДІНА)	ОБУ	Кількість одиниць мороздому	Значення ймовірностей перехоплення ПЦ винищувачем при наведенні винищувачів на ПЦ для кожного з рівнів ОБУ				
			Винищувач	Штурманський літак	Транспортний літак	Вертоліт	ЕПЛА
ПНА 1	ОБУ 1	3х1	0,8	0,1	0,6	0,9	0,6
	ОБУ 2	1х1	0,6	0,1	0,8	0,6	0,7
ПНА 2	ОБУ 3	1х1	0,5	0,1	0,8	0,6	0,8
	ОБУ 4	1х1	0,9	0,1	0,8	0,7	0,7
ПНА 3	ОБУ 5	1х1	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7
	ОБУ 6	2х1	0,9	0,6	0,8	0,8	0,6
ПНА 4	ОБУ 7	1х1	0,9	0,1	0,6	0,7	0,9
	ОБУ 8	1х1	0,6	0,7	0,9	0,7	0,8
ПНА 5	ОБУ 9	1х1	0,7	0,8	0,7	0,6	0,9
	ОБУ 10	1х1	0,6	0,1	0,6	0,6	0,8

The National Defence University of Ukraine  
*Київська Школа Європейської*



**Шляхи досягнення необхідного рівня прикриття військ та об'єктів винищувальною авіацією** 5

- Збільшення наряду винищувачів, які залучаються до виконання завдань
- Зменшення кількості засобів повітряного нагляду противника, яка призначається для перехоплення винищувальної авіації
- використання офіцерів бойового управління з вищим індивідуальним рівнем підготовки, шляхом їхнього перерозподілу

The National Defence University of Ukraine  
*Київська Школа Європейської*

РОЗДІЛ 2.  
ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ НА МІЖНАРОДНОМУ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОМУ СЕМІНАРІ

# Conference Papers

Nam atur magnis ventionsed que sectiant, ut quost, cor as vo-  
lorem nimeniandest exerio. Maximol uptati quistiisque pro  
quam rat.

Pa cor soluptatur. Ecus earum hitiate mperibus aute odit eic  
tem. Iquiam auteseque vit ma ducil int. Ilis inullabore prem-  
quat velis essitatur.

Velit dolesciam eatibus, seque connim estiistium quis-  
cimus, sitat ea debis aut dolo dissedi onsequu ntiur? Cerore-  
pro omnis arios con eosape nocte aut ilit hit escipiet explit aut  
a duscis quiatianist, simil ius.  
Mus dere, qui nonseque vel id unt de-  
tas aut ut pelestis eum  
lut adi dem



<sup>1</sup>Pavlo OPEN'KO (PhD, senior researcher)

<sup>1</sup>Mykola MYRONIUK (PhD)

<sup>2</sup>Volodymyr LARIN (PhD)

<sup>2</sup>Yevhenii TOLKACHENKO (PhD)

<sup>1</sup>The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

## INVESTIGATION OF IMAGES FILTRATION METHODS IN COMPUTER SYSTEMS AND SPECIAL PURPOSE NETWORKS

*It is known that human eyes are less sensitive to color, than to their brightness. In the RGB color space, all three components are considered equally important, and they are usually stored with the same resolution. However, you can display a color image more efficiently, separating the brightness from color information and presenting it with a higher resolution than color. RGB space is well suited for computer graphics, because it uses these three components for color formation. However, RGB space is not very effective when it comes to real images. The fact is that to save the color of an image, you need to know and store all three components of the RGB, and if one of them is missing, it will greatly distort the visual image representation. Also, when processing images in RGB space, it is not always convenient to perform any pixel conversion, because, in this case, it will be necessary to list all three values of the RGB component and write back. This greatly reduces the performance of various image processing algorithms.*

### Research bases

#### Previous Images Filtration

Selection of the bright component. It is known that a color image requires at least three numbers per pixel to accurately convey its color. The method chosen to represent the brightness and color is called the color space [1].

There are three most common color models: RGB (used in computer graphics); YCbCr (used in video systems); CMYK (used in the color press).

All color spaces can be listed from the RGB space that can be obtained from the camera or scanner.

RGB space is well suited for computer graphics, because it uses these three components for color formation [2]. However, RGB space is not very effective when it comes to real images. The fact is that to save the color of an image, you need to know and store all three components of the RGB, and if one of them is missing, it will greatly distort the visual image representation. Also, when processing images in RGB space, it is not always convenient to perform any pixel conversion, because, in this case, it will be necessary to list all three values of the RGB component and write back. This greatly reduces the performance of various image processing algorithms. For these and other reasons, many video standards use brightness and two signals that carry information about the red and blue components of the signal, as a color model other than RGB. The most famous among such spaces is YCbCr [3].

It is known that human eyes are less sensitive to color, than to their brightness. In the RGB color space, all three components are considered equally important, and they are usually stored with the same resolution. However, you can display a color image more efficiently, separating the brightness from color information and presenting it with a higher resolution than color.

According to the recommendation of the ITU R BT.601 [4] the following ratios are proposed  $k_r=0,229$ ; and  $k_b=0,114$ . The multiplier  $k_g$  is derived from the relation  $k_r+k_g+k_b=1$ . Using these values, it is obtained a wide spread formula:

$$Y=0,299 \cdot R+0,587 \cdot G+0,144 \cdot B. \quad (1)$$

In order to process images in this work, the bright component of the YCbCr color space is used. Accordingly, in order to reach this, by using the formula 1 in the software Mathcad 15. Noises in images no system provides the perfect image quality for the object under research. Images during the process of forming their systems (photographic, holographic, and television) are usually exposed to various occasional interference or noise. A fundamental problem in the field of image processing is the effective noise removal, while preserving the image's parts which are important for further recognition. The complexity of the solution to this problem depends much on the noise's nature. In contrast to the deterministic distortions described by the functional transformations of the original image, additive models, pulse and multiplicative noise are used to describer and influences [5].

The most common type of interference is the random additive noise, which is independent from the signal. The additive noise model is used when the signal at the system's output or at some transformation stage. It can be considered as the sum of the useful signal and some random signal. The additive noise model describes well the effect of the film graininess. The fluctuation noise in the radioengineering systems, quantization noise in analog-to-digital converters, and the like.

Additive Gaussian noise is characterized by adding to each pixel images of values with normal distribution and with zero mean values. Such noise, usually, occurs during the digital image formation. Basic images information is contours of objects.



Classic linear filters can effectively eliminate, but the degree of small parts blurriness the image may exceed the permissible values.

Pulsed noise is characterized by the replacement of pixels' part in the image, with the values of a fixed or random variable. The automated digital image quality assessment carried out using the metric of objective image quality – Peak Signal to Noise Ratio (PSNR):

$$\text{PSNR} = 10 \cdot \log \left( \frac{255}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_i (X_i - Y_i)^2}} \right), \quad (2)$$

here are  $X_i$  - pixel of the image with which it is compared;

$Y_i$  - pixel of the image being compared;

$N$  - the number of image pixels.

In the image, such interferences look like isolated contrast points, an example of output and distorted impulse noise of an image with a density of 5%. Peak signal to noise ratio in this case: PSNR=9,213. Pulse noise is typical of devices for inputting images from a television camera, image transfer systems via radio channels, as well as for digital imaging and transfer systems. The use of linear filtration in this case is ineffective - each of the input pulses gives feedback in the form of a pulse filter's characteristic, and their aggregate contributes to the noise spread in the entire area of the image. To remove impulse noise, a special class of nonlinear filters based on rank statistics is used. The common idea of such filters is to detect the position of the pulse and replace it with the estimated value, while maintaining other pixels of the image unchanged.

#### Median image filtering

A successful solution to solve an impulse noise is to use median filtration proposed by John Tuke [6] for the analysis of economic processes. It should be noticed that median filtration is a heuristic processing method, its algorithm is not a mathematical solution to a strictly formulated problem. Therefore, the researchers pay much attention to the analysis of the image effectiveness processing on its basis and comparison with other methods.

When applying a median filter, each image pixel is sequentially processed. For median filtration, a two-dimensional window (filter aperture) is used, usually has a central symmetry, with its center located at the current filtration point. The dimensions of the aperture are among the parameters that are optimized in the process of analyzing the algorithm efficiency. Image pixels, that appear within the window, form a working sample of the current step.

However, as discussed above, median filtering smoothens the image borders to a lesser degree than any linear filtering. The mechanism of this phenomenon is very simple and is as follows. Assume that the filter aperture is near the boundary separating the light and image's dark areas, with its center located in the dark area. Then, most likely, the work sample will contain more elements with small brightness values, and, consequently, the median will be among those elements of the work sample that match this area of the image.

The situation changes to the opposite, if the aperture center is shifted to the region of higher brightness. But this means the presence of sensitivity in the median filter to brightness variations [7].

Filling the values operation of the median filter for the pixel value of the elementary object will correspond to the following expression:

$$y_k = x_{i,j} \left\{ i = k - \left\lfloor \frac{k}{m} \right\rfloor \cdot m, j = \left\lfloor \frac{k}{m} \right\rfloor, k = 0..(2m+1)^2 - 1 \right\}, \quad (3)$$

here are  $x_{i,j}$  – the value of the pixel of the original image with coordinates  $i$  and  $j$ ;

$y_k$  – a set of pixels' values included in the function's structure of the median filter;

$k$  – pixel values' index of the median filter;

$m$  – the radius of the median filter.

Therefore, it will be the solution of processing one pixel. In order to find the following values, the window function shifts to the right and when the image border reaches down one pixel down and moves from the original zero position on the horizontal axis until the image boundary is reached. In the end, an array containing the found values of the median filter will be formed. In this work, the median filtering is implemented using the software package Mathcad 15.

#### References

1. Yevseiev, S., Ahmed Abdalla, Osiiievskiy, S., Larin, V. and Lytyvnenko, M. (2020), Development of an advanced method of video information resource compression in navigation and traffic control systems, EUREKA: Physics and Engineering, No. 5. – pp. 31-42. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001405>.
2. Development of a method for the experimental estimation of multimedia data flow rate in a computer network. Sumtsov, D. Osiiievskiy, S. Lebediev, V. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Volume 2, Issue 2-92. 2018. – P. 56-64.
3. Pavlenko, M., Kolmykov, M., Tymochko, O., Khmelevskiy, S. and Larin, V. (2020), Conceptual Basis of Cascading Differential Masking Technology, 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). <https://doi.org/10.1109/dessert50317.2020.9125024>.
4. Tyurin, V., Martyniuk, O., Mirnenko, V., Open'ko, P. and Korenivska, I. (2019), General Approach to Counter Unmanned Aerial Vehicles, 2019 IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD). <https://doi.org/10.1109/apuavd47061.2019.8943859>.
5. Li, L. (2015). The UAV intelligent inspection of transmission lines. Proceedings of the 2015 International Conference on Advances in Mechanical Engineering and Industrial Informatics. doi: <https://doi.org/10.2991/ameii-15.2015.285p>.
6. Qassim, H., Verma, A., Feinzimer, D. (2018). Compressed residual-VGG16 CNN model for big data places image recognition. 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). doi: <https://doi.org/10.1109/ccwc.2018.8301729>.
7. Mashtalir, S., Mikhnova, O., Stolbovyi, M. Sequence Matching for Content-Based Video Retrieval (2018) Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP. 2018, art. no. 8478597, – pp. 549-553.

**КОЗИР Антон Григорович** (кандидат технічних наук)

**ОЛІЙНИК Руслан Михайлович**

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

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНИХ ТАКТИЧНИХ ЛІТАКІВ- РОЗВІДНИКІВ**

*В даній доповіді розглянуті результати оцінювання ефективності бойового застосування бойових комплексів авіаційної розвідки методами математичного моделювання на прикладі модернізованого літака розвідника Су-24МР, які враховують повний цикл бойового застосування модернізованого літака оперативно-тактичної розвідки і розширений перелік тактико-технічних характеристик його цільового обладнання в умовах бойових дій при веденні повітряної розвідки.*

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Підвищення розвідувального потенціалу модернізованого літака розвідника Су-24МР (МЛР) та забезпечення виконання ним завдань за призначенням на сучасному військово-технічному рівні досягається шляхом встановлення нового перспективного і модернізованого обладнання, при цьому, його покращені характеристики (масові, геометричні і аеродинамічні) повинні бути одним з предметів моделювання оцінки ефективності МЛР, але, зміна (покращення) обладнання має за мету: отримання розвідувальної інформації сучасного формату, від якості та достовірності якої, буде залежати повнота і своєчасність виконання бойового завдання.

Математичне моделювання є одним з основних шляхів оцінки бойової ефективності застосування авіаційних комплексів військового призначення, що займає пріоритетне місце серед таких, як льотний експеримент (льотні випробування) та оперативний розрахунок. Потреба в значно менших коштах, у порівнянні з льотним експериментом, та висока точність розрахунку вихідних даних, у порівнянні з оперативним розрахунком, обумовлює актуальність зазначеного методу.

МЛР - це спеціалізований літак повітряної розвідки, призначений для виконання розвідувальних завдань у потребах сухопутних військ і фронтової авіації, а на приморських напрямках - у потребах військово-морських сил.

Літак забезпечує всепогодну комплексну повітряну розвідку вдень і вночі у широкому діапазоні висот та швидкостей польоту, у реальному масштабі часу, на глибину до 400 км від лінії бойового зіткнення з протидією засобів протиповітряної оборони (далі – ППО) противника. Розвідувальна інформація накопичується безпосередньо на борту та оперативно передається на землю по

широкосмуговому і вузькосмуговому радіоканалам.

Водночас вся інформація супроводжується навігаційними даними для її прив'язки за координатами місця положення літака і часу. Прийом, обробка і дешифрування відбуваються у наземному комплексі.

Здатність до тривалого польоту на малих і гранично-малих висотах з використанням складок місцевості для маскування обумовлює високу живучість МЛР в умовах застосування сучасних засобів ППО.

МЛР може застосовуватися і в цивільних цілях для оцінки радіаційного зараження місцевості і повітря в районі атомних електростанцій, виявлення розливів нафтопродуктів на суші і воді, лісових пожеж, картографування місцевості тощо.

Основними напрямками, що забезпечують підвищення показників МЛР в умовах експлуатації є:

збільшення дальності виявлення повітряних, наземних і морських цілей;

збільшення якості та переліку розвідувальної інформації, що передається на наземне розвідувальне обладнання;

підвищення глибини та якості об'єктивного контролю бортових систем і оцінки дій екіпажу літака для забезпечення безпеки польотів;

забезпечення високої ймовірності виявлення об'єктів розвідки;

забезпечення відповідності засобів навігації, посадки, зв'язку вимогам ІКАО;

розширення номенклатури авіаційних засобів ураження, які застосовуються.

Модернізований комплекс МЛР забезпечує ведення розвідки вдень і вночі в простих та складних метеоумовах на висотах 50÷11500 м і швидкостях 600÷1320 км/год з виконанням наступних видів повітряної розвідки:

візуальне спостереження;

повітряне панорамне сканування наземної (водної) поверхні;

повітряне перспективне сканування наземної (водної) поверхні;  
радіолокаційну розвідку;  
загальну радіотехнічну розвідку;  
інфрачервону (теплову) розвідку;  
лазерну розвідку;  
радіаційну розвідку.

Дані тактико-технічні характеристики засобів розвідки в різних умовах застосування дозволяють зробити висновок, що модернізоване обладнання МЛР вдвічі збільшує максимальну роздільну здатність виявлених об'єктів при виконанні панорамного та перспективного сканування, в порівнянні з існуючими плівковими аерофотоапаратами типу АП-402 та А-100.

Модернізоване обладнання дозволяє зменшити час доставки відсканованого зображення у цифровому форматі до наземного мобільного комплексу, а також отримати значні переваги перед існуючими плівковими аерофотоапаратами (АП-402, А-100), а саме:

відсутність плівки (відпадає необхідність у її проявленні);

отримання зображення більшої роздільної здатності;

скорочення часу отримання зображень;  
можливість передачі зображення через радіоканал;

можливість дешифрування та обробки зображень об'єктів з використанням персональних комп'ютерів;

отримання зображень з геопросторовою інформацією для визначення координат об'єктів під час дешифрування;

можливість швидкого копіювання та розмноження зображень;

можливість створення баз цифрових зображень на спеціалізованих серверах.

Застосування панорамного та перспективного аерознімальних комплексів створених на базі цифрового літакового сканера з використанням цифрових технологій та сучасних багатоскладових сенсорів дозволяє:

виключити з конструкції механізм протягування плівки;

відмовитись від механічних пристроїв розгортки (дзеркала, що коливаються, призми, які обертаються, тощо);

відмовитись від механічних затворів;

відмовитись від механічних компенсаторів зсуву зображення.

Застосування цифрових технологій та відсутність рухомих механічних елементів дозволяє значно знизити масу виробу, знизити енергоспоживання, підвищити надійність та спростити обслуговування.

При модернізації на МЛР заново встановлюється та модернізується наступне обладнання:

новий панорамний аерознімальний комплекс на базі цифрового літакового сканера типу 6-PAS-1;

новий перспективний аерознімальний комплекс на базі цифрового літакового сканера видимого та ближнього ІЧ-діапазонів типу 3-PAS-1;

нова бортова складова модернізованого ширококутового каналу "Траса";

новий бортовий цифровий обчислювач розвідки з накопичувачем розвідувальної інформації БЦОР;

модернізована радіолокаційна станція бокового огляду РСА "Штик-М";

нова бортова апаратура супутникової навігаційної системи СНС-4324;

нова цифрова система повітряних сигналів СВС-24;

літаковий далекомір МСД-2000В;

літаковий відповідач А-511;

навігаційно-посадкова апаратура "Курс-93М";

бортовий аварійно-експлуатаційний реєстратор польотної інформації БУР-4-1-10;

модернізована УКХ радіостанція Р-862;

нова модернізована система викиду хибних цілей (теплових пасток та дипольних відбивачів) "Адрос" АВ-50;

модернізована система попередження про ракетну атаку.

Застосування цифрових технологій та відсутність рухомих механічних елементів дозволяє значно знизити масу виробу, знизити енергоспоживання, підвищити надійність та спростити обслуговування.

Враховуючи вищенаведені заходи, за результатами моделювання було отримано наступні результати:

1) Використання навігаційно-інформаційного комплексу на МЛР дозволяє виконувати політ з точністю навігації у виході на об'єкт розвідки за часом 10-45 секунд, при цьому відхилення від лінії заданого шляху і в районі розвідки буде складати на МВ і ГМВ 20 - 40 м з імовірністю в режимі СНС "НАВІГАЦІЯ" 0,95. Наявність у складі навігаційної системи НК-24МР приймача супутникової навігаційної системи доводить можливість виходу його в заданий район розвідки з імовірністю не менш 0,98.

2) Модернізована радіолокаційна станція (далі – РЛС) БО "Штик-М" забезпечує виявлення та розпізнавання наземних військових об'єктів розвідки з еквівалентною площею розсіювання до 104 м<sup>2</sup> на загальній площі 100×100 км в умовах відсутності радіолокаційних заводів з ймовірністю не менше 0,91 з точністю визначення координат об'єкту розвідки 400-600 м.

3) Аерофотознімальне бортове обладнання МЛР ПАК 6-PAS-1 забезпечує виявлення типових об'єктів розвідки, за допомогою бортових оптичних засобів розвідки видимого діапазону з ймовірністю не менше 0,92 з максимальною роздільною здатністю 0,1-0,15 м.

4) Аерофотознімальне бортове обладнання МЛР ПАК 3-PAS-1 забезпечує виявлення

типових об'єктів розвідки, за допомогою бортових оптичних засобів розвідки видимого інфрачервоного діапазону з ймовірністю не менше 0,89 з максимальною роздільною здатністю 0,1-0,2 м.

5) Станція загальної радіотехнічної розвідки СРС-13 "Тангаж" забезпечує виявлення, аналіз та розпізнавання сигналів розвідуємих радіоелектронних засобів (далі – РЕЗ) до 90 % працюючих РЛС на глибину території противника 400 км і більше в залежності від висоти польоту в умовах відсутності радіолокаційних завад при середній щільності РЕЗ в районі розвідки не нижче  $10^{-3}$  РЕЗ/км<sup>2</sup> з ймовірністю не менше 0,9 з визначенням їх типу, координат і параметрів роботи.

### Висновок

Результати моделювання підтверджують можливість та доцільність застосування МЛР у визначеному діапазоні висот і швидкостей бойового застосування. Модернізоване і знову встановлене обладнання дозволяє забезпечити необхідну ефективність виконання повітряної розвідки з ймовірністю 0,8-0,98. Розроблена математична модель дозволяє підвищити достовірність оцінювання ефективності бойового застосування тактичних літаків-розвідників і може застосовуватися для розрахунку ймовірності виконання бойового завдання модернізованими літаками-розвідниками.

### Список використаних джерел

1. О.І. Волков, Г.В. Певцов, В.А. Клименко, Ю.Б. Ситник. Оцінювання ефективності повітряної розвідки при плануванні бойового застосування її засобів / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2010, випуск 2 (4).
2. В.П. Городнов, Е.Б. Смирнов, А.В. Тристан, О.Е. Чернавина. Выбор показателей и критериев для оценки эффективности ведения воздушной разведки по выявлению незаконных вооружённых формирований. / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2012, випуск 1 (7).
3. П.М. Стещенко. Математична модель для оцінювання ефективності бойового застосування розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів. / Озброєння та військова техніка, 2016, випуск 2 (10).
4. Ю.Г. Мильграм, И.С. Попов. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций / М. : ВВИА, 1970.
5. А.А. Корочкин. Оценка эффективности поиска разведывательными авиационными комплексами. / - Х. ХВВАИУ, 1986.
6. Ю.Л. Мельников. Воздушная радиотехническая разведка (методы оценки эффективности). - М.: Радиотехника. 2005.
7. В.Н. Гевелинг. Боевая эффективность летательных аппаратов. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1983.
8. Бойове застосування авіації Повітряних Сил, Підручник, К.: НАОУ, 2008.



**П'ЯВЧУК Олександр Олександрович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ І ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ У ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ**

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Досвід використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у воєнних конфліктах, а саме у Нагірному Карабасі та окремих районах Донецької та Луганської областей показує, що застосовувати БпЛА доцільно не тільки з метою проведення розвідувальних, наглядових та корегувальних дій, а також з метою нанесення ураження озброєнню та військовій техніці та живій силі противника.

У сучасних конфліктах відсоток застосування БпЛА постійно збільшується, це зумовлене низкою переваг при їх застосуванні, а саме:

оператори, які керують БпЛА можуть перебувати у десятках, сотнях, а інколи і тисячах кілометрів від лінії фронту, що дозволяє запобігти втратам особового складу, уникнути репутаційних ризиків та виконувати більш складні і ризиковані завдання. Крім того, у разі втрати БпЛА фінансові і політичні збитки будуть менші у порівнянні із втратою пілотованих літальних апаратів та особового складу;

виготовлення та використання БпЛА, особливо малого та середнього класу, відрізняється відносно малими фінансовими затратами, що в свою чергу дозволяє виготовити їх у достатній кількості у порівнянні з ремонтом та модернізацією пілотованих літальних апаратів.

Сучасні розвідувально-ударні безпілотні комплекси дозволяють використовувати сучасні оптичні засоби розвідки та високоточні засоби ураження, що дозволяє знищувати більшу частину наземних цілей противника, в тому числі, в урбанізованій та забудованій місцевості, яким на сьогодні є Донбас, при цьому запобігаючи можливих як людських, так і інфраструктурних втрат.

Можливість проводити тривалі за часом розвідувальні місії та за потреби наносити ураження, при цьому оператор БпЛА має можливість у реальному часі обмінюватись інформацією з усією мережею управління бойовими діями, а також організувати взаємодію з іншими операторами для більш дієвого застосування ударних та розвідувальних БпЛА. Це було висвітлено на відео азербайджанського Міноборони з Карабаху і саме за такого сценарію був знищений вірменський зенітно-ракетний комплекс "Тор".

Водночас, на сьогодні існують проблемні питання щодо застосування БпЛА, які потребують свого вирішення:

Корисне навантаження БпЛА, особливо малих та середніх, значно менше ніж у пілотованих літаків, тобто пілотований літак здатен одночасно скинути більше засобів ураження та нанести більших збитків противнику.

На етапі виготовлення БпЛА необхідно дотримуватись стратегії імпортозаміщення та бажано налагодити повний цикл зборки та технічного обслуговування протягом всього часу експлуатації, що в свою чергу дасть можливість для розвитку внутрішнього ринку та позбавить залежності від імпортних складових (затримках у поставках, накладання санкцій на компанії підрядники тощо).

Залежність від якості та ступеню захищеності каналів зв'язку від засобів радіоелектронної боротьби противника, що в свою чергу впливає на дальність польотів БпЛА. Це питання вирішується за допомогою супутникових каналів зв'язку але значно підвищує вартість використання БпЛА та потребує домовленостей щодо оренди вищезазначених каналів.

Водночас, досвід застосування БпЛА у воєнному конфлікті в Нагірному Карабасі довів, що завдання з проведення розвідки, цілевказання, ураження опорних пунктів та техніки, які традиційно виконувались Повітряними Силами та армійською авіацією, були успішно виконанні за рахунок залучення БпЛА [1].

Наразі в Туреччині ведуться випробування висотного, великої дальності польоту безпілотного бойового літального апарата Байрактар Акіпсі з українським турбогвинтовим двигуном від компанії Івченко-Прогрес АІ-450С. Його внутрішнє корисне навантаження складає близько 400 кг, а навісне навантаження складає близько 950 кг. Він має вісім вузлів підвіски та може використовувати різні комбінації авіаційних засобів ураження ракет (CIRIT, L-UMTAS ASM, Gökdoğan AAM, SOM ALCM) та бомб (МAM-Л, МAM-С, Mk-81, Mk-82, Mk-83, JDAM, HGK, LGK).

Крім того, у Сполучених Штатах Америки ведуться випробування нового боєприпасу CLEAVER, який був скинутий з задньої рампи транспортного літака MC-130J Commando II.

Скидання крилатих ракет з вантажних літаків вважається більш дешевою альтернативою бомбардувальникам. Зокрема керівництво ВПС США розглядає можливість розробки "літака-арсенала" озброєного великою кількістю крилатих ракет. При цьому сам транспортний літак не наражатиметься на небезпеку, оскільки не входить у зону можливого ураження.

У рамках випробувань, що відбулися на полігоні Давгей у штаті Юта наприкінці січня 2020 року, масогабаритні макети ракет були складені на піддони, які отримали назву Combat Expendable Platforms (CEP), що викидалися через вантажну рампу Lockheed Martin MC-130J.

Під час випробувань, MC-130J 27-го Крила спеціальних операцій, що базується на військовій базі ВПС у Нью-Мексико, скинув два піддони з двома боєприпасами CLEAVER, а також третій піддон з двома невизначеними «макетами боєприпасів». Точний принцип дії не розголошується, але відомо, що бойова витратна платформа (CEP), після виходу з літака займає вертикальне положення за допомогою парашута, після чого запускає боєприпаси за допомогою дистанційного керування або заздалегідь встановленого спускового механізму.

Згідно з планом AFRL, вже заплановані додаткові демонстрації за участю більшої кількості CLEAVER, в тому числі із ракетними прискорювачами і повнорозмірних засобів з опціональними боеголовками і системами наведення на кінцевій ділянці траєкторії [3].

Повітряні Сили США вже багато років працюють над концепціями мережевих боєприпасів, зокрема у рамках відміненої на сьогодні програми “Сірий вовк” (Gray Wolf) та діючого проекту “Золота Орда” (Golden Horde).

Так перша льотна демонстрація програми “Золота Орда” відбулась 14 листопада 2020 року, під час якої винищувач F-16 зі складу 96-го випробувального крила ВПС (авіабаза ВПС Еглін, штат Флорида) скинув дві авіабомби. В подальшому було випробувано ще чотири боєприпаси, які змогли вразити чотири окремі цілі одночасно [2].

Україна, наразі, також перебуває в потоці сучасних трендів розвитку безпілотної авіації. Так на початку 2018 року Україна придбала у турецької компанії Baykar один розвідувально-ударний комплекс Bayraktar TB2, що відноситься до класу оперативно-тактичних середньовисотних БПЛА з великою тривалістю польоту. Українсько-турецька угода щодо закупівлі даних безпілотної авіаційних комплексів (БАК) також передбачала постачання спеціальних боєприпасів та часткову локалізацію виробництва БПЛА цього типу в Україні. Також Україна замовила до комплексу певну кількість плануючих бомб з лазерним наведенням MAM-L, що мають дальність ураження цілі на відстанях від 500 м до 8 км. При цьому точність наведення складає до одного метра. TB2 став першим комплексом такого типу, що знаходиться на озброєнні ЗС України.

Однак варто зазначити, що ще 2017 року ПАТ “ЧеЗаРа”, ПРАТ “НВО Практика” та польська компанія WB Electronics презентувала оновлений варіант ударно-розвідувального комплексу “Сокил”. Він складається із двох безпілотників. Перший - розвідувальний FlyEye, який забезпечує виявлення та спостереження за цілями, а другий Warmate - ударний дрон-камікадзе. Зібрана

безпілотником FlyEye інформація передається на пункт управління, де приймається рішення на застосування ударного дрона-камікадзе Warmate У носовій частині апарат оснащується бойовою частиною, яка може змінюватися у залежності від типів цілей. Максимальна дальність ураження, шляхом самознищення при потрапленні в ціль, становить до 30 км.

В залежності від типу бойової частини, маса вибухової речовини може становити від 530 до 1350 грам. Наразі відомо чотири основних типи бойових частин: фугасної дії, уламково-фугасної дії, кумулятивної дії, запальноючої дії.

Увесь комплекс розміщується на базі кількох броневих автомобілів “Козак-2М” від української компанії ПрАТ “НВО Практика”.

Ударно-розвідувального комплексу “Сокил” проходив випробування в інтересах Збройних Сил України, однак поки що не прийнятий на озброєння.

Ще один ударний БПЛА, розроблений ТОВ “Компанія оборонних і радіоелектронних технологій” (КОРТ), безпілотник-камікадзе або баражуючий боєприпас – RAM UAV. Вперше його було продемонстровано під час 3-ї Міжнародної виставки та конференції безпілотної систем і тренажерів UMEX 2018, яка проходила в Абу Дабі (ОАЕ) в лютому 2018 року

Основне призначення RAM UAV – це виявлення в заданому районі та ураження наземних (надводних) броньованих цілей та систем протиповітряної оборони.

RAM UAV оснащений електричним двигуном, що забезпечує дальність польоту до 30 км на крейсерській швидкості у 70 км/год. Запуск БПЛА здійснюється за допомогою спеціальної катапульты. За даними компанії-розробника, широке застосування в конструкції безпілотника-камікадзе композитних матеріалів робить його малопомітним для систем ППО противника.

На розгортання апарату необхідно лише 10 хвилин, а максимальний час польоту становить 40 хвилин. Завдяки інтегрованому льотному контролеру можна автоматично вести літак за заданим маршрутом, переглядати відео в реальному часі та здійснювати прицільне ураження цілі після її виявлення.

БПЛА RAM UAV може оснащуватись трьома типами бойової головної частини, для виконання різноманітних завдань, зокрема: термобаричною – для знищення живої сили противника всередині приміщень, а також легкої броньованої техніки разом з десантом; кумулятивною – для знищення броньованих наземних (надводних) цілей; та осколково-фугасною – для знищення живої сили противника на відкритій місцевості.

БПЛА RAM UAV пройшов випробування в зоні проведення Операції об’єднаних сил із відсічі та стримування збройної агресії Росії на Донбасі і показав високі результати протидії ворожим комплексам радіоелектронної боротьби.

Під час виставки “Зброя та безпека 2019” Науково-виробничим підприємством “Атлон Авіа” вперше представлено власну розробку - ударний безпілотний комплекс “Грім”. Він представляє собою баражуючий боеприпас, сконструйований за принципом біплану з двома наборами Х-подібних площин, що встановлені на корпусі боеприпасу разом із оптико-електронним обладнанням для наведення цілі. Така конструкція забезпечує гарну керуваність у режимі наведення та пікірування комплексу на цілі.

Основний метод запуску комплексу за допомогою мультиторного літального апарату, який транспортує ударний безпілотник у зону знаходження цілі. На висоті 500 метрів здійснюється наведення та пікірування безпілотника. У момент пуску безпілотника мультиторний літальний апарат піднімається на висоту до 1 кілометра та виконує функцію ретранслятора, слідкуючи за результатами ураження цілі. Максимальна дальність ураження цілі становить 30-40 км. Максимальна тривалість польоту складає до 60 хвилин. Загальна злітна маса становить до 10 кг, а вага бойової частини – до 3,5 кг.

Одною з особливостей комплексу є його незалежність від навігаційних систем, що дозволяє йому працювати автономно навіть під час ведення активної радіоелектронної боротьби.

Ще однією новинкою стала оновлена версія відомого безпілотника розвідника People Drone PD-1, розробленого компанією UkrSpecSystems, який перейшов у категорію ударних. Апарат з самого початку створювався для ведення розвідки. У 2018 він було доопрацьований після чого отримав функцію вертикального зльоту та посадки, а також позбувся катапульти для запуску.

Нова версія PD-1 оснащена новим потужнішим двигуном, який відтепер може оснащуватись баражуючими боеприпасами, що встановлюються у спеціальні підвісних контейнерах, що розташовані по одному на кожному крилі. Корисне навантаження одного боеприпасу може становити понад три кілограми. Маса корисного навантаження, за інформацією розробників, становить 8 кг. Максимальний час польоту 5 годин. Максимальна стеля польоту 2 км.

Точність ураження з висоти одного кілометра становить близько десяти метрів, але цей показник також залежить від того чи оснащений боеприпас

системами прицілювання та коригування траєкторії.

Окрім вищезазначених комплексів варто згадати і перспективний проект ДП “Антонов” БАК “Горлиця”. Він вперше був представлений ще у 2017 році. Після того апарат пройшов випробування на міць, його випробували в аеродинамічній трубі, а в жовтні 2017 - були проведені льотні випробування. Основними характеристиками безпілотного комплексу є: практична дальність польоту до 1050 кілометрів, тактичний радіус застосування до 80 км, максимальний час польоту до 7 годин. За словами конструкторів ДП “Антонова” у кооперації з КБ “Луч” проводиться робота щодо оснащення комплексу спеціальними легкими ракетами, таким чином цей комплекс можна віднести до класу тактичних ударних безпілотних комплексів. Станом на 2021 рік, роботи щодо вдосконалення комплексу продовжуються [4].

Таким чином, можна зробити висновок, що застосування БАК та новітніх засобів ураження дозволяє виконувати доволі широкий спектр бойових завдань з проведення розвідки, цілевказання, ураження опорних пунктів та техніки, при цьому забезпечити високий рівень захищеності особового складу залученого до виконання цих завдань.

Крім того, розробка нових сценаріїв застосування у подальшому дозволить розширити спектр завдань, які будуть виконуватись БПЛА.

### Список використаних джерел

1. Кузнец Д. После карабахского конфликта все говорят о «революции дронов». Режим доступа: <https://meduza.io/feature/2020/11/19/posle-karabahskogo-konflikta-vse-govoryat-o-revoljutsii-dronov>. (дата звернення: 04.03.2021).
2. Ukrainian Military Pages. США випробували мережеві боеприпаси «Золота Орда». Режим доступа: <https://www.ukrmilitary.com/2021/02/golden-horde.html>. (дата звернення: 04.03.2021).
3. Ukrainian Military Pages. ВПС США експериментують із скиданням крилатих ракет з транспортників. Режим доступа: <https://www.ukrmilitary.com/2020/06/cleaver.html>. (дата звернення: 04.03.2021).
4. Кушелев Г. Ударні БПЛА України. Режим доступа: [https://defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/udarni\\_bp\\_la\\_ukrajini-456.html](https://defence-ua.com/weapon_and_tech/udarni_bp_la_ukrajini-456.html). (дата звернення: 04.03.2021).

**БЕЗДЄЛЬНИЙ Віталій Вадимович**  
**ШЕВЧЕНКО Сергій Олександрович**

*Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## **АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ**

*Проведена оцінка можливості використання гібридних силових установок для безпілотних літальних апаратів. Інтеграція в традиційну силову установку електричного двигуна. Сформовано основні переваги електричного двигуна від газотурбінного двигуна. Наведена таблиця можливості внесення змін до національної класифікації силових установок безпілотних літальних апаратів.*

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Аналіз тенденцій розвитку та досвіду застосування безпілотних авіаційних комплексів у ході проведення бойових дій, антитерористичних операцій дозволяє стверджувати, що безпілотна авіація стала важливою складовою систем спостереження та моніторингу наземної обстановки, забезпечуючи отримання інформації у відносно широкому діапазоні умов спостереження, з необхідною якістю, але більш низьким рівнем ризику та втрат. Значну актуальність набула необхідність збільшення інформаційного забезпечення військових підрозділів на оперативно-тактичному рівні.

Безпілотний літальний апарат - це високоточний засіб авіаційного ураження, який тривалий час в режимі очікування знаходиться в повітрі в районі цілі, атакує її після отримання відповідної команди. У продовж останніх років у світі спостерігається стрімкий розвиток особливого озброєння, який має право зайняти окреме місце в класифікаційному спектрі озброєння та військової техніки – ударні безпілотні авіаційні комплекси (БпАК). За стандартами НАТО – Unmanned Combat Aerial Vehicle (UCAV).

Виникає необхідність створення безпілотного літального апарату в Україні, який в своєму складі буде мати наземні та повітряні засоби ураження. Його призначення полягатиме в забезпеченні безпосередньої вогневої підтримки окремих підрозділів, придушення протиповітряної оборони противника. Безпілотні літальні апарати повинні бути здатними здійснювати багатогодинне патрулювання визначеного району, самостійно виявляти цілі противника та вражати їх.

Перспективним напрямком розвитку безпілотних літальних апаратів - є зміна традиційної силових установок на гібридну силову установку, тобто інтеграція роботи турбореактивного або турбогвинтового двигуна з електричним. Дана концепція відкриває чимало переваг:

- зменшення викидів CO<sub>2</sub>;
- набагато менші розміри силових установок, та менша кількість силових вузлів які потребують постійного догляду та заміни;

- оптимізація часу на технічне обслуговування;

- зменшення шуму двигунів, що безперечно є великою перевагою не тільки у цивільній сфері використання безпілотної авіації але і у військовій;

- зменшення інфрачервоної помітності за рахунок відсутності температури вихідних газів з електричної силових установок;

- зменшення акустичної помітності за рахунок відсутності великого джерела шуму.

Сучасний БПЛА з гібридною силових установкою не повинен поступатися як сучасним, так і перспективним пілотованим авіаційним комплексам, а саме:

- конструкція планера БПЛА повинна виконуватися з використанням "стелс"-технологій;

- конструкція БПЛА повинна забезпечувати ведення бою як на ближніх, так і на дальніх дистанціях, він повинен уміти вести бій з наземними, повітряними і морськими цілями;

- гранична швидкість БПЛА повинна знаходитися в межах 300-500 км/год;

- максимальна дальність польоту БПЛА повинна становити не менше 600 км;

Якщо порівнювати газотурбінні та поршневі силових установок з електричними силовими установками, їх вага з паливом не змінюється під час польоту, тому електрична силових установка має ряд переваг:

- заправка акумуляторів за рахунок сонячних батарей;

- при правильній експлуатації електричного двигуна, високі експлуатаційні показники роботи акумуляторних батарей;

- надійний запуск та стабільна робота на перехідних режимах роботи двигуна без додаткового обладнання;

- легкість в автоматизації управління і контролю основних параметрів електросилових установок, таких як: частота обертання, напруга живлення, струм, контроль запасу заряду акумулятора;

- відсутність холостого ходу, що з великою імовірністю заощаджує заряд енергії в акумуляторній батареї та може бути значною перевагою при виборі силових установок для БПЛА.



З розвитком технологій великою проблемою становить маса літального апарату. Встановлення сонячних батарей, розміри акумуляторів ведуть до збільшення потужності електричних силових установок і найбільш раціональним та сучасним варіантом можна розглядати встановлення на безпілотний літальний апарат гібридну силову установку [1].

Аналіз тенденцій розвитку силових установок класифікувати сучасні безпілотні літальні апарати наведений у (Табл.1).

На підставі проведеного аналізу тенденцій використання гібридних силових установок та напрямків подальшого розвитку безпілотних літальних апаратів можна сказати, що використання комбінованих електричних силових установок разом з газотурбінними або поршневіми двигунами є перспективним напрямком розвитку безпілотної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Таблиця 1

**Можливість внесення змін до національної класифікації силових установок безпілотних літальних апаратів**

Класифікація, (вага літального апарату кг)	Рівень застосування	Радіус дії (км)	Тип силової установки
Легкі (менш 150 кг)	Тактичні – мікро (до 2 кг)	до 5 км	електричний авіаційний двигун з живленням від акумуляторів
	Тактичні – міні (від 2 до 15 кг)	від 5 до 25 км	
	Тактичні – малі (від 15 кг)	більш 25 км	
Середні (150-600 кг)	Тактичні (оперативно-тактичні)	більш 50 км	поршневі двигуни 2-тактні, 4-тактні, роторні двигуни, електричний авіаційний двигун з живленням від акумуляторів (сонячних батарей)
Важкі (600 кг і більш)	Оперативні	Більше 200 км	ГТД, електричний авіаційний двигун, паливний елемент
	Стратегічні	Більше 400 км	ГТД, паливний елемент

**Список використаних джерел**

1. Корченко О. Г. Узагальнена класифікація безпілотних літальних апаратів / О. Г. Корченко, О. С. Ілляш // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – Х: ХНУПС. 2012, № 4 (33). – С. 27-36.
2. Droschel D. Omnidirectional perception for lightweight UAVs using a continuously rotating 3D laser scanner / Droschel D., Schreiber M., Behnke S. // The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. UAV-g2013. – Rostock: 2013. – P. 107-112.
3. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). – Режим доступа: URL: [fly-photo.ru/primenenje-bpla.html]

4. Knysh B. The classification of the certain types of the unmanned aerial vehicles / Knysh B., Brovko P., Popil D. // International periodic scientific journal. Modern engineering and innovative technologies. Heutiges ingenieurwesen und innovative technologien. – 2017, №2. – С. 34-39.
5. Kucherenko Yu.F. Development of unmanned aerial vehicles ways of usage / Yu.F. Kucherenko, A.M. Nosyk // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. – Харків: ХНУПС. 2017, № 1 (26). – С. 30-34
6. Мосов С.П. Беспилотная разведывательная авиация стран мира: история создания, опыт боевого применения, современное состояние, перспективы развития: Монография / С.П. Мосов. – К.: Изд. Дом. «Румб». 2008. – 160 с.

**ПАВЛЕНКО Максим Анатолійович** (доктор технічних наук, професор)

**ЗАХАРЧЕНКО Ірина Вікторівна** (кандидат технічних наук)

**КАЛІНОВСЬКИЙ Дмитро Олександрович**

*Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ В ХОДІ УПРАВЛІННЯ ЗМІШАНОЮ ГРУПОЮ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ

*В доповіді проведено аналіз факторів, які впливають на процес прийняття рішення, як на етапі підготовки так і в ході ведення бойових дій.*

### Виклад основного матеріалу дослідження

Планування підготовки до застосування сил та засобів підрозділів ЗС України для виконання завдань за призначенням, передбачає реалізацію ряду практичних та теоретичних цілей, логістичного забезпечення та способів їх досягнення.

Ефективне досягнення цілей, що визначені на етапі планування в першу чергу базується на своєчасних та обґрунтованих рішеннях штабів та командирів. При цьому зауважимо, що формальна реалізація етапу прийняття рішення супроводжується залученням компонентів автоматизованої системи управління (АСУ) та комплексу заходів автоматизації (КЗА). В свою чергу поєднання людино-машинних ресурсів в часі суттєво залежить від динаміки змін поточної ситуації, тобто має переслідуватись адаптивний характер. Адаптивність людино-машинної системи в першу чергу визначається комплексом внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на процес прийняття рішення (ПР) в ході управління змішаною групою сил та засобів.

Характерною задачею адаптивної діяльності в управлінні змішаною групою, як на етапі підготовки прийняття рішення так і в ході ведення бойових дій є адаптивність прийняття рішення з широкомасштабним застосуванням безпілотних

літальних апаратів (БпЛА), які використовуються як до початку бойових дій так і на кожному із етапів. Їх застосування характеризувалось оперативним поданням розвідувальної інформації, як одного із факторів ПР. У взаємодії з іншими родами військ (сил)[1], та досвідом проведення операції об'єднаних сил (ООС) де використовувались безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) розвідувального призначення [2], доцільно вважати що цей фактор був одним із найвпливовіших при ПР.

Зазначимо, що процес ПР по своїй природі являється циклічним і залежить від визначеного ступеню досягнення поставленої цілі та рівня знань, умінь та навичок особи, яка приймає рішення (ОПР), тобто носить в значній мірі суб'єктивний характер.

Фактори, які впливають на процес ПР особою яка приймає рішення (ОПР) розглянуто з урахуванням операціональних, логіко-психологічних, психо-діагностичних та психофізіологічних складових [3,4], та основних етапів процесу прийняття управлінського рішення [5].

Аналіз тактико-технічних можливостей змішаних груп сил та засобів показав, що найбільш ефективною з точки зору досягнення поставлених цілей являється ієрархічна багаторівнева система управління в якій реалізована структура прийняття рішення що наведена на рис.1.

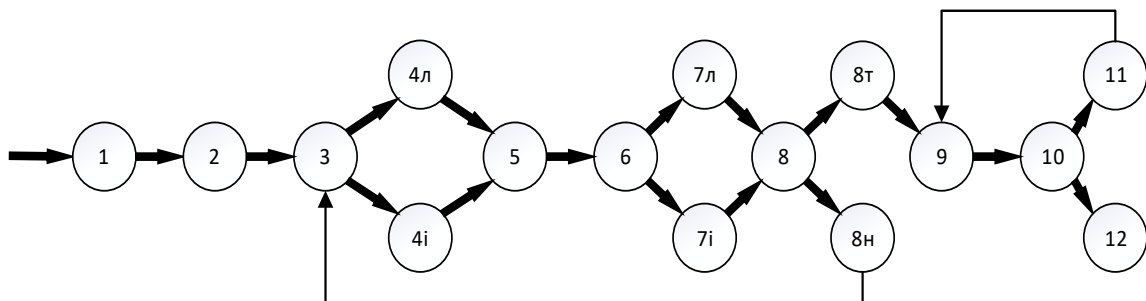


Рис.1 Варіант структури прийняття рішення

де:  
 - необхідний час (➡);  
 - отримання задачі в залежності від складу сил, засобів та завдань, які вони виконують (1);

- формування цілей і стратегій для вирішення задачі (2);  
 - збір необхідної інформації (3);  
 - аналіз інформації;

- аналіз інформації експертами (4л);
- аналіз інформації системою управління (4і);
- формування обмежень і критеріїв відбору (5);
- генерування альтернатив (6);
- попередній вибір альтернатив:
- вибір альтернативи експертами (7л);
- вибір альтернативи системою управління (7і);
- порівняння альтернатив і оцінка результатів ПР:
- результат задовольняє (8т);
- результат не задовольняє, перехід до 3 етапу (8н);
- прийняття рішення і контроль виконання (9);
- аналіз обстановки і оцінка результату (10);
- при незадовільній оцінці, аналіз виникнення помилки та перехід до повторного ПР (11);
- задача виконана, документування процесу, доповідь про виконання (12).

Зазначимо що наведена структура ПР залежить від складу змішаних груп, тому зміна складу групи веде до зміни структури прийняття рішення.

При цьому необхідно чітко розділяти суб'єктивні і об'єктивні фактори, що впливають на процес ПР.

До суб'єктивних відносяться: психофізіологічні, морально – психологічні якості. Невід'ємною частиною є підготовка до заданого виду діяльності.

Об'єктивні в свою чергу поділяються на дві підгрупи: середовищні й апаратурні [6]. До факторів середовища належать фактори зовнішнього середовища, тобто умови організації діяльності ОПР, швидко змінювана обстановка сил і засобів по відношенню до яких приймається рішення і у мови в яких він приймає рішення. Апаратурні в свою чергу важливі на етапі проектування системи людина – машина (СЛМ), оскільки сприяють її ефективному функціонуванню і відіграють особливу роль в організації робочого місця оператора. Кількість засобів, їх параметри, час реакції системи, структура та зміст інформаційного потоку, що циркулює в системі.

В наведеному варіанті структури прийняття рішення проведено аналіз інформації і попередній вибір альтернатив прийняття рішення, які розбиті на участь в цих діях ОПР та системи управління, так як, психологічні дослідження свідчать про використання ОПР спрощених або суперечливих вирішальних правил [7]. Це породжує потребу у

використанні автоматизованої системи підтримки прийняття рішень, щодо управління змішаною групою сил та засобів під впливом множини факторів, які характеризуються динамічною зміною внутрішніх параметрів та в сукупності являються вхідним фактором що впливають на ефективність ПР. Крім того необхідно враховувати стан оточуючого середовища в якому приймається рішення, його стабільність, яка сприяє стійкості застосування знань умінь та навичок та екстремальність, яка в залежності від психотипу ОПР може бути як підсилюючим фактором так і гнітючим.

Однак навіть при врахуванні наведених факторів не виключається їх кореляція з факторами які не враховані, або один з одним, що веде до зміни параметрів і спричиняє потребу в додаткових розрахунках.

Таким чином, у сучасних умовах ведення бойових дій, прийняття ефективних рішень неможливе без використання системи підтримки прийняття рішення (СППР), завданням якої, є забезпечення необхідного рівня оперативності, отримання інформації, її систематизація, актуалізація та формалізація на різних етапах з використанням існуючих методів та моделей ПР.

### Список використаних джерел

1. Бакуменко Б. В. Тактика родів військ Повітряних Сил Збройних Сил України : підручник / Б. В. Бакуменко, В. І. Боровий, О. В. Висоцький та ін., за заг. ред. О. В. Турінського. Харків : ХНУПС. 2020. – 479 с.
2. Павленко М. А. Особливості застосування досвіду ООС для підготовки фахівців військ зв'язку, автоматизованих та інформаційних систем : навч. посіб. / М. А. Павленко, О. М. Чекунова, С. А. Макаров та ін. – Х. : ХНУПС. 2020. – 275 с.
3. Борисюк А. О., Павленко М. А., Тимочко О. І. Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил : навч. посіб. 2-ге вид., доп. і перероб. – Х. : ХУПС. 2011. – 176 с.
4. Дюк В. А., Классификация психодиагностических методик (по материалам монографии “Компьютерная психодиагностика”).
5. Квасницька Р. С. Процес прийняття управлінських рішень: зміст і етапи : наук. вісн. ПУЕТ № 6 (51), ч. 2. – 2011.
6. Шевяков О. В. Ергономічні засади психології праці та інженерної психології : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / О. В. Шевяков, Н. О. Євдокимова. – Миколаїв : Іліон. 2014. – 471 с.
7. Левин Р. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бэйсике. – М.: Финансы и статистика. 1990.– 234 с.

<sup>1</sup>ВАСИЛЕНКО Ольга Анатоліївна

<sup>2</sup>МІЩЕНКО Василь Борисович (кандидат військових наук, старший науковий співробітник)

<sup>1</sup>БРИГІНЕЦЬ Ігор Володимирович

<sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

<sup>2</sup>Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В ОБОРОННІЙ ОПЕРАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ)

Сучасний характер бойових дій, насамперед Операції об'єднаних сил (ООС) на сході України зумовлює необхідність пошуку комплексного та дієвого інструментарію, за допомогою якого стане можливою ефективна відсіч агресії противника. Ключовим фактором створення такого інструментарію можна вважати науково обгрунтоване застосування авіації, яка є протягом останніх десятиліть однією з найважливіших складових збройних сил будь-якої держави.

Досвід останніх конфліктів, зокрема, подій в Сирії та на сході України показав зростання ролі безпілотних літальних апаратів. Зростання бойових можливостей безпілотних літальних апаратів – з одного боку та відносно низька вартість їх виготовлення та експлуатації – з іншого дають усі підстави стверджувати про доцільність розширення переліку виконуваних задач і збільшення їх частки у складі ударного угруповання авіації під час ведення бойових дій в повітрі.

Тому, коректне обгрунтування сил і засобів повітряного угруповання, створеного із пілотованої та безпілотної авіації, а також раціонального розподілу бойових задач для такого угруповання є актуальним науково-технічним питанням.

Визначено та проаналізовано основні фактори, що впливають на ефективність спільного застосування пілотованих та безпілотних літальних апаратів.

**Ключові слова:** безпілотні авіаційні комплекси (літальні апарати), авіаційні засоби ураження, бойове застосування, оборонна операція, пілотована авіація, протидія безпілотним авіаційним комплексам, спільне застосування безпілотної та пілотованої авіації.

### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Сучасні збройні конфлікти характеризуються, поперше, вогневим впливом на всю глибину території (бойових порядків) противника і обмеженістю часу на планування застосування і координацію дій засобів ураження (РВіА та ударна авіація). По-друге, наземні угруповання військ протиборчих сторін все більше діють за відсутності безпосереднього контакту з противником (т.зв. “дистанційні бойові дії”) та чітко вираженої лінії фронту. По-третє, одним із основних завдань регулярних військ стає знищення незаконних збройних формувань (НЗФ) і баз терористичних організацій – цілей, зазвичай розміщених на неконтрольованих урядом територіях у важкодоступній місцевості.

У локальних війнах та збройних конфліктах кінця ХХ – початку ХХІ століття відбулися бойові випробування декількох поколінь авіаційної техніки та озброєння. Як наслідок, хід та результат збройного протиборства в цілому став визначатися воєнними (бойовими) діями у повітряно-космічній сфері. Від конфлікту до конфлікту змінювалися форми та способи, масштаб і характер дій авіації.

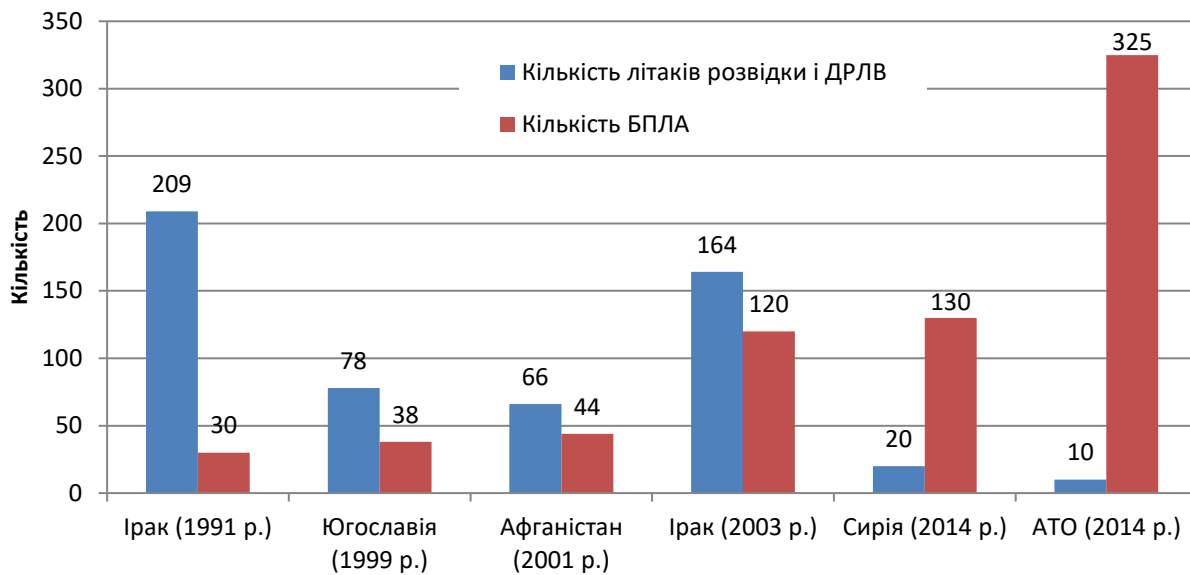
Як наслідок, саме авіація військово-політичним керівництвом багатьох країн розглядається як раціональний інструмент досягнення успіху.

Підвищення ефективності застосування авіації можливе за двома напрямками: нові конструктивні рішення (або модернізація) літальних апаратів та авіаційних засобів ураження; нові способи застосування різних родів авіації.

З урахуванням досвіду останніх локальних війн і воєнних конфліктів (Близький Схід, 1982–2008; Балкани, 1999; Афганістан, 2001–2008; Кавказ, 1994–2008), і насамперед, АТО (ООС), особливу увагу слід приділити питанню застосування БпЛА різних типів. Динаміка зростання частки БпЛА на прикладі розвідувальних наведена на рис. 1.

Як наведено на рис. 1, за складних економічних умов та обмеженого фінансування ЗСУ, саме масоване застосування БпЛА дозволяє вирішувати завдання розвідки на належному рівні. Інший важливий ефект від такого підходу – збереження життя льотного складу пілотованої авіації і дороговартісної авіатехніки за одночасного зниження експлуатаційних витрат.





**Рис. 1** Кількість БПЛА та літаків розвідки, ДРЛВ і управління у деяких локальних війнах і збройних конфліктах.

Стратегією Повітряних Сил 2035 визначено, що основним завданням авіації Повітряних Сил протягом наступних 15 років буде забезпечення винищувального авіаційного прикриття та відбиття (у взаємодії з зенітними ракетними військами) ударів засобів повітряного нападу противника по важливих (критичних) об'єктах інфраструктури та комунікацій, угрупованнях військ (сил), що прикриваються, збереження їх боєздатності і створення умов для виконання ними поставлених завдань. Іншими завданнями авіації визначені: вогневе ураження з повітря наземних (морських) цілей на передньому краї оборони своїх військ (сил), у тактичній та найближчій оперативній і глибині з використанням пілотованих та безпілотних авіаційних комплексів; ведення повітряної розвідки пілотованими та безпілотними авіаційними комплексами.

Отже, підвищення ефективності виконання завдань за рахунок спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації є актуальним науковим та прикладним завданням. Одним із доцільних підходів для вирішення цього завдання є використання окремих елементів факторного аналізу.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Цілями статті є: по-перше, аналіз завдань пілотованої та безпілотної авіації в оборонній операції оперативного угруповання військ (сил), характерні риси та особливості їх застосування; по-друге, аналіз та узагальнення факторів, що впливають на ефективність спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації в оборонній операції оперативного угруповання військ (сил).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Застосування БПЛА у воєнних конфліктах кінця ХХ – початку ХХІ ст. та їх розвиток у зазначений період відбувалися під впливом трьох основних

груп факторів: умов виконання бойових завдань, науково-технічного прогресу та воєнно-економічних факторів. Основну увагу приділимо саме першій групі факторів.

У районі проведення АТО (ООС) для виконання бойових завдань ЗС РФ найбільш часто застосовуються БПЛА I та II класів типу “Гранат-1, 2, 3, 4”, “ZALA 421-08M”, “Елерон ЗСВ”, “Застава”, “Тахион”, “Орлан-10”, “Форпост”. Їх типові завдання: ведення розвідки, коригування вогню, нанесення ударів та радіоелектронна боротьба.

Також ведуться розробки ударних БПЛА тактичного та оперативно-тактичного класів. Разом з тим слід зазначити, що штатні БПЛА ЗС РФ можуть бути модифіковані для використання авіаційних засобів ураження.

Найбільшу загрозу для державних та військових об'єктів України можуть становити БПЛА тактичного класу, поля бою та мікро, що можуть бути використані диверсійно-розвідувальними групами з території, що підконтрольна ЗС України. Дані БПЛА можуть бути обладнані зарядами вибухової речовини, запальвальними боєприпасами, боєприпасами, що містять бойові отруйні речовини [1–10].

Отже, проведений аналіз збройних конфліктів сучасності та АТО (ООС) на території Донецької та Луганської областей свідчить про тенденцію збільшення масштабів застосування в них БПЛА та розширення спектра завдань, які на них покладаються, зокрема ведення розвідки, коригування вогню, нанесення ударів, радіоелектронної боротьби тощо.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Як відомо, основною метою оборонної операції є зрив або відбиття наступу (удару) військ противника; завдання йому суттєвих втрат; перехоплення ініціативи; утримання (прикриття)

займаних територій (районів, об'єктів), акваторій; економії сил і засобів на другорядних (менш важливих) напрямках. Це досягається послідовним та/або одночасним виконанням таких основних завдань: відбиття повітряного нападу противника; дезорганізація системи управління військами і зброєю, ППО, розвідки та РЕБ противника; прикриття ділянок державного кордону; відбиття наступу ударних угруповань військ (сил) противника; заборона прориву противника у глибину; завдання ураження угрупованням військ противника, що вклинилися або прорвалися, і відновлення втраченого положення проведенням контрудару (контратак); зрив намагань противника відновити наступ; боротьба з повітряними десантами, рейдовими загонами, диверсійно-розвідувальними силами (ДРС) противника та НЗФ.

Для виконання покладених завдань створюється оперативне угруповання військ (сил), до складу якого входять також сили і засоби авіації ПС ЗС України. Основним їх призначенням є: авіаційна підтримка та прикриття військ; участь у відбитті ударів засобів повітряного нападу противника, завдання ударів по його важливих об'єктах; висадка повітряних десантів, перевезення військ; виконання інших завдань за планом командувача оперативного угруповання військ (сил).

Досвід застосування авіації в АТО (ООС), свідчить, що в інтересах створеного угруповання виконувались такі завдання: нанесення авіаційних ударів по опорних пунктах, вогневих позиціях, базах підготовки та скупчення живої сили і техніки НЗФ; нарощування системи управління завдяки ретрансляції сигналів бойового управління; повітряні перевезення військ, озброєння, бойової техніки та інших матеріальних засобів, санітарні перевезення, здійснення десантування повітряних десантів та вантажів; винищувальне авіаційне прикриття дій ударної, розвідувальної та транспортної авіації; авіаційна підтримка військ (сил); ведення повітряної розвідки; аеромедична евакуація; мінування з повітря; чергування з ППО.

Особливостями виконання завдань авіацією в АТО (ООС) є: висока ефективність системи розвідки НЗФ, що забезпечується підтримкою всіх наявних сил та засобів, які має в розпорядженні РФ;

скорочений час від постановки до виконання завдання обумовлений високою мобільністю підрозділів бойовиків та їх диверсійних груп; необхідність застосування літаків-ретрансляторів для підтримки радіозв'язку з екіпажами, які виконують завдання на надмалій висоті; подавлення радіозв'язку між екіпажами і пунктами управління, або можливого перехоплення їх переговорів і втручання сторонніх осіб з метою дезінформації і зриву управління; неоднорідність та складність фізико-географічних умов східного району України, що затрудняють візуальне орієнтування льотного складу, особливо на малій висоті польоту; щільна ешелонована система ППО противника та розвинута система інформаторів про дії наших військ.

У свою чергу, особливостями застосування БпЛА є те, що: стартові позиції можуть розташовуватися поблизу лінії зіткнення; в тактичній зоні інтенсивність дій розвідувальних БпЛА є більшою; розвідувальні польоти супроводжуються обстрілами з метою провокування вогню у відповідь; інформація з ворожих БпЛА передається в режимі реального часу з подальшим дублюванням передовим підрозділам противника; для ураження об'єктів наявні БпЛА оперативно переобладнуються в ударні; для підвищення прихованості управління БпЛА можуть розгортатись мережі ретрансляторів з використанням радіотехнологій подвійного призначення.

Визначено, що завдання оборонної операції можливо виконати із застосуванням БпЛА, тільки одне (головне) завдання оборонної операції – відбиття повітряного нападу противника може бути здійснено виключно пілотованою авіацією. Такий стан речей дозволяє, завдяки розширенню застосуванню БпЛА в інших завданнях, вивільнити частину пілотованої авіації для виконання головного завдання операції.

Наведене свідчить про можливість успішного спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації.

На ефективність бойового застосування пілотованої і безпілотної авіації під час ведення бойових дій впливає сукупність факторів, які поділяються за різними ознаками. Варіант класифікації цих факторів наведено на рис. 2.



Рис. 2 Фактори, що впливають на ефективність бойового застосування пілотованої і безпілотної авіації (варіант)

Аналіз та деталізація факторів, що впливають на ефективність бойових дій в цілому, наведених на рис. 3, показав, що на умови бойового застосування пілотованої і безпілотної авіації впливають: характер бойових дій своїх військ; характер дій противника; характеристика об'єктів впливу (цілей); протидія противника (ППО, РЕБ, ССО, ПСО); бойові можливості пілотованої та безпілотної авіації; фізико-географічні,

метеорологічні умови, пора року, час доби; наявний час на виконання завдання; морально-психологічні фактори.

Наведені фактори, насамперед, характер бойових дій своїх військ, характер дій противника, характеристика об'єктів впливу, протидія противника визначають склад сил і засобів авіації, які приймають участь в оборонній операції військ (сил) в якості певного льотного ресурсу.

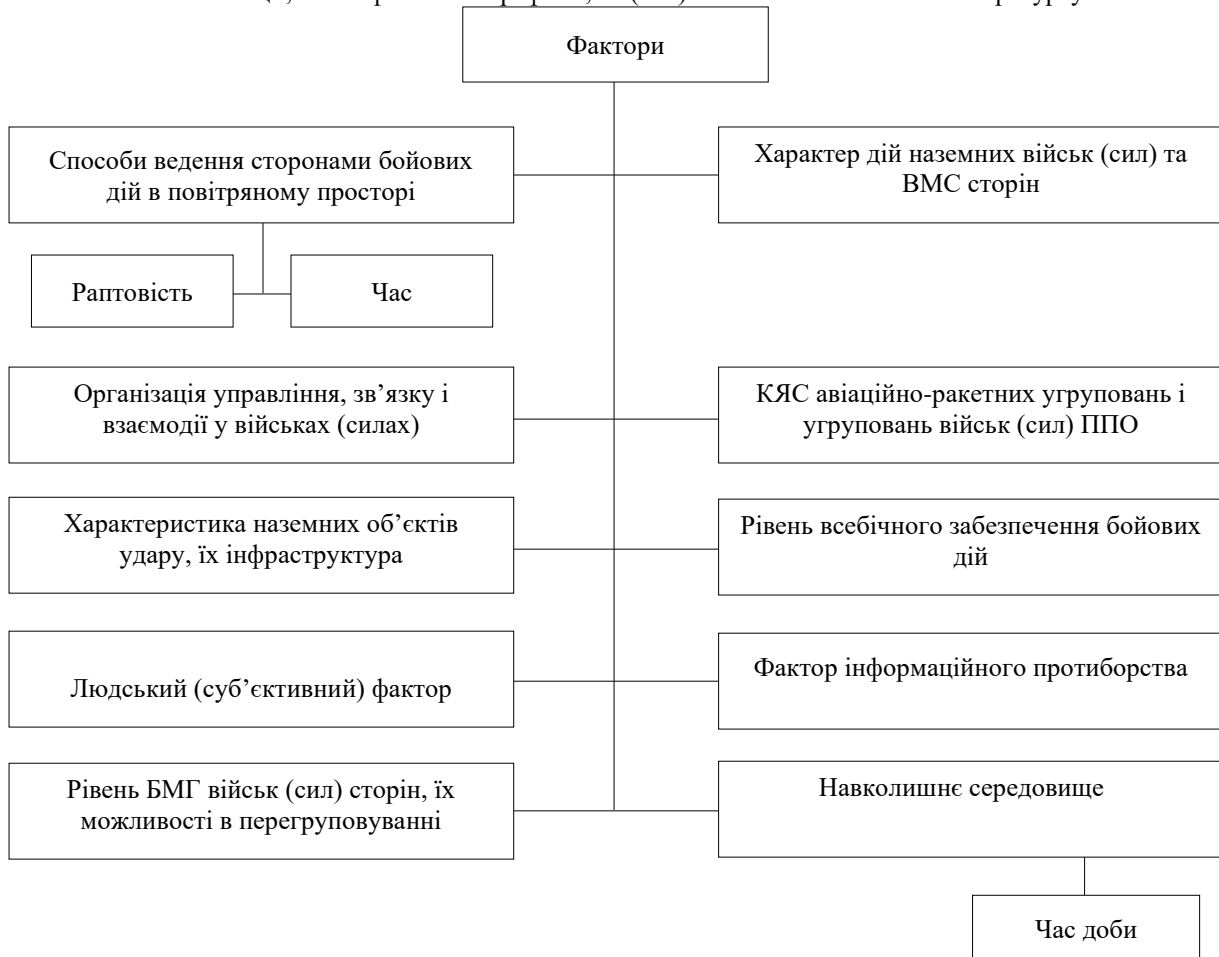


Рис. 3 Основні фактори, що впливають на ефективність бойових дій (варіант)

Безпосередньо на розподіл льотного ресурсу під час ведення бойових дій авіаційними підрозділами впливають такі фактори: обсяг завдань авіації щодо вогневого ураження об'єктів противника (дольова участь комплексного вогневого ураження); ймовірність втрат авіації від засобів протиповітряної оборони противника і відхід авіаційної техніки в ремонт; склад угруповання авіації ПС з урахуванням боеготових літаків, рівня підготовки льотного складу та боеготової техніки ППО; середнє напруження бойових вильотів родів авіації на добу; резерв сил авіації.

Крім того, наведені фактори поділяються на некеровані та керовані. До некерованих факторів належать: характеристики району бойових дій, можливості противника щодо ведення бойових дій. До керованих факторів, насамперед, належать: рівень підготовки та морально-психологічний стан льотного та інженерно-технічного складу, вибір

варіантів озброєння та способів їх застосування тощо.

Зовнішні фактори визначають вплив середовища на хід операції (фізико-географічні умови місцевості, метеорологічна обстановка тощо).

Внутрішні фактори визначаються особливостями конкретної авіаційної військової частини. Зазвичай вони належать до керованих. Вони відображають вплив структурних підрозділів авіаційної військової частини на хід і результат операції (бою); насамперед, це рівень підготовки та злагодження льотного та інженерно-технічного складу, особового складу підрозділів наземного забезпечення польотів, варіант побудови бойових порядків.

Варіант узагальненої класифікації факторів впливу наведено у табл. 1.

## Класифікація факторів впливу на хід і результат операції (варіант)

ФАКТОРИ	Внутрішні	Зовнішні
незмінювані	характеристики району бойових дій; можливості противника щодо ведення бойових дій (ОШС, БЧС тощо); тактико-технічні характеристики своїх ПА та БпЛА	умови виконання завдань; тактико-технічні характеристики (ТТХ) ОВТ противника; стан сил і засобів противника (втрати у людях і техніці, витрати боєкомплекту, ПММ тощо, морально психологічний стан тощо)
змінювані	склад сил та засобів, які приймають участь у ведення бойових дій; боєкомплект, який використовується ПА та БпЛА для виконання бойових задач; фактори, які є наслідком операції (бойових дій): побудова нашими військами бойових порядків та системи ППО (відносно противника); точність і надійність своїх інформаційних систем і засобів ураження; рівень підготовки особового складу	природні фактори: характеристики району проведення операції, фізико-географічні умови місцевості, метеорологічні умови; фактори, які є наслідком операції (бойових дій): побудова противником бойових порядків та системи ППО (відносно наших військ); ймовірність нанесення ударів по об'єктах, що можуть призвести до екологічної катастрофи; фактори, що характеризують наявність і види різного роду обмежень (рівень фінансування Збройних Сил України, норми міжнародного гуманітарного права, домовленості щодо припинення вогню чи використання певних видів озброєння, соціальне забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей); рівень взаємодії з нашими підрозділами що забезпечують: подолання ППО противника, винищувально-авіаційне прикриття та прикриття від засобів повітряного нападу противника)

Дані табл. 1 свідчать про певну симетричність більшості факторів: фактори, зовнішні стосовно наших військ, є внутрішніми стосовно військ противника, і навпаки; аналогічно, це ж саме стосується більшості змінюваних і незмінюваних факторів. У зв'язку із обмеженим обсягом публікації та складністю взаємозв'язків, які при цьому виникають, зазначену симетричність розглянемо на прикладі змінюваних та незмінюваних факторів, походження факторів (зовнішній/внутрішній) зафіксуємо.

Зведені результати експертного оцінювання впливу окремих факторів на результативний (кінцевий) показник, а саме – ефективність спільного застосування ПА та БпЛА, матимуть вигляд, наведений у табл. 2. У чисельнику надано

значення за свої війська, у знаменнику – за противника.

Наведені у табл. 2 дані опрацьовано за допомогою програмного продукту AtteStat (спеціальне доповнення до стандартної офісної програми Microsoft Excel) через обчислення медіани Кемені, що показує, які дані мають мінімальне розходження із іншими експертами.

По-перше, для кожної групи факторів як для своїх військ (див. табл. 2, виділено блакитним, у чисельнику), так і за противника (див. табл. 2, виділено червоним, у знаменнику), провідними виявилися одні і ті самі експерти: № 1 і № 3 відповідно.



## Зведені результати експертного оцінювання впливу факторів на ефективність спільного застосування ПА та БпЛА (варіант)

Фактор	ЕКСПЕРТИ									
	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4	Експерт №5	Експерт №6	Експерт №7	Експерт №8	Експерт №9	Експерт №10
незмінювані										
хар-ки району операцій (бойових дій)	0,92/ 0,92	0,92/ 0,9	0,9/ 0,92	0,9/ 0,91	0,95/ 0,94	0,94/ 0,94	0,95/ 0,84	0,85/ 0,85	0,95/ 0,94	0,97/ 0,9
можливості сторін із ведення операцій	0,80/ 0,81	0,80/ 0,81	0,9/ 0,88	0,75/ 0,75	0,75/ 0,79	0,85/ 0,82	0,68/ 0,7	0,72/ 0,73	0,77/ 0,8	0,92/ 0,94
ТТХ ПА та БпЛА, інших систем ОВТ	0,93/ 0,94	0,93/ 0,94	0,9/ 0,9	0,9/ 0,88	0,95/ 0,94	0,92/ 0,91	0,93/ 0,94	0,93/ 0,924	0,89/ 0,87	0,87/ 0,85
умови виконання завдань	0,76/ 0,78	0,76/ 0,73	0,77/ 0,79	0,76/ 0,74	0,67/ 0,65	0,87/ 0,85	0,79/ 0,78	0,9/ 0,87	0,88/ 0,84	0,76/ 0,74
стан сил і засобів сторін	0,89/ 0,93	0,87/ 0,92	0,9/ 0,93	0,91/ 0,91	0,92/ 0,91	0,93/ 0,94	0,95/ 0,99	0,91/ 0,93	0,9/ 0,87	0,93/ 0,94
змінювані										
боскомплект ПА та БпЛА	0,76/ 0,76	0,8/ 0,76	0,79/ 0,75	0,82/ 0,8	0,88/ 0,85	0,89/ 0,84	0,68/ 0,7	0,68/ 0,68	0,71/ 0,7	0,75/ 0,7
наслідки операції (бойових дій)	0,92/ 0,92	0,95/ 0,95	0,96/ 0,95	0,92/ 0,94	0,89/ 0,9	0,9/ 0,88	0,96/ 0,94	0,94/ 0,95	0,85/ 0,85	0,94/ 0,94
точність і надійність своїх інформаційних систем і засобів ураження	0,85/ 0,85	0,84/ 0,83	0,86/ 0,85	0,87/ 0,87	0,8/ 0,8	0,87/ 0,84	0,9/ 0,9	0,84/ 0,84	0,89/ 0,87	0,87/ 0,86
рівень підготовки особового складу	0,96/ 0,96	0,99/ 0,96	0,97/ 0,95	0,98/ 0,98	0,94/ 0,94	0,91/ 0,92	0,92/ 0,92	0,94/ 0,94	0,87/ 0,86	0,88/ 0,85
ймовірність нанесення ударів по екологічно небезпечних об'єктах	0,98/ 0,98	0,96/ 0,95	0,99/ 0,98	0,9/ 0,92	0,93/ 0,92	0,96/ 0,95	0,97/ 0,95	0,96/ 0,94	0,94/ 0,92	0,92/ 0,9
обмежувальні фактори	0,64/ 0,6	0,7/ 0,65	0,72/ 0,7	0,67/ 0,62	0,79/ 0,78	0,61/ 0,6	0,77/ 0,75	0,77/ 0,74	0,71/ 0,69	0,69/ 0,66
рівень взаємодії з підрозділами, що забезпечують: подолання ППО противника, винищувально-авіаційне прикриття та прикриття від ЗПН противника	0,75/ 0,72	0,82/ 0,8	0,78/ 0,75	0,79/ 0,78	0,79/ 0,77	0,8/ 0,78	0,74/ 0,73	0,76/ 0,75	0,76/ 0,76	0,75/ 0,73

По-друге, значення коефіцієнтів конкордації: близько 0,7 для незмінних факторів та понад 0,8 для змінних факторів підтверджують тезу про їх симетричність.

По-третє, як для своїх військ, так і для військ противника, перші три найбільш важливі фактори обох груп ідентичні (табл. 3).

## Найбільш важливі фактори впливу та їх значення

ФАКТОР	ЗНАЧЕННЯ	
	За свої війська	За війська противника
незмінювані		
хар-ки району операцій (бойових дій)	0,92	0,92
ТТХ ПА та БпЛА, інших систем ОВТ	0,93	0,9
стан сил і засобів сторін	0,89	0,93
змінювані		
ймовірність нанесення ударів по екологічно небезпечних об'єктах	0,98	0,98
наслідки операції (бойових дій)	0,92	0,95
рівень підготовки особового складу	0,96	0,95

Дані табл. 3 свідчать, що під час планування спільного застосування ПА і БпЛА насамперед слід враховувати саме змінювані фактори як найбільш непередбачувані і такі, що можуть призвести до катастрофічних наслідків для своїх військ і цивільного населення. Рівень підготовки особового складу є не менш важливим, оскільки від нього значною мірою залежить запобігання таким ударами та оперативному і ефективному реагуванню на будь-які раптові зміни.

Із незмінюваних факторів доцільно в першу чергу розглядати характеристики району операцій одночасно із ТТХ ПА і БпЛА, тому що (з урахуванням досвіду АТО (ООС) саме коректний вибір складу сил і засобів з урахуванням рельєфу, забудови, наявності об'єктів критичної інфраструктури, конфігурації лінії фронту критично впливає (визначає) на перебіг і кінцевий результат операції.

Наступними кроками дослідження мають бути: визначення взаємозв'язків між факторами обох груп як за свої війська, так і за противника; оцінювання значущості цих взаємозв'язків; побудова полінома цільової функції. На цьому кроці доцільно застосування методів нелінійної динаміки, зокрема методу групового урахування аргументів (МГУА) [10, С.13-46] та відповідного програмного забезпечення (IDENTA, GMDH Shell тощо).

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Проведений аналіз збройних конфліктів сучасності та АТО (ООС) на території Донецької та Луганської областей свідчить про тенденцію збільшення масштабів застосування в

них БпЛА та розширення спектра завдань, які на них покладаються, зокрема ведення розвідки, коригування вогню, нанесення ударів, радіоелектронної боротьби тощо. Отримані результати не є вичерпними. З подальшим накопиченням інформації та проведенням обчислень вони будуть суттєво доповнені. Це дозволить у подальших публікаціях приділити увагу розвитку способів групового застосування БпЛА, а також спільного застосування безпілотної і пілотованої авіації, яка діятиме в єдиному

інформаційному просторі згідно із концепціями ведення “мережецентричних війн”.

### Список використаних джерел

1. Обобщённая классификация беспилотных летательных аппаратов. URL: <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/3142> (дата звернення 20.02.2020).
2. Глотов, В., Гунина А., Телешук Ю. Анализ возможностей застосування безпілотної авіаційної апаратури для військових цілей URL: <https://studfile.net/preview/8092235/> (дата звернення 20.02.2020).
3. Алімпієв, А.В., Ватан М.І., Тюрін В.В., Мяснін В.І. Результати аналізу основних класів БпЛА для оцінювання можливості їх спільного застосування з армійською авіацією, 19.03.16 URL: <https://www.ukrmilitary.com/2016/03/analiz-bpla.html> (дата звернення 20.02.2020).
4. Стрельников Д. Совместное применение пилотируемой и беспилотной авиации США в первой половине XXI века / Д. Стрельников, А. Сидоров, Ю. Мгимов // Зарубежное военное обозрение. – 2018. № 4. – С. 52–59.
5. Беспилотник «Альтиус» получит искусственный интеллект. URL: <http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/3142> (дата звернення 02.04.2020).
6. MANNED VS UNMANNED. URL: <http://www.sps-aviation.com/story/?id=1278> (дата звернення 10.10.2020).
7. «Ворон»: Сверхзвуковой подвесной беспилотный самолет-разведчик. URL: <https://testpilot.ru/russia/tupolev/voron/> (дата звернення 24.08.2020).
8. Дозор 600. Технические характеристики. URL: <https://avia.pro/blog/dozor-600-tehnicheskie-harakteristiki-foto> (дата звернення 24.09.2020).
9. Шовкошитний І. І., Василенко О. А. Особливості застосування безпілотної літальної апаратури за досвідом проведення операції Об'єднаних сил. XV міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожудуба “Новітні технології – для захисту повітряного простору”: тези доповідей, 10–11 квітня 2019 року. Харків. : ТОВ “ДІСА ПЛЮС”. 2019. – С. 114–115.
10. Сальнікова, О.Ф. Використання технологій стратегічних комунікацій в системі управління Збройними Силами України / О.Ф. Сальнікова, В.Б. Міщенко, В.В. Шидлюк, С.І. Антоненко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2017. № 3(30), – С. 61-68.

**ТРИСТАН Андрій Вікторович** (доктор технічних наук, старший науковий співробітник)  
**МАТЮЩЕНКО Ольга Генадіївна**

*Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## ГРУПОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У МІСІЯХ З ПОШУКУ ТА ВПЛИВУ НА НАЗЕМНИЙ ОБ'ЄКТ

*В роботі розроблена мета-модель мультиагентної системи пошуку та впливу на наземний об'єкт групою безпілотних літальних апаратів при централізованому варіанті управління. Проведено аналіз досвіду групового застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні завдань із пошуку та впливу на об'єкти земної поверхні, визначені ролі агентів та їх завдання в складі групи. Визначені завдання інтелектуальної системи управління безпілотними літальними апаратами.*

### Виклад основного матеріалу дослідження

Аналіз літератури свідчить про актуальність досліджень в галузі створення та модернізації систем групового управління роботизованими комплексами, в тому числі гетерогенних систем, здатних розширити можливості виконання завдань та вивести їх на якісно новий рівень. Наукові дослідження із створення групових систем управління можна поділити на категорії: комунікація між елементами групи [1, 2], методи та моделі управління групою [1-4], розподіл завдань та ролей групи [5, 6], планування маршруту (дій) групи [7, 8], штучний інтелект в задачах розпізнавання ситуацій та прийняття рішень [9-11].

Складність реалізації методів колективного управління БпЛА полягає у вирішенні завдань, пов'язаних із плануванням завдання та польоту групи, комунікацією, розподілом завдань і ролей в групі.

Перспективним в системах управління БпЛА є впровадження мультиагентних систем (МАС), які є напрямком штучного інтелекту в області розподілених комп'ютерних систем та паралельних обчислень, що передбачає створення системи з багатьох взаємодіючих агентів [12].

У табл. 1 визначені основні ролі та їх завдання в групі при виконанні місії з пошуку та впливу на об'єкт.

Таблиця 1

Ролі БпЛА та їх завдання в складі групи

Роль агента	Корисне навантаження	Завдання в складі групи
Лідер	Обчислювальні системи попередньої обробки даних моніторингу, датчики збору інформації, лазерний радар, системи автоматизації процесів виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єктів, оптико-електронне обладнання, засоби зв'язку	– планування (перепланування) маршруту; – моніторинг; – цілерозподіл; – узагальнення даних та визначення сценарію – комунікація з пунктом управління.
Розвідник	Обчислювальні системи попередньої обробки даних моніторингу, датчики збору інформації, лазерний радар, системи автоматизації процесів виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єктів, оптико-електронне обладнання, засоби зв'язку	– моніторинг; – ідентифікація та класифікація об'єктів; – наведення та корегування; – повторний моніторинг.
Радіоелектронного впливу	Системи радіоелектронного подавлення, системи радіотехнічної розвідки, засоби зв'язку	– радіотехнічна розвідка; – подавлення засобів протидії групі БпЛА при виконанні місії.
Фізичного впливу	Системи та засоби ураження; система наведення, засоби зв'язку	– моніторинг; – ураження об'єкту, нанесення повторного удару.

Також до складу групи можуть входити: відволікаючий, хибний, БпЛА, БпЛА – жертва [2], ролі яких є другорядними та спрямовані на дезінформування протидіючої сторони, як додатковий засіб визначення місця цих об'єктів. Для управління інтелектуальними літальними апаратами в

складі групи визначені наступні: централізоване та децентралізоване. Основною перевагою централізованого управління групою БпЛА з лідером-розвідником є ефективне подолання протидії виконанню місії за рахунок ситуативного автономного режиму. Однак, існує необхідність

переходу між централізованим та децентралізованим режимами при виконанні місії для збільшення адаптаційних можливостей групи до дій протилежної сторони. Подібну складну систему управління можна вважати штучною гетерогенною системою, що потребує самоорганізації для інтеграції інформації від різних джерел та генерації рекомендацій особі, яка приймає рішення [14]. Загальна схема зв'язків між

агентами групи при централізованому управлінні наведено на рисунку 1. Лідером призначається БпЛА зі складу групи, який містить відповідне цільове навантаження (та займає відповідне положення у групі). Стратегія групового руху забезпечується метаевристиками, як варіант за типом “зграя” у відповідності до дій лідера.

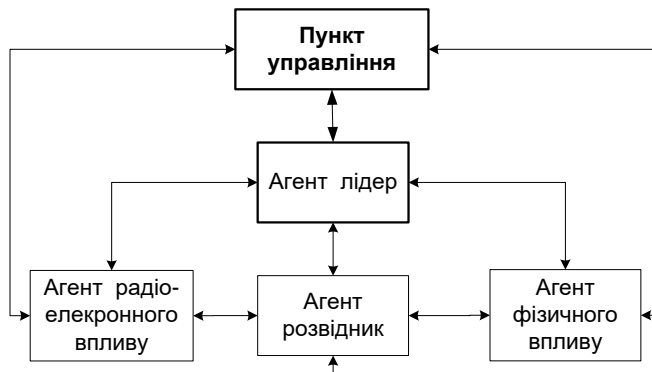


Рис. 1. Схема зв'язків між агентами групи БпЛА та пунктом управління (централізований варіант управління)

Організація зв'язків, які представлені на рисунку 1 забезпечує підтримання актуальності інформації в системі та оперативність виконання завдань групою.

Цикл роботи МАС з пошуку та впливу на об'єкт представлено на рис. 2.

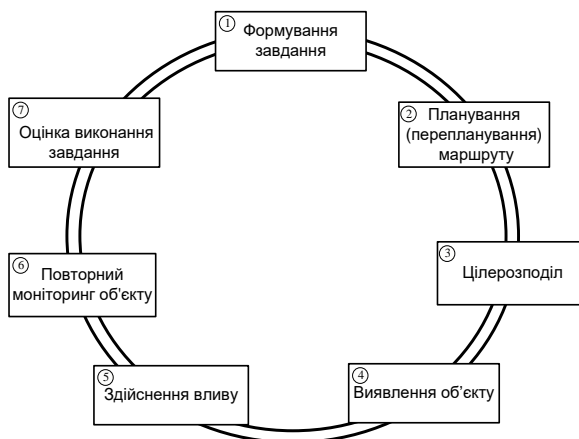


Рис. 2. Цикл роботи агентів МАС з виявлення та впливу на об'єкт противника

На рисунку 3 у вигляді схеми представлена мета-модель системи пошуку та впливу на об'єкт групою БпЛА.

Пунктирна лінія відображає зв'язок між агентами виконавцями, які використовуються при централізованому управлінні.

Оскільки задача пошуку та впливу на об'єкт пов'язана із застосуванням технічних засобів, які здатні нанести руйнування та шкоду цивільному об'єктам чи інфраструктурі, структура МАС передбачає два рівня підтвердження безпеки: підтвердження оператором через команду управління безпосередньо до виконавця або через агента лідера та постійний контроль зон безпеки самим агентом.

Мета-модель містить два типи внутрішніх сценаріїв поведінки агента [15]: сценарії, які активуються при комунікації з іншим агентом та сценарії, що активуються самим агентом. Наприклад, агент розвідник при виявленні об'єкту активує сценарій ідентифікації, тоді як для активації сценарію виявлення необхідне повідомлення з командою управління від агента лідера.

Для ефективної роботи МАС пошуку та впливу на об'єкт групою БпЛА мають бути визначені правила та стратегії поведінки агентів, що відповідатимуть середовищу застосування МАС та ролі кожного агента. Правила закладені в БЗ МАС дозволять агентам правильно та ефективно реагувати на ситуації [12].



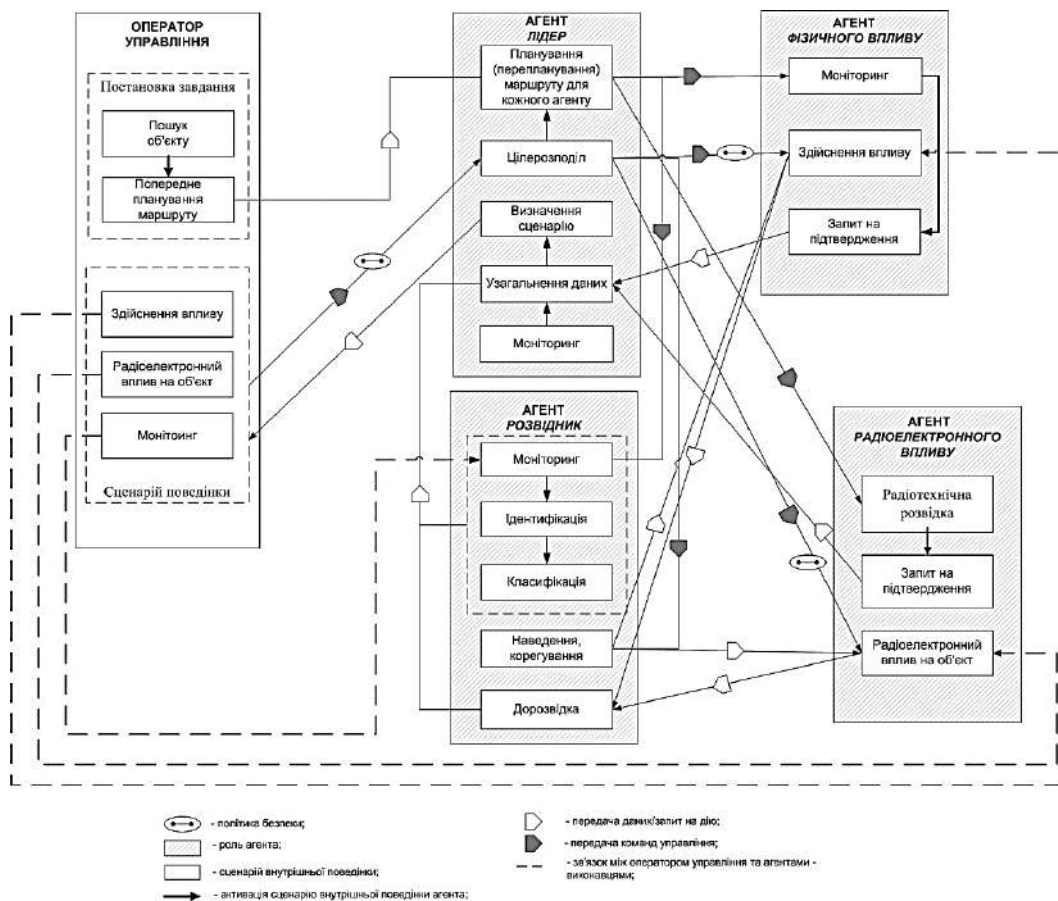


Рис. 3. Мета-модель системи пошуку та впливу на об'єкт групою БПЛА

В результаті проведених досліджень отримана мультиагентна модель групового застосування БПЛА при виконанні спеціальних місій. Відмінністю даної моделі є урахування варіанту централізованого управління з лідером та децентралізованого управління. Синтез даної моделі дозволяє створити систему правил та описати поведінку БПЛА при виконанні спеціальних місій для створення відповідного методу групового управління. Розвитком даної моделі є застосування теорії нечітких множин та лінгвістичних змінних при формуванні системи правил – продукцій БЗ агентів.

### Список використаних джерел

1. Моисеев, В. С. (2013). Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: монография. Казань: Республиканский центр мониторинга качества образования.
2. Абросимов, В. (2017). Групповое движение интеллектуальных летательных аппаратов в антагонистической среде. Litres.
3. Cummings, M. L., How, J. P., Whitten, A., & Toupet, O. (2011). The impact of human-automation collaboration in decentralized multiple unmanned vehicle control. *Proceedings of the IEEE*, 100(3), – p. 660-671.
4. Cummings, M. L., How, J. P., Whitten, A., & Toupet, O. (2011). The impact of human-automation collaboration in decentralized multiple unmanned vehicle control. *Proceedings of the IEEE*, 100(3), – p. 660-671.
5. Ziyang, Z. H. E. N., Ping, Z. H. U., Yixuan, X. U. E., & Yuxuan, J. I. (2019). Distributed intelligent self-organized mission planning of multi-UAV for dynamic targets cooperative search-attack. *Chinese Journal of Aeronautics*, 32(12), – p. 2706-2716.
6. Dong, X., Zhou, Y., Ren, Z., & Zhong, Y. (2016). Time-varying formation tracking for second-order multi-agent systems subjected to switching topologies with application to quadrotor

formation flying. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 64(6), – p. 5014-5024.

7. Indriyanto, T., Rizki, A. R., Hariyadin, M. L., Akbar, M. F., & Syafi, A. A. A. (2020, April). Centralized swarming UAV using ROS for collaborative missions. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2226, No. 1, p. 030012). AIP Publishing LLC.
8. Pham, H. X., La, H. M., Feil-Seifer, D., & Nguyen, L. V. (2018). Autonomous uav navigation using reinforcement learning. arXiv preprint arXiv:1801.05086.
9. Madridano, Á., Al-Kaff, A., & Martín, D. (2020). 3d trajectory planning method for uavs swarm in building emergencies. *Sensors*, 20(3), 642.
10. Cummings, M. L. (2015). Operator interaction with centralized versus decentralized UAV architectures. *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*, – p. 977-992.
11. Calhoun, G. L., Ruff, H. A., Behymer, K. J., & Frost, E. M. (2018). Human-autonomy teaming interface design considerations for multi-unmanned vehicle control. *Theoretical issues in ergonomics science*, 19(3), – p. 321-352.
12. Russell, S., & Norvig, P. (2002). Artificial intelligence: a modern approach.
13. Бугайченко, Д. Ю. (2007). Разработка и реализация методов формально-логической спецификации самонастраивающихся мультиагентных систем с временными ограничениями. *Сайт математико-механического факультета СПбГУ. – Санкт-Петербургский государственный университет, 2010.*
14. Колесников, А. В., Кириков, И. А., & Листопад, С. В. (2014). Гибридные интеллектуальные системы с самоорганизацией: координация, согласованность, спор. М.: ИПИРАН.
15. Городецкий, В. И., Карсаев, О. В., Самойлов, В. В., & Серебряков, С. В. (2009). Прикладные многоагентные системы группового управления. *Искусственный интеллект и принятие решений*, (2), – p. 3-24.

**ВОРОБІЙОВ Олег Михайлович** (доктор технічних наук, професор)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТАЦІОНАРНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРИБОСИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ**

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Підвищення ресурсу технічних систем, у тому числі і транспортних засобів військового призначення в сучасних умовах стає все більш актуальним. Це пов'язано з наявністю у складі ЗС України досить великої частки техніки, що вичерпала свій ресурс та необхідністю підвищення ресурсу для перспективних зразків транспортних засобів і тих, що нещодавно поставлені у війська.

В останні роки проводиться досить багато досліджень щодо зношування деталей вузлів тертя, що являється дестабілізатором технічного стану машин. Так в роботах [1–4] для забезпечення управління ресурсу машин пропонуються різні традиційні конструктивно-технологічні методи та прийоми покращення якості деталей і змащувальних мастил. Тому з метою збільшення ресурсу в процесі експлуатації виконують достатньо великий об'єм регламентних робіт, включаючи заміну відпрацьованого мастила свіжим, за досить складною і відповідно дорогою системою технічного обслуговування (ТО). Об'єм регламентних робіт під час проведення ТО визначають перш за все кількістю та складністю необхідних регулювань. Регулювання виконують з метою зменшення зазорів, що виникають в результаті зношування деталей тертя. Надлишкові зазори усувають передбаченими для цього конструктивно-додатковими пристроями за рахунок передбачуваних конструкторами при проектуванні виробу запасу ресурсу для цих цілей матеріалу деталей. В процесі ремонту проводять відновлення зношених деталей. Для цього зупиняють та розбирають машину на частини. Замість зношеного наносять новий матеріал різними способами. При цьому широко використовують традиційними способами металопокриття, наприклад, електродуговою наплавкою. Кількість нанесеного таким чином металу в десятки разів перевищує потребу в ньому, після чого надлишковий метал з деталі усувають. При цьому нанесений на деталь шар покриття має володіти тими ж властивостями, як і зношене покриття. Якщо ця умова не виконана, що практично має місце завжди, деталь, що відновлюється знаходить нові властивості, в більшості випадків гірші порівняно з вихідними властивостями. З зміною властивостей деталей змінюються властивості вузлів і машини в цілому. В результаті чого транспортний засіб після ремонту володіє більш низькими техніко-економічними

характеристиками порівняно з новими. Причиною цього є зношування. Таким чином існуючі методи та прийоми не дають бажаних результатів.

У зв'язку з цим виникає необхідність у пошуку нових шляхів, які би забезпечили роботу транспортних засобів (машин) весь термін експлуатації у складі вихідних елементів, тобто керований в часі ресурс машин.

З метою вирішення цих наукових завдань проаналізовані традиційні конструктивно-технологічні методи та прийоми покращення якості деталей і змащувальних мастил, які засновані на нанесенні нового металопокриття замість зношеного за допомогою, наприклад, електродугової наплавки. Визначено, що машина після ремонту володіє більш низькими техніко-економічними характеристиками порівняно з новими та існуючі методи та прийоми не дають бажаних результатів.

Тому стоїть завдання щодо управління ресурсу технічних засобів військового призначення за рахунок обґрунтування підходів стабілізації стаціонарного технічного стану трибосистем та експлуатаційних властивостей деталей і мастильних матеріалів транспортних засобів військової логістики.

Слід зазначити, що збирані у вузлі деталі тертя і робоча рідина, наприклад масло чи гідравлічна рідина, в процесі експлуатації постійно взаємодіють між собою і оточуючим середовищем. В результаті чого і деталі, і мастильні матеріали зазнають визначені зміни. Вони взаємодіють з киснем та іншими елементами оточуючого середовища і зношуються. Такі процеси властиві термодинамічним системам, які визначені як тіло (сукупність тіл), здатне (здатні) обмінюватись з іншими тілами (між собою) енергією чи речовинами. На цій основі зношування може бути визначене як протікання необоротних процесів в термодинамічній системі. Різниця термодинамічних станів проявляється під час взаємодії елементів трибосистем з елементами оточуючого середовища. В цьому випадку взаємодія елементів термодинамічних систем, що розглядаються є джерелом «передачі інформації» про їх термодинамічний стан. Вузол тертя є внутрішньою, а зовнішнє середовище – зовнішньою термодинамічною системою.

Таким чином зношування – це дестабілізація термодинамічного стану елементів трибосистем. Стаціонарність, незворотність і нерівномірність можна вважати, – основні параметри, що

визначають термодинамічний стан трибосистеми. З урахуванням цих двох процесів умови стаціонарного стану трибосистем підводом маси ззовні замість зношеної дозволяють забезпечити керований за часом ресурс транспортних засобів військової логістики. З точки зору термодинаміки і принципів роботи трибосполучень ресурс машини за часом може бути необмеженим.

Розробка способів і пристроїв, що забезпечують трибосполучення як відкриті термодинамічні системи обміном речовини (маси) з оточуючим середовищем і їх практичне застосування дозволяє стабілізувати стаціонарний термодинамічний стан трибосистем за заданими режимами роботи машин. Відсутність таких розробок на реальних об'єктах можна розглядати як термодинамічну недосконалість трибосистем сучасних транспортних засобів військової логістики.

Тому сутність проведених наукових досліджень полягає в тому, щоб за допомогою електромагнітного поля, яке утворюється під час проходження електричного струму від зовнішнього джерела через деталі тертя та змащувальні мастила, які зношуються під час взаємодії і експлуатації транспортних засобів, надає свою дію на атоми та молекули деталей тертя та мастила.

Такі принципові підходи, що визначають в основному наукове рішення проблеми підвищення

ресурсу динамічних елементів транспортних засобів військової логістики методами трибоелектрохімії, які забезпечать стабілізацію стаціонарного технічного стану (енергостабілізацію) трибосистем в процесі зношування з використанням для цього необхідних матеріалів і енергії від зовнішніх джерел.

### Список використаних джерел

1. Берлянд А.С. Технический контроль на авторемонтном предприятии / Берлянд А.С., Евдокимов В.И., Соловьев О.П. – М: Транспорт. 1979. – 144 с.
2. Вознюк Л.Ф., Сравнительные результаты обследования шероховатости и микротвердости поверхностных слоёв деталей дизельных двигателей / Вознюк Л.Ф., Кравец И.А. // Механизация сельскохозяйственного производства. – 1973. научн. труды УСХА вып. 87, т.1. – К: УСХА. 1973. – 7 с.
3. Сівак В.А. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів: навч. посібник / В.А. Сівак, О.В. Вербовенко. – Хмельницький : Вид-во НАПВУ. 2003. – 143 с.
4. Шинкарук О.М. Транспортні засоби Державної прикордонної служби. Експлуатація та надійність : навч. посібник / О.М. Шинкарук, В.А. Сівак, С.А. Остапівський – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ. 2014. – 207 с.

**ФРОЛОВ Сергій Миколайович** (кандидат історичних наук)

**ЧУЧИН Михайло Валерійович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ “BAURAKTAR TB2” В ІНТЕРЕСАХ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*Розглянуті можливості БпАК "Bayraktar TB2" та запропоновані завдання щодо їх застосування в інтересах Військово-Морських Сил Збройних Сил України з урахуванням досвіду їх застосування у Військово-Морських Силах Туреччини*

В умовах збройної агресії Російської Федерації проти України одним з пріоритетних і актуальних завдань Військово-Морських Сил Збройних Сил України (далі – ВМС ЗС України) є набуття оперативних (бойових) спроможностей. Однією з необхідних критичних спроможностей ВМС ЗС України на середньострокову перспективу є забезпечення спостереження, розвідки та висвітлення надводної обстановки[1-3]. Особливо гостро наразі стоїть питання пошуку варіантів видачі цілевказівки прийнятому нещодавно на озброєння проти корабельному ракетному комплексу “Нептун” для реалізації його спроможності з ураження цілей на максимальній дальності. На думку авторів важливою складовою зазначеної спроможності є безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК), які дозволяють виконувати широкий спектр завдань.

Як відомо, 14 грудня між Україною й Туреччиною було підписано угоди про передачу технологій та виробництво протичовнових корветів типу "ADA" й ударних БпАК "Bayraktar TB2" в інтересах ВМС ЗСУ. Комплект БпАК планується отримати до кінця 2021 року[4].

Слід зазначити, що до БпАК "Bayraktar TB2" знаходиться на озброєнні збройних сил Туреччини, у тому числі у військово-морських силах, до комплексу входять шість безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА), три наземні станції управління, розміщені у автомобілях, шість наземних терміналів, ЗППи та інше устаткування. Особливістю БпАК, що передається до ВМС ЗС України є наявність корабельно-стаціонарної станції управління, яка спеціально розроблена для використання на борту корабля та еквівалентна до технічних характеристик наземних станцій управління, що експлуатуються в приміщенні, зокрема, номінальна напруга, робоча частота, споживання енергії.

БпАК "Bayraktar TB2" наразі є одним з найвідоміших безпілотних комплексів у світі. Вони довели свою ефективність у шеститижневій війні за Нагорний Карабах між Вірменією і Азербайджаном, де виконували завдання:

висвітлення обстановки та виявлення цілей противника;

наведення ударних комплексів на цілі та коригування вогню артилерії;

придушення ППО (знищення комплексів ППО СВ);

ураження споруд, техніки та живої сили противника.

Основними завданнями БпАК "Bayraktar TB2" в інтересах ВМС Туреччини є:

- розвідка та спостереження;
- охорова пунктів базування та портів;
- патрулювання визначених районів моря;
- охорова об'єктів морегосподарської діяльності;
- розвідка узбережжя під час проведення морської десантної операції;
- уточнення морських навігаційних карт;
- висвітлення морської обстановки;
- та інші.

Морська система передачі даних (SATCOM, лінія передачі даних, консолі) надає можливість Військово-Морським Силам використовувати БПЛА в прибережній зоні, та створює певні переваги:

спостереження з БПЛА здійснюється в режимі відео та телеметрії;

здійснювати управління та контроль можна з корабельних платформ;

дальність зв'язку БПЛА збільшена за рахунок судових ретрансляційних систем Satcom.

Програмно-апаратна система віддаленого терміналу передачі даних на основі GSM –Raven дозволяє миттєво передавати прямі трансляції шляхом наскрізного шифрування, зроблені БПЛА, із ізольованої захищеної мережі в мережу мобільного Інтернету та на мобільні пристрої через мобільну мережу APN. Дальність зв'язку складає до 300 км

Розглянемо типовий варіант застосування БпАК "Bayraktar TB2" в інтересах ВМС:

зліт і посадка БПЛА з використанням покриття наземного терміналу передачі даних, зона якого розширена за допомогою ще одного, встановленого на кораблі;

БПЛА контролюється в межах прямої радіовидимості, покриття складає 300 км;

станція управління знаходиться на суходолі або на кораблі;

зображення в масштабі реального часу та дані передаються командуванню за допомогою смуги частот корабля.

Виходячи з бойових можливостей БпАК "Baуraktar ТВ2" пропонується залучити їх до виконання наступних завдань:

- висвітлення надводної обстановки в Азовській і Чорноморській операційних зонах;
- пошук підводних човнів противника;
- проведення протидиверсійних об'єктів;
- видачі цілевказівок військовим частинам (підрозділам) берегових ракетно-артилерійських військ,
- здійснення вогневого ураження противника на морі та суходолі.

Для якісного застосування БпАК "Baуraktar ТВ2" сплановано здійснити підготовку особового складу, а саме: підготовку розрахунків ударних безпілотних авіаційних комплексів "Baуraktar" на базі центру випробувань та підготовки "Baукар" у Туреччині[4].

Головними перевагами БпАК є тривалий час перебування у повітрі (до 24 год) та якість розвідувальної інформації, що надається в режимі реального часу. Вони дають можливість замінити літаки-розвідники Повітряних Сил ЗС України та морської авіації Військово-Морських Сил, при цьому значно здешевити і зробити більш безпечною повітряну розвідку у порівнянні з літальними апаратами пілотованої авіації.

Слід зазначити, що БпАК "Baуraktar ТВ2" може застосовуватися і в ударному варіанті. Він має на озброєнні бомби з лазерним наведенням МАМ-L (SmartMicroMunition) спеціальний легкий керований боєприпас (вагою 22 кг), розроблений для ударних дронів. Ця бомба оснащена високоточною напівактивною системою наведення по лазерному променю та здійснює планерний

політ до цілі. Система наведення боєприпасу дозволяє влучати з похибкою не більше одного метра. Дальність ураження цілі на відстанях від 500 м до 8 км. Висота застосування визначається метеорологічними та іншими умовами. Принцип наведення – по лазерному променю. БПЛА може нести на підвісці до 4 таких боєприпасів.

Зазначений комплекс пропонується мати у складі морської авіаційної бригади ВМС ЗС України.

Таким чином прийняття на озброєння БпАК "Baуraktar ТВ2" значно підвищить розвідувальні та бойові спроможності сил (військ) ВМС ЗС України.

### Список використаних джерел

1. Указ Президента України №320/2018 "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 12 жовтня 2018 року "Про невідкладні заходи щодо захисту національних інтересів на Півдні та Сході України, у Чорному та Азовському морях і Керченській протоці".
2. Стратегія Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035. Відновити – Захистити – Перемогти. Одеса – Київ. 2018.
3. Доктрина Військово-Морських Сил Збройних Сил України, затверджена Головнокомандувачем ЗС України 19 січня 2021 року.
4. Неїжапа О.Л. Для стримування російської агресії ВМС України повинні діяти асиметрично, використовуючи новітні технології. 16.02.2021. <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3191008-oleksij-neizpara-kontradmiraal-komanduvac-vms-zsu.html>.
5. Михайло Забродський. Нагорний Карабах: результати війни та уроки для України. 17.11.2020. <https://www.ukrmilitary.com/2020/11/karabah-ukraina.html>.



**ЧЕРНЕГА Володимир Миколайович** (кандидат технічних наук)

**ПАЩЕНКО Тетяна Павлівна** (кандидат технічних наук, доцент)

**ПОРОХНЯ Іван Миколайович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПЛОТОВАНИЙ ТА БЕЗПЛОТНИЙ АВІАЦІЇ

### Виклад основного матеріалу дослідження

Сучасні війни та розвиток інформаційного суспільства обумовлено необхідністю створення технологій штучного інтелекту, щодо покращення боєздатності військ та протистояння сучасним викликам та загрозам.

Під штучним інтелектом (англ. – *Artificial Intelligence*) розуміється здатність автоматичних систем брати на себе функції людини, вибирати і приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого життєвого досвіду і аналізу зовнішніх впливів.

Експерти НАТО у своїй діяльності оперують спорідненими тлумаченнями штучного інтелекту:

“спроможність, що надається алгоритмами оптимального або неоптимального вибору з широкого простору можливостей, для досягнення цілей шляхом застосування стратегій, які можуть спиратися на навчання або адаптацію до навколишнього середовища”;

“системи, які створені людиною і діють у фізичному або цифровому світі, враховують складну мету, обирають найкращі дії (відповідно до задалегідь визначених параметрів), які необхідно виконувати для досягнення поставленої мети на основі сприйняття свого середовища, інтерпретації зібраних структурованих або неструктурованих даних та обґрунтування знань, отриманих з цих даних” [1].

Будь-який інтелект спирається на діяльність. Діяльність мозку – це мислення. Інтелект та мислення пов’язані багатьма цілями та завданнями: розпізнавання ситуацій, планування поведінки, логічний аналіз. Здатність до навчання, узагальнення, накопичення досвіду, адаптація до умов, що змінюються в процесі вирішення завдань, – це характерні особливості інтелекту.

Отже, штучний інтелект (ШІ) сьогодні – це здатність машин і програм аналізувати отриману інформацію, обробляти її, та виводити висновки, за допомогою яких приймаються основні рішення. Основна характеристика ШІ-пристроїв – вміння постійно навчатися, швидко обробляти інформацію, накопичувати знання і успішно застосовувати їх, тобто набувати можливостей сприйняття та опрацювання навколишнього світу, як це робить мозок людини [2].

Об’єднаний центр штучного інтелекту Міністерства оборони США (US Department of Defense’s Joint Artificial Intelligence Center, JAIC), який відповідає за розробку і впровадження

військових систем штучного інтелекту, розглядає можливість створення системи, здатної автоматично обробляти дані з сенсорів безпілотних літальних апаратів (БПЛА), управляти цими сенсорами і польотом. Це пов’язано з тим, що БПЛА під час польоту збирають величезні обсяги розвідувальної інформації, яку мають аналізувати оператори. Через велике навантаження люди, відповідальні за обробку інформації, можуть допустити помилку або не врахувати важливі деталі. Тому, для автоматизації аналізу інформації, військові розглядають можливість створення системи штучного інтелекту.

Нову систему штучного інтелекту планують встановити на ударний безпілотник MQ-9 Reaper і провести льотні випробування. Система повинна буде керувати усіма сенсорами БПЛА, включаючи апаратуру радіоелектронної розвідки і радіолокаційну станцію Lynx із синтезованою апертурою. Система штучного інтелекту, що отримала назву Metis, також має відповідати і за управління польотом безпілотника. Раніше вже проходили випробування БПЛА MQ-9 зі встановленою на ньому системою штучного інтелекту Agile Condor, здатною в автоматичному режимі ідентифікувати і обирати цілі. Agile Condor є обчислювальною системою під управлінням нейромережевих алгоритмів, яка отримує дані з зовнішніх сенсорів літального апарату: радара і інфрачервоної і оптико-електронної камер. Випробування проходили на полігоні у Північній Дакоті і були визнані успішними. [3, 4, 5].

Іншим важливим винаходом є реалізація штучного інтелекту в ALIAS DARPA (Aircrew Labor-in-Cockpit Automation System). ALIAS – людиноподібна машина, яка займає фізичне місце людини. Це роботизована рука, яка займає місце другого пілота. Така система може підвищити рівень автоматизації в літаках і забезпечити можливість польотів зі скороченим бортовим екіпажем.

Запровадження нового способу навчання льотчиків, використовуючи в своїх тренажерах сучасні біометричні системи, штучний інтелект і системи віртуальної реальності. Такі симулятори AI-run відтворюють реальні місії, щоб допомогти пілотам краще зрозуміти помилки і виправити їх. Впровадження штучного інтелекту дозволить щорічно навчати більше пілотів, створюючи швидкий і ефективний спосіб навчання і практики.

ШІ дозволить пілотам мати ще реалістичніші симуляції, надаючи повний візуальний діапазон з доповненою реальністю. Комп’ютер з реалізованим

штучним інтелектом буде не тільки збирати всі дані навчання, але також буде записувати поведінку пілота під час навчання. Всі дані, зібрані під час навчання, будуть використовуватися для поліпшення автопілотів.

Таким чином, застосування штучного інтелекту в безпілотні та пілотованій авіації суттєво вплине на розвиток авіаційної техніки та підготовку особового складу авіаційних фахівців:

дасть змогу досягти точність в обробці даних від безпілотних літальних апаратів в складних метеоумовах;

здатність аналізувати велику кількість інформації з великою швидкістю;

підготувати кваліфікованих пілотів за короткі терміни.

### Список використаних джерел

1. Slyusar, Vadym (2019). Artificial intelligence as the basis of future control networks. Coordination problems of

military technical and deensive industrial policy in Ukraine. Weapons and military equipment development perspectives/ VII International Scientific and Practical Conference. Abstracts of reports. October 8-10, 2019. Kyiv. – pp. 76-77.

2. Поява та перспективи розвитку штучного інтелекту. URL: [http://www.dut.edu.ua/ua/news-1-576-8835-poyava-ta-perspektivi-rozvitku-shtuchnogo-intelektu\\_kafedra-shtuchnogo-intelektu](http://www.dut.edu.ua/ua/news-1-576-8835-poyava-ta-perspektivi-rozvitku-shtuchnogo-intelektu_kafedra-shtuchnogo-intelektu).

3. Штучний інтелект та авіація. URL: <https://utc-aviator.com/uk/iskusstvennyj-intellekt-i-aviatsiya>.

4. Важливіше за бомби: безпілотники без штучного інтелекту стають непотрібними. URL: [https://defence-ua.com/news/vazhlivishe\\_za\\_bombi\\_bezpilotniki\\_bez\\_shtuchnogo\\_intelektu\\_stanut\\_nepotribnimi-2170.html](https://defence-ua.com/news/vazhlivishe_za_bombi_bezpilotniki_bez_shtuchnogo_intelektu_stanut_nepotribnimi-2170.html).

5. Штучний інтелект навчиться керувати польотом безпілотників. URL: <https://www.ukrmilitary.com/2020/11/ga-reaper.html>.

6. Штучний інтелект, лазерні системи зв'язку і робототехніка: якими будуть армії майбутнього. URL: [https://zbroya.info/uk/blog/16438\\_shtuchnii-intellekt-lazerni-sistemi-zv'язku-i-robototekhnika-iakimi-budut-armiyi-maibutnogo/](https://zbroya.info/uk/blog/16438_shtuchnii-intellekt-lazerni-sistemi-zv'язku-i-robototekhnika-iakimi-budut-armiyi-maibutnogo/).

ЦУРКО Юрій Володимирович  
РАХІМОВ Володимир Володимирович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## КІБЕРЗАГРОЗИ ФУНКЦІОНУВАННЮ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

### Виклад основного матеріалу дослідження

В даний момент інформаційно-телекомунікаційних систем безпілотної авіації надає всі послуги для обміну інформацією в внутрішній мережі. Проте особливості побудови ІТС безпілотної авіації відкриває для противника.

Питання кібернетичних загроз та кібернетичного захисту гостро стоїть в інформаційно-телекомунікаційних системах безпілотної авіації, з причини того, що управління безпілотною авіацією наразі майже неосвітлене.

Для дослідження кібернетичних загроз в інформаційно-телекомунікаційних системах безпілотної авіації визначимось з сегментом захисту [1, 2]. Типовим сегментом в інформаційно-телекомунікаційних системах безпілотної авіації будемо вважати ВЗ, з типовими підключеннями та об'єктами захисту. Загальна схема топології ВЗ складається з таких елементів:

1. Кореневий маршрутизатор, маршрутизатор для підключення мережевого обладнання та абонентів ІТС ЗС України.

2. Сервери: WEB (для забезпечення функціонування інформаційних ресурсів), стану зв'язку (для моніторингу стану зв'язку на ВЗ), DHCP (для динамічного виділення IP адрес), VPN (для побудови VPN тунелів), MAIL (для забезпечення функцій обміну поштовими повідомленнями в мережах ІТС ЗС України), DNS1 (сервер для забезпечення проходження запитів за відповідними протоколами), DNS2 (резервний сервер), Проху (сервер для виконання непрямих запитів до мережевих сервісів).

3. Абоненти підключені до ІТС ЗС України в межах відповідальності даного ВЗ

Засобами захисту будемо вважати:

1. Міжмережевий екран (Firewall) – пристрій або набір пристроїв, налаштований, щоб допускати, відмовляти, шифрувати, пропускати через проксі весь комп'ютерний трафік між областями різної безпеки згідно з набором правил та інших критеріїв.

2. Політики безпеки на серверах та маршрутизаторах.

3. Комплекси для моніторингу стану кібернетичної безпеки (сервери та агенти моніторингу).

4. Адміністратори з кібернетичної безпеки на ВЗ, позаштатну службу захисту інформації та кібернетичної безпеки у військовій частині.

В рамках загальної комп'ютеризації ЗС України та переходу від аналогового зв'язку до цифрового, все більшої уваги потребує кіберпростір, який тою чи іншою мірою створених інформаційно-телекомунікаційних система безпілотної авіації.

На сьогоднішній день провідні армії світу та суспільство в цілому все більшою мірою покладаються і, відповідно, залежать від безперешкодного функціонування п'ятого простору – кіберпростору, під яким пропонується розглядати сукупність взаємопов'язаних інформаційних ресурсів, програмного забезпечення, баз та банків даних, що обробляються в комп'ютерних мережах і пов'язаній з ними інфраструктурі, разом з об'єктами, що підпадають під їх контроль та управління [3, 4].

Контроль та управління безпілотною авіацією більшою мірою досягається за допомогою ІТС. За умов гібридної війни ІТС безпілотної авіації стали предметом посиленого кібернетичного впливу. Розглянемо основні види кібернетичних загроз, які можуть вплинути на функціонування ІТС безпілотної авіації.

За умов загальної класифікації кібернетичних загроз, способами реалізації атак, та проведення кібернетичного впливу на ІТС безпілотної авіації можна виділити такі атаки та спроби реалізації їх:

1. Атаки підготовчих періодів (дії зловмисників, які передують масштабним атакам, або викраденням інформації);

2. Високотехнологічні атаки (які потребують навичок, довготривалої підготовки та великих обчислювальних потужностей);

3. Вірусні спроби виконання атак (ШПЗ є не менш технологічними, проте їх реалізація розрахована насамперед на "допомогу" користувача);

4. Соціальна інженерія (як прояв збору, викрадення потрібної зловмисникам інформації методами, які опираються на психологію та дослідження поведінки людей).

Дослідивши наявні кібернетичні загрози, в рамках роботи пропонуємо розглянути кібернетичні загрози для сегменту ІТС безпілотної авіації з алгоритмом їх впровадження та першопричинами, які спонукають зловмисників до їх реалізації [5].

Яскравим прикладом для впровадження атак на ІТС безпілотної авіації є використання вразливостей телекомунікаційного обладнання, яке встановлене на типових ВЗ.

Розглянемо, "нервові нитки" безпілотної авіації – телефонний зв'язок. Технічний прогрес та

простота у використанні, зумовила перехід до використання цифрового телефонного зв'язку. В рамках цієї роботи мова піде про відкритий телефонний зв'язок. Хоча він і вважається відкритим проте деструктивного впливу на ІТС безпілотної авіації може нанести великого.

Сервер зазвичай по протоколу SIP з використанням SIP серверу з відкритим програмним кодом Asterisk. Регіональний сервер є зменшеною копією головного серверу телефонії. Обладнання (шлюзи та IP-телефони) не є типізованим та окрім бекдорів та власних вразливостей може мати ряд набутих вразливостей, під час налаштування його адміністратором [6].

В ході проведення дослідження було встановлено, що основними типами кібернетичних загроз ІТС безпілотної авіації є: атаки підготовчих періодів, високотехнологічні атаки, вірусні атаки (ШПЗ) та соціальна інженерія. Також було проведено аналіз наявних кібернетичних загроз та вразливостей на сегмент ІТС безпілотної авіації, зокрема вразливості телекомунікаційних систем, атаки типу інсайдерства, використання даних якими обмінюються в глобальній мережі інтернет, а також дослідили проблему підключення сторонніх пристроїв. В розрізі дослідження були проаналізовані можливі сценарії проведення кібернетичного впливу на ІТС безпілотної авіації з можливістю використання виявлених загроз.

## Висновок

Таким чином, провівши дослідження можна зробити висновки, що ІТС безпілотної авіації мають ряд вразливостей, використання яких може призвести до втрати важливої інформації, деструктивного впливу на систему зв'язку ЗС України, компрометації інформації, яка циркулює в ІТС безпілотної авіації та деструктивному впливу на систему управління.

## Список використаних джерел

1. Ларина Е. Овчинский В. Кибервойны XXI века. О чем умолчал Эдвард Сноуден. М.: Книжный мир. 2014 – 352 с.
2. Маккарти Л. IT-безопасность: стоит ли рисковать корпорацией. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ. 2004. – 208 с.
3. Ричард Кларк, Роберт Нейк Третья мировая война. Какой она будет. СПб.: Питер. 2014 – 142 с.
4. Руссинович М., Маргозис А. Утилиты Sysinternals. Справочник администратора. – СПб.: БХВ-Петербург. 2012.
5. Стивен Норкэтт и др. Защита сетевого периметра. – К.: издательство DiaSoft. 2004.
6. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие. – М.: ИД “Форум”. 2008.

**БОНДАР Валерій Вікторович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **КОМЕРЦІЙНІ БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ЯК ЗАГРОЗА ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕРОРИСТИЧНИХ ЦІЛЯХ. НАПРЯМ ПОКРАЩЕННЯ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ**

*У статті наведено тенденції щодо застосування безпілотних літальних апаратів, їх класифікація; розглянуто типи комерційних БпЛА, категорії існуючих загроз їх застосування; напрям покращення їх виявлення.*

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Відомо, що сучасною тенденцією є широке застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) [1]. За останні роки розроблено багато БпЛА різних класів і типів, які активно використовувалися практично в усіх останніх збройних конфліктах. Важливою рисою сучасних збройних конфліктів є концепція ведення адаптивних розвідувально-ударних бойових дій за допомогою малорозмірних, малопомітних засобів повітряного нападу (ЗПН). Виявлення подібних об'єктів ускладнюється фактом їх застосування на малих або гранично малих висотах із використанням особливостей рельєфу місцевості.

Як приклад, перенесення основних завдань повітряної розвідки на БпЛА, які забезпечують багаторакурсне різномасштабне тривале та безперервне спостереження за об'єктами в заданому районі, поглиблюючись далеко на територію противника. Так, тактичні БпЛА призначені для забезпечення розвідувальними даними військових частин і підрозділів сухопутних військ та морської піхоти. Вони вирізняються невеликими геометричними розмірами, і відповідно, малою ефективною поверхнею розсіювання (ЕПР).

Розвідувальне устаткування тактичних БпЛА включає оптико-електронні та інфрачервоні камери, які забезпечують цифрову зйомку та передачу видових зображень шляхом глобальної інформаційної мережі в масштабі часу, близькому до реального.

На жаль, на даний момент не існує чіткої єдиної класифікації та термінології стосовно БпЛА, тому що різні країни вводять свою термінологію та класифікацію в цій галузі. Так, наприклад, БпЛА відповідно до стандартів НАТО, так само, як і літаки з пілотом на борту, керуючись значенням повної злітної маси, розділено на три класи: клас I – повна злітна маса до 150 кг, клас II – повна злітна маса до 600 кг, клас III – повна злітна маса більше 600 кг. (JDN 2/11 2011, р.2-5). Клас I підрозділяється на категорії: “мікро” – до 2 кг, “міні” – до 15 кг, “мали” – від 15 кг. [2, с. 2-7].

Від наведеної вище класифікації НАТО дещо відрізняється класифікація безпілотних авіаційних систем, яку застосовано у документі Департаменту оборони США (DOD-USRM-2013). Згідно цього документу, виділяють п'ять груп безпілотних авіаційних систем:

група 1 (мікро-, мінітактичні) – від 0 до 9 кг, висота польоту до 300 м;

група 2 (мали тактичні) – від 9,5 до 25 кг, висота польоту до 1000 м;

група 3 (тактичні) – до 600 кг, висота польоту до 5500 м;

група 4 (персистентні, “незмінні”) – більше 600 кг, висота польоту до 5500 м;

група 5 (пенетрувальні, “проникаючі”) – більше 600 кг, висота польоту більше 5500 м. [3, с. 6]

Сучасні функціональні методи класифікації, які використовуються зарубіжними військовими аналітиками, ґрунтуються на первинній різниці між бойовими БпЛА і БпЛА забезпечення, а також основні існуючі і перспективні задачі для них.

Бойові БпЛА включають спеціалізовані ударні БпЛА багаторазового застосування та ударні апарати одноразового застосування.

БпЛА забезпечення поділяються на розвідувальні, цільові і транспортні. [4]

Одна з основних загроз, що інтенсивно розвивається як у військовій, так і в інших сферах діяльності, це малорозмірні комерційні БпЛА. Передумовою цього, перш за все, є мініатюризація і здешевлення електронних компонентів, таких як мікропроцесори, сенсори, елементи живлення і системи безпроводового зв'язку. Комерційний ринок БпЛА відкриває широкий доступ до даної технології для приватних споживачів, урядових і неурядових організацій, здешевлює їх виробництво при одночасному розширенні можливостей і поліпшенні характеристик.

Також збільшився інтерес до малорозмірних БпЛА, які можуть використовуватися для вирішення завдань тактичної розвідки, радіоелектронної боротьби, лазерного наведення різних платформ зброї або для доставки маленьких бомб [5]. Інтенсивного розвитку набуває спеціальний тип малорозмірних БпЛА військового призначення – так звані одноразові ударні БпЛА. Даний БпЛА оснащений боеголовкою, виводиться оператором в район виконання завдання, а потім баражує в заданому районі, де за допомогою бортових сенсорів або зовнішньої цілевказівки визначає ціль і пікірує на неї.

Вказані чинники послужили каталізатором виникнення нового типу загроз – маловисотних, низькошвидкісних і малорозмірних БпЛА, які можуть широко застосовуватися неурядовими організаціями (терористами, повстанцями, кримінальними угрупованнями, активістами і т.д.) по всьому світу. Найбільш небезпечними загрозами застосування таких БпЛА в терористичних цілях вважається оснащення їх радіаційною, хімічною та біологічною зброєю,



вогнепальною зброєю або вибухівкою для здійснення атак по об'єктах критичної інфраструктури, по місцях великого скупчення людей, а також для здійснення замахів на важливих політичних діячів.

З урахуванням [6] зростаючої можливості застосування малорозмірних БПЛА, актуальним є питання аналізу їх основних льотно-технічних і тактико-технічних характеристик як об'єктів радіолокаційного виявлення існуючими засобами радіолокації.

На відміну від більшості повітряних цілей, малорозмірні БПЛА:

літають лише на малих та гранично малих висотах, що в умовах складного ландшафту забезпечує непомітність їх застосування;

рухаються з низькими швидкостями (до 180 км/год) і можуть зависати в повітрі, що вимагає їх розпізнавання з поміж птахів, кажанів, паперових зміїв і повітряних куль;

є дуже маленькими (до 20 кг) і виготовляються з радіопрозорих матеріалів, що ускладнює їх виявлення.

До потенційних загроз доцільно віднести комерційно доступні і любительські малорозмірні БПЛА, що обумовлено рядом:

можливістю отримання необхідних знань, навичок, а також обладнання для створення БПЛА з метою “любительського авіамоделізму” є практично безконтрольним;

недосконалістю нормативно-правової бази, що регулює використання БПЛА як в цілому на території держави, так і над об'єктами критичної інфраструктури зокрема;

розвитком сервісів доставки товарів за допомогою БПЛА, що ще більше ускладнює проблему контролю й ідентифікації ЛА, які несуть потенційну загрозу.

Комерційні малорозмірні БПЛА доступні у вигляді: готових до використання (Ready to Fly – RTF); потребуючих дообладнання передавачем (Bind and Fly – BNF);

повністю збірних (Plug and Fly – PNF) моделей.

Користувачі, що не мають досвіду експлуатації БПЛА, найчастіше використовують RTF-моделі, а досвідчені і добре поінформовані можуть самостійно зібрати PNF-модель з комерційно доступних складових (передавача, приймача, ГНСС-модуля, двигуна, батареї та ін.).

Виділяється три категорії існуючих загроз застосування БПЛА [7]:

перша – випадкове несанкціоноване застосування RTF-моделей незалежно від рівня підготовки оператора;

друга – умисне несанкціоноване застосування БПЛА непідготовленим оператором;

третья – умисне несанкціоноване застосування БПЛА підготовленим оператором. При цьому особливістю цієї категорії загроз є високий рівень підготовленості оператора, здатного самостійно зібрати PNF-модель з використанням комерційних, або навіть військових технологій, і допрацювати його апаратні і програмні засоби під конкретні завдання.

Результати досліджень свідчать про низьку ефективність роботи РЛС РТВ при виявленні малорозмірних БПЛА. Мінімальні значення ЕПР досягаються правильним вибором конструктивно-

компонувальної схеми, використанням радіопоглинаючих матеріалів (покривів) та радіопрозорих матеріалів. Радіолокаційне виявлення таких об'єктів ускладнене через вплив сигналів РЛС, що відбиваються від “підстилаючої” поверхні і місцевих предметів. Через малі швидкості польоту малорозмірних БПЛА, сигнал, що відбивається від об'єкта, може бути повністю або частково зменшений системою селекції рухомих цілей. Також залишається невирішеною проблема розпізнавання малорозмірних БПЛА.

Проблема виявлення БПЛА від тактичного рівня і нижче пов'язана з їх низькою помітністю та особливостями траєкторії польоту – висота може змінюватися від кількох метрів до кількох кілометрів, а швидкість не перевищує 200 км/год. БПЛА роторного типу та з махаючим крилом можуть зависати в повітрі.

Все це по-новому висвітлює підходи до створення засобів виявлення таких БПЛА, тому що використання традиційних методів приводить до збільшення кількості, потужності та технологічної складності РЛС.

Слід зауважити, що використовуючи характерні демаскуючі ознаки БПЛА, які виділяють його в навколишньому середовищі, роблячи помітним для спостереження (ступінь помітності визначається величиною його сигнатур у радіочастотному, інфрачервоному і видимому діапазонах спектра, а також акустичною сигнатурою), активно продовжують розробляти різноманітні засоби виявлення БПЛА – це і традиційні засоби радіолокації та радіотехнічної розвідки, і призабуті акустичні засоби, і оптико-електронні засоби та засоби розвідки в інфрачервоному діапазоні, але кожен з означених засобів не може бути універсальним засобом, через слабкість супроводжуючих їх демаскуючих ознак.

Тому актуальними є питання визначення ефективності використання різних засобів пошуку, їх одночасне застосування (системне поєднання), що також підвищить ефективність виявлення БПЛА.

## Список використаних джерел

1. В. Г. Радецький. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: монографія / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, Ю. Г. Даник. – Київ. 2008. – 224 с.
2. Joint Doctrine Note 2/11. The UK Approach to Unmanned Aircraft Systems.
3. James A. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013-2038 [Електронний ресурс] / A. James, F. Kendall. Washington, D.C.: Department of Defense. 2014. Режим доступу: <http://www.defense.gov/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>.
4. О. І. Тимочко. Класифікація безпілотних літальних апаратів / О. І. Тимочко, Д. Ю. Голубничий, В. Ф. Третяк, І. В. Рубан // Системи озброєння і військова техніка. Випуск 1. Харків. 2007. – С. 61-67.
5. Air Force Technology. Small bombs, big effect: arming small UAVs with guided weapons. Режим доступу: <https://www.airforce-technology.com/features/features-small-bombs-big-effect-arming-small-uavs-with-guided-weapons-4467893>.
6. Floreano D. Science, technology and the future of small autonomous drones / D. Floreano, R. J. Wood // Nature. 2015. Vol. 521. – P. 460-466.
7. Unmanned Aerial System Threats: Exploring Security Implications and Mitigation Technologies ; Hearing Report / U.S. Government Publishing Office. Washington. 2015. – 46 p

ЛУЦИК Юлія Олександрівна (кандидат економічних наук, доцент)  
ДЕМЕНЄВ Олександр Миколайович (кандидат технічних наук, доцент)  
ПАНАСЕНКО Людмила Іванівна (кандидат економічних наук, доцент)  
ПАРХОМЕНКО Павло Петрович (кандидат економічних наук)  
САЗОНОВ Семен Михайлович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## МІНІСТЕРСТВО З ПИТАНЬ СТРАТЕГІЧНИХ ГАЛУЗЕЙ ПРОМИСЛОВОСТІ (МІНСТРАТЕГПРОМ), ЙОГО СТРАТЕГІЯ РЕФОРМУВАННЯ УКРАЇНСЬКОГО ОПК ТА, ЗОКРЕМА, - АВІАБУДУВАННЯ ДЛЯ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ

*Розглянуті результати напрацювань новоствореного у липні 2020 року Центрального органу виконавчої влади, який призначений для формування та забезпечення реалізації державної військово-промислової політики – Міністерства з питань стратегічних галузей промисловості (Мінстратегпром), позиція та плани керівництва міністерства, проблемні питання реформування оборонної промисловості та пошуку взаєморозуміння із керівництвами промислових підприємств. Висвітлені очікувані перспективи для розвитку військово-технічного співробітництва (ВТС) з іноземними країнами, найважливіші проекти оборонно-промислового будівництва у тому числі і в авіабудуванні України. Надана оцінка виконання державного оборонного замовлення у 2020 році та очікувані перспективи ДОЗ на наступний 2021 рік.*

*Наведений огляд динаміки змін у авіабудуванні в Україні за роки незалежності, стан вітчизняного авіабудування на 2021 рік, заходи із відродження авіапромисловості, які обговорюються у професійному середовищі авіабудівників.*

*Ключові слова:* реформування оборонної промисловості, державні холдингові компанії, Державна програма розвитку авіапромисловості, корпоратизація, акціонування підприємств.

### Виклад основного матеріалу дослідження

У 2021 році Державний концерн "Укроборонпром" чекають масштабні зміни. Концерн перетворюється у нову сучасну керуючу компанію у формі акціонерного товариства і об'єднає різні підприємства за конкретними напрямками виробництва. Це дасть можливість не лише оптимізувати активи, які не задіяні в роботі і просто простояють, але й вдосконалити управління концерном. А головне – дозволить виробляти більш якісне та сучасне озброєння та техніку на потреби української армії.

**Реформа оборонної промисловості України - це болючий та тривалий процес.** У липні 2020 року було прийняте рішення про створення Центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну військово-промислову політику. Ним стало Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості (Мінстратегпром), яке призначене виконувати у нових умовах функції колишнього, анульованого у 2012 році Міністерства промислової політики України. За прийняття цього рішення майже сім років боролися представники виробничих галузей вітчизняного ОПК та експертного середовища оборонних галузей промисловості України.

7 вересня 2020 року відбулося затвердження Положення про Міністерство та почалася робота із створення Мінстратегпрому. Робота супроводжувалася виникненням різних перепон –

від помилкових суджень окремих осіб до відвертої протидії певних сил серйозному реформуванню оборонної промисловості України. Станом на січень 2021 року основні результати із створення Мінстратегпрому такі.

**По-перше,** вирішені основні організаційні питання, пов'язані з роботою Міністерства. Проведена реєстрація, затверджена структура, штатний розпис, визначено бюджет на поточний рік і на прийдешній та надано приміщення по вулиці Лисенка та Франка, відбувається набір кадрів, отримано спецдозвіл на провадження діяльності, пов'язаної з державною таємницею. Станом на початок 2021 року було призначено на посади більш 70 осіб, набір яких відбувався за конкурсом або за переведенням. Штат Міністерства передбачений на 333 особи і за перший квартал 2021 року заплановано укомплектувати його повністю. Тим більше, що зацікавленість у роботі в лавах Мінстратегпрому достатньо висока: після оголошення конкурсів на ті чи інші посади було подано в середньому щонайменше шістьдесят заяв від кандидатів на кожну посаду. Це достатньо високий показник.

**По-друге,** Керівництво Міністерства ознайомилося з ситуацією в оборонно-промисловій галузі України, побувало на понад 50 підприємствах і зробило цілком реальні висновки щодо стану ОПК країни. Вони, на жаль, невтішні. Цілий ряд підприємств мають мільйонні заборгованості з зарплатні, і цю ситуацію Мінстратегпрому потрібно змінювати негайно.

**Позиція та плани Мінстратегпрому** полягають у такому. Потреба у реформуванні ОПК назріла вже давно. Стратегія майбутньої побудови українського ОПК передбачає створення двох керуючих державних холдингових компаній "Оборонні системи України" та "Аерокосмічні системи України". До них увійдуть шість та три холдингові компанії відповідно, а остаточне затвердження подібної структури – за вищим керівництвом України.

У державну керуючу холдингову компанію "Оборонні системи України" увійдуть шість холдингових компаній під умовними назвами "Радарні системи України", "Високоточне озброєння", "Морські системи", "Авіаремонт", "Спецхімія і боєприпаси" і "Бронетехніка".

У державну керуючу холдингову компанію "Аерокосмічні системи України" увійдуть три холдингові компанії з підприємств авіаційної галузі із складу "Укроборонпрому" і Державного космічного агентства України. Зокрема, провідне українське підприємство із виробництва ракетно-космічної техніки "Південний машинобудівний завод", а також всесвітньо відомий літакобудівний завод "Антонов".

Важливою частиною реформування ОПК також стала нормотворча діяльність. Так, Мінстратегпром розробив та подав на розгляд у парламент більше 20 нормативно-правових документів, і серед них 10 – для імплементації закону України "Про оборонні закупівлі". На завершальній стадії – розробка Стратегії розвитку ОПК України.

**Щодо конфлікту у відносинах Мінстратегпрому з "Укроборонпромом, про який стало відомо наприкінці року.** Суть конфлікту полягала у різному баченні ряду принципів питань. Позиція керівництва "Укроборонпрому": концерн просто трансформується в холдинг "Оборонні системи України" – зміниться вивіска і на цьому все. Хтось старт реформи зводив виключно до ухвалення закону №3822 "Про особливості реформування підприємств ОПК державної форми власності".

Позиція керівництва **Мінстратегпрому.** Такого не буде, бо немає часу на "розкачування". Реформи потрібно впроваджувати вже сьогодні. Процес корпоратизації, принаймні початкові кроки, можна робити вже, не очікуючи необхідного законодавства.

Після зміни керівника концерну погляди Мінстратегпрому та "Укроборонпрому" щодо стратегії розвитку оборонно-промислового комплексу державного сектору співпадають. Ведеться конструктивний діалог і погляди на розвиток оборонного комплексу наближаються в одному напрямі. Наразі вже готова дорожня карта реформи ОПК, у тому числі трансформації "Укроборонпрому", яку незабаром розглянуть на засіданні РНБО.

**"Камінь спотикання" у процесі реформ – ситуація з передачею шести авіаційних підприємств зі складу ДК "Укроборонпром" у підпорядкування Мінстратегпрому.**

**Міністерство декілька разів виносило це питання на засідання Уряду, але врешті цього не сталося.**

На погляд міністра О.Уруського – причини передачі шести підприємств авіаційної промисловості до юрисдикції Мінстратегпрому були зумовлені кричущою ситуацією в галузі, зверненнями профспілок та авіабудівельників. Були необхідні швидкі рішення. Водночас, виведення цих підприємств із підпорядкування "Укроборонпрому" розглядалося як перший етап на шляху до створення нової холдингової компанії. Жодним чином не йшлося і не йдеться про ручне управління чи монополізацію владних повноважень. Врешті на засіданні уряду всі зійшлися на тому, що ДК "Укроборонпром" проводитиме корпоратизацію авіаційних підприємств, які входять до нього, до моменту створення на його базі під час трансформації нової холдингової компанії та підхолдингів.

**Що дасть вітчизняним оборонним підприємствам перетворення концерну "Укроборонпром" в дві державні холдингові компанії – "Оборонні системи України" та "Аерокосмічні системи України"?** Ключова мета – створення сприятливого бізнес-середовища для підприємств оборонної промисловості в Україні. Мають бути нарешті реалізовані належні умови для :

- діяльності державних та приватних виробників ОВТ;
- здорової конкуренції;
- створення спільних підприємств;
- обміну акціями корпоратизованих компаній;
- розвитку інвестицій та сучасних технологій;
- і головне – при цьому має бути побудована ефективна система підготовки та використання кадрів, а також вдосконалена технологічна база - *переоснащення виробничих потужностей для створення в Україні зразків озброєння на рівні провідних світових зразків. країн світу. Мінстратегпром вважає це абсолютно реальним.*

*Чинники, що ускладнюють ситуацію:* сучасні верстати та обладнання, особливо для виробництва військової продукції чи продукції подвійного призначення, ніхто в світі особливо не продає. Не бажано створювати конкурентів. Втім дещо Україні все ж таки вдалося придбати для оновлення виробничих потужностей як у сфері виробництва боєприпасів, так і радіолокаційних засобів.

Тем не менш, Мінстратегпром працює над поступовим відновленням та вдосконаленням технологічної бази. Процес повільно, але все ж таки йде.

**Стосовно Державного оборонного замовлення у 2020 році та перспективи ДОЗ на наступний 2021 рік.** За нещодавніми заявами міністра оборони, ДОЗ-2020 виконано на рівні 99,5%. Однак, як суттєвий недолік слід визнати, що на кінець 2020 року залишився невикористаним значний фінансовий ресурс. За оцінкою Мінстратегпрому така ситуація, є неправильною, неприйнятною та неприпустимою, особливо для

країни, яка воює, і збройні сили якої мають значну потребу в нових зразках ОВТ.

У наступному 2021 році ситуація має бути принципово змінена. З урахуванням тривалості циклу розробки сучасного ОВТ необхідно планувати оборонне замовлення мінімум на три роки для забезпечення стабільної роботи та прогнозованого розвитку оборонної промисловості. Тож буде змінено підхід до виконання ДОЗ, зокрема в контексті його коригування протягом фінансового року. Основна суть у тому, що зміни від визначених фінансових показників, які затверджені держзамовленням, не мають впродовж року перевищувати 5-7 %.

**Питання міжнародної співпраці. Які перспективи для розвитку ВТС з іноземними країнами?** Загалом вдалося донести позицію про відносини та процес реформування ОПК представникам дипломатичних установ та інших державних структур із майже 20 країн світу. Крім того, була низка зустрічей із послами "Великої сімки" та онлайн-розмова з головою Представництва НАТО в Україні.

Досягнуті домовленості. Так, Мінстратегпром підписав Меморандуми про співпрацю/взаєморозуміння з Державним агентством з питань оборонної промисловості Турецької республіки, Збройними силами Йорданського Хашимітського королівства та Міністерством оборони Бразилії. Мінстратегпром сподівається, що в найближчій перспективі побачити цілком реальні результати.

Крім того, останнім часом активно розвивається співпраця з США, Великобританією та Туреччиною, і наразі є доволі результативні проекти оптимальних варіантів співпраці, які би забезпечували не лише потреби армії, а й можливості для вітчизняної промисловості у сферах авіакосмічне-, корабле- та двигунобудування.

**Найперспективніші і найважливіші проекти оборонно-промислового будівництва.** За багато років в Україні була зруйнована загальна система оборонно-промислового будівництва – від підготовки кадрів та науково-технічної роботи до серійного виробництва зразків ОВТ. Сьогодні важливо інтенсифікувати проекти, що стосуються:

аерокосмічної галузі, зокрема відновлення серійного виробництва літаків транспортної авіації України,

створення ракети-носія легкого класу та розвитку тематики ДЗЗ і комунікації;

розроблення та виробництва озброєння стримування (ударних ракетних комплексів повітряного, морського та наземного базування);

стимулювання розвитку проектів зі створення комплексів ППО та ПРО, розвідки та РЕБ, а також автоматизованих систем управління.

**Підписання контракту на поставку в інтересах Міноборони трьох літаків Ан-178. Це разове замовлення чи буде реальне продовження?**

Наприкінці 2020 року влада України узялася за порятунок вітчизняного авіабудування, яке протягом останніх п'яти років перебувало у стані глибокої кризи. Зокрема, з 2015 року підприємства авіапрому не побудували жодного серійного літака. Наразі наміри влади включають удосконалення за цілою низкою напрямків: у сфері законодавства та нормативно-правової бази, у сфері розвитку виробництв та, нарешті, у сфері військово-технічного співробітництва.

Безумовно, контракція на поставку трьох літаків Ан-178 - це знакова подія для української авіабудівної галузі, адже вона відбувається вперше за часів незалежності України. Мінстратегпром сподівається, що така тенденція матиме продовження, а контракт стане відправною точкою для подальшого розвитку вітчизняної аерокосмічної промисловості.

Глава держави поставив завдання Уряду опрацювати питання зі створення у 2021 році української авіакомпанії, яка користуватиметься вітчизняними літаками, а також розробити Державну науково-технічну програму з розвитку авіапромисловості на 2021-2030 роки.

Мінстратегпром має великі надії на позитивну динаміку в розвитку співпраці з іноземними споживачами нашої авіаційної продукції.

**Пріоритети Мінстратегпрому на 2021 рік.** Перш за все – реформа оборонної промисловості України. Це болючий та тривалий процес. Хоча він вже розпочався в 2020 році з передачі перших 17 підприємств зі складу ДК "Укроборонпром" та перепідпорядкування Мінстратегпрому Державної інноваційної фінансово-кредитної установи. Попереду ще багато роботи у сфері як нормотворчої діяльності, так і практичної реалізації планів із корпоратизації та акціонування підприємств галузі. Мінстратегпром вважає, що перші конкретні результату у вигляді появи окремих холдингових компаній можна буде побачити вже в 2021 році.

Таблиця 1

**Огляд динаміки змін у авіабудуванні в Україні**

Роки	Стан із авіабудуванням в Україні
1991	В наявності п'ять центрів авіакосмічного будування: Київ, Харків, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Первомайськ; десятки підприємств кінцевої продукції, ¼ робітників галузі машинобудування. Виробнича програма – випуск в різні роки 150-200 літаків на рік.
1991-2000	Розвиток негативних процесів, розрив комерційних зв'язків, втрати потенціалів, основних фондів, колективів.

Роки	Стан із авіабудуванням в Україні
2005	Створена Державна літакобудівна корпорація «Національне об'єднання «Антонов» (АНТК ім. Антонова, Київський завод «Авіант», Харківський авіазавод, 410 авіаремзавод, УкрНДІ авіаційних технологій.
Березень 2007	Створений Державний авіабудівний концерн «Авіація України» (10 підприємств в т.ч. Запорізьке машинобудівне КБ «Прогрес»)
2002-2013	Український авіапром виготовляв по 3,5 літака на рік, в 2012 – 6, усього 42 літака (Київ – Ан-148, Ан-158, Харків - Ан-74)
2014	Виготовлено 2 літака; Ан-148, Ан-158. Припинення серійного виробництва.
2016-2020	Не побудовано жодного серійного літака. Тільки одиничні контракти з модернізації, ремонту.
Січень 2016	Ліквідація ДАК «Антонов». 3 підприємства перейшли до ДК «Укроборонпром»
Травень 2016	Створена Українська авіабудівна компанія (ДК «Антонов», УкрНДІ АТ, ДП «Новатор», Харківський машзавод «ФЕД», Харківське конструкторське бюро і завод «Маяк»). Домовленість із Туреччиною щодо розробки та виробництві ТАН-158 (на базі літаків Ан-158 та Ан-178) та літака для Туреччини на базі Ан-70.
Кінець 2020	Серійне виробництво відсутнє. Збирається один літак Ан-178 для Перу. Термін виконання контракту 2021 рік.
Січень 2021	Підписання контракту на постачання для МО України трьох транспортних Ан-178.
11.11. 2020	Розпорядженням КМ України схвалено Концепцію Державної цільової науково-технічної програми розвитку авіаційної промисловості на 2021 -2030 роки. З моменту проголошення незалежності Україна мала всього дві десятирічні програми розвитку авіапромисловості. Перша з них була розрахована на 1992-2000 роки, друга на 2001-2010 рр. Обсяг їх фінансування не перевищив 17% запланованого. Останні 10 років держпрограми розвитку авіа будування не було.
	<b>Наголошені перспективи</b>
Листопад 2020	Віце прем'єр з питань стратегічних галузей промисловості Олег Уруський на брифінгу під час відвідування прем'єр-міністром Дмитром Шмигалем Харківського державного авіаційного виробничого підприємства (ХДАВП) наголосив, що ДК «Укроборонпром» планується перетворити на дві управляючі холдингові компанії, що має сприяти залученню інвестицій.

Фахівці вважають, що кращим стимулом для зовнішніх інвесторів в авіабудування має бути власне національне замовлення з боку МО, Національної гвардії, ДСНС. Буде національне замовлення – з'явиться зовнішній інвестор.

В січні наголошено про підписання контракту МО – ДК «Антонов» про замовлення 3-х ближньомагістральних Ан-178. 3 літака дуже мало для відродження авіабудування, але шанс здвинути процес з мертвої точки.

**Стан авіабудування в Україні на 2021 рік.** В Києві добудовується 1 літак для Перу та підписано контракт на 3 Ан-178. Однак *це не є рятунням* для авіабудування України. 3 замовлених літака – це не вихід. Потрібні тверді контракти із ЗС України, МВД, ДСНС, а також для внутрішніх перевізників та негайно. Чому не вихід? Наведемо приклади з недавньої практики. У 2009 р. ХДАВП побудував 2 літака (Ан-74ТК-300Д, та Ан-74Т-200А) для Лаосу та Єгипту та закінчив рік із збитками 1 млрд.грн.

У 2010 – 2014 р.р. ХАЗ випускав по 1 літаку в рік: у 2010 – 1 Ан-74Т-200А для ВВС Єгипту та завершив рік зі збитками більш ніж 405 млн. грн.

У 2011 завод побудував один Ан-74ТК-200С для ВВС Туркменістану, та знов залишився у боргах.

У 2012 р. ХАПО побудував ще один літак Ан-74ТК-200С для ВВС Туркменістану, рік закінчив зі збитками майже 177 млн.грн.

У 2013-14 рр. побудовано 2 воєнно-транспортних літака Ан-74Т-200А для МВД Казахстану. Восени завод оголосив дефолт на 440 млн.грн. Підприємство на 2021 р. з мільйонних боргів не вийшло.

Для відродження авіабудування України можливий лише один шлях – це надзадача – залишитися в ряду авіаційних держав із повним циклом розробки та виробництва. Для цього потрібно вирішити такі комплексні завдання:

розв'язання проблеми імпортозаміщення в авіабудуванні;

зупинити деградацію кадрів, як інженерно-конструкторських так і кваліфікованої робітничої сили;

збереження та відродження наукового потенціалу в авіабудуванні, створення науково-конструкторського наробітку;

відмова від закупівлі іноземної авіаційної техніки, яка може вироблятися в Україні, вкладення фінансових ресурсів в власне виробництво, яке буде сприяти вирішенню перелічених вище трьох завдань;

внутрішні закупівлі авіаційної техніки.



В професійному середовищі авіабудівників вважають, що поки що зберігається можливість відродження авіабудування в Україні шляхом вирішення вказаних завдань такими заходами.

Завдання імпортозаміщення. У виробництві авіаційної техніки крім головного підприємства–виробника кінцевої продукції приймають участь десятки-сотні підприємств суміжників, постачальників матеріалів, вузлів, обладнання, двигунів та ін. Підключення суміжників до виробництва продукції для імпортозаміщення потребує часу введення нових виробничих потужностей, фінансування та ін. Крім того, повноцінне імпортозаміщення рентабельне тільки при серійному виробництві АТ, а не під разові замовлення. Тому, на відміну від політиків, професійні виробники не бачать альтернативи у відновленні співробітництва з Росією.

Збереження та відродження наукового потенціалу. Це можливо тільки шляхом розробки нових моделей, крім останньої моделі А-178. Розрив зв'язків з авіабудівниками Росії та суміжниками із СНГ не відкрило доступу до технологій світових авіавиробників. Триває багатомісячна боротьба між Китаєм та США за АО «Мотор Січ», яка в решті веде до занепаду підприємства. Розрив зв'язків з Росією привів до втрати Росії – замовника та покупця. Росія за програмою імпортозаміщення створила власне виробництво авіадвигунів. Поки випускався український Ан-140 та Ан-148 були затребувані відмінні за конструкцією двигуни ТВ-3-117 та Д-436. Зараз заporожці можуть поставляти тільки двигуни Д-436ФМ для Ан-178.

Однак для унікального заporізького комплексу з розробки авіадвигунів (ЗМКБ «Івченко-Прогрес») та їх виробництва (завод «Мотор Січ») не знайшлось інших замовників замість Росії. Втрачені багаторічні зв'язки не просто замінити. Ситуації, що склалися може врятувати тільки внутрішній ринок.

Закупівлі АТ за імпортом. Контракт МВС України із французьким «Airbus» на поставку 55 вертольотів у 2018 році на суму 555 млн.євро – не сприяє розвитку авіабудування в Україні.

Відновлення внутрішніх замовлень та закупівель. В Україні ще залишилися три крупних авіабудівних підприємства повного циклу. В Києві, Харкові, Запоріжжі.

ХАЗ зберіг можливість виробництва Ан-140 та Ан-74 та їх модифікацій. В цехах у високої ступені готовності один Ан-74ТК-300 та два Ан-74Т/ТК-200.

Повний цикл виробництва мають декілька авіаремонтних заводів. Збереглися два профільних

ВНЗ – ХАІ та НАУ, які при відповідній політиці держави спроможні зупинити деградацію кадрів.

ДО речі, ХАЗ у 80-ті роки випускав по 80 середньомагістральних літаків Ту-134 на рік.

## Висновки

1. На погляд керівництва новоствореного Міністерства з питань стратегічних галузей промисловості реформа оборонної промисловості України потреба у реформуванні ОПК назріла вже давно. Це болючий та тривалий процес, спрямований на створення сприятливого бізнес-середовища для підприємств оборонної промисловості України, збереження і розвиток української оборонної промисловості та збільшення її експортного потенціалу.

2. Стратегія перебудови українського ОПК передбачає ліквідацію ДК "Укроборонпром" та створення державних холдингових компаній "Оборонні системи України" та "Аерокосмічні системи України", до яких увійдуть шість та три холдингові компанії відповідно.

3. Ключова мета – створення сприятливого бізнес-середовища для підприємств оборонної промисловості в Україні, побудова ефективної системи підготовки та використання кадрів, переоснащення виробничих потужностей для створення в Україні сучасних зразків озброєння.

4. До найважливіших проєктів Мінстратегпром відносить проєкти у аерокосмічній галузі, (відновлення серійного виробництва літаків транспортної авіації, створення ракети-носія легкого класу, ударних ракетних комплексів повітряного, морського та наземного базування); стимулювання розвитку проєктів зі створення комплексів ППО та ПРО, розвідки та РЕБ, автоматизованих систем управління і головне – розроблення Державної науково-технічної програми з розвитку авіапромисловості на 2021-2030 роки.

## Список використаних джерел

1. Ексклюзивне інтерв'ю віце прем'єр-міністра з питань стратегічних галузей промисловості Олега Уруського агентству "Інтерфакс-Україна". URL: <https://ua.interfax.com.ua/news/interview/713448.htm> / (дата звернення: 25.02.2021).

2. Розвиток оборонно-промислового комплексу. Кабінет Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/ekonomichnezrostannya/rozvitok-oboronno-promislovogo-kompleksu> 1/3 (дата звернення: 23.02.2021).

3. Верховна Рада на засіданні 29 січня прийняла за основу законопроект щодо трансформації ДК "Укроборонпром". URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2021/01/29/670500/> (дата звернення: 25.02.2021).

4. С. Манукян. В поисках ренесанса. Щотижневик "2000", Україна. №5(971). 4-10.02.2021р.

**КАЦАЛАП Віталій Олександрович** (кандидат військових наук, доцент)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІЛОТОВАНОЇ АВІАЦІЇ

### Виклад основного матеріалу дослідження

Обґрунтування методичних підходів, які використовуються в інтересах протидії інформаційно-психологічному впливу обумовлюються тим, що особовий склад пілотованої авіації буде основним об'єктом впливу противника.

Особовий склад пілотованої авіації для противника є певною цільовою аудиторією, яка може знаходитись під дистанційним інформаційним управлінням, зокрема соціальною та індивідуальною сферою інформаційно-психологічного впливу.

Використовуючи сформульовані умови та спираючись на психологічні і психофізіологічні характеристики індивіда сформована база вразливостей поведінки особового складу пілотованої авіації, що відображає залежність зміни уявлень про показники соціальної поведінки та інтенсивність зовнішніх деструктивних інформаційно-психологічних впливів.

Відповідно до основних положень Доктрини інформаційної безпеки України одним з основних шляхів її реалізації є розробка методологічних підходів протидії інформаційним загрозам на особовий склад Сил оборони держави.

Розвиток Сил оборони України вимагає запровадження універсальних механізмів планування для всієї системи забезпечення інформаційної безпеки. В першу чергу процедур виявлення негативного інформаційно-психологічного впливу, що дозволять синхронізувати інформаційну протидію всіх складових Сектору безпеки та оборони України.

Особовий склад пілотованої авіації у своїй більшості мислить раціонально та використовує доступну йому інформацію. Тому обґрунтування моделі, яка могла б, до певної міри, передбачати та пояснювати поведінку та соціальну установку особового складу пілотованої авіації є актуальним питанням.

Аналіз "Теорії осмисленої дії" показав, що її основа відповідає завданню дослідження і на відміну від "Теорії перспектив", яка використовувалась авторами [1] при оцінюванні ймовірностей поведінки соціальної групи від змісту інформаційного впливу може бути використана при обґрунтуванні основних показників оцінювання майбутньої поведінки особового складу пілотованої авіації з можливостями щодо визначення взаємозв'язків між відповідними соціальними установками. Особливе місце в оцінюванні особового складу пілотованої авіації

займає поведінкові його наміри. Самі наміри формуються не тільки установками, але й вплив певних суспільних норм, яких дотримується особовий склад пілотованої авіації.

Одним із основних принципів оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу є врахування прогнозованої поведінки особового складу пілотованої авіації, яка не має або не відчуває відповідальності щодо того, яким чином себе вести. У результаті маємо ситуацію коли особовий склад пілотованої авіації має певну модель поведінки, яка залежить від ситуації в якій він знаходиться. Зазначена умова формує поведінкові наміри та безпосередньо впливає на саму поведінку – сприйнятий поведінковий контроль особового складу пілотованої авіації.

Аналіз опублікованих робіт [1-3] показує, що на сьогодні теорія інформаційної безпеки є недосконалою, у ній бракує чітких формальних методів і методик для кількісних оцінок негативного інформаційно-психологічного впливу на визначені цільові аудиторії. З цієї причини кількісна оцінка моделі поведінки особового складу пілотованої авіації, зокрема негативного інформаційно-психологічного впливу, є складним завданням, яке потребує вирішення.

Виходячи із зазначеного, **метою тез** є моделювання інтелектуальної поведінки особового складу пілотованої авіації

Цикл психологічного впливу інтелектуальну поведінку особового складу пілотованої авіації складається з наступних етапів: залучення уваги і створення інтересу; емоційна стимуляція; демонстрація способу зняття створеної напруги [4, 5].

Залучення і утримання уваги індивіда з боку засобів масової інформації реалізується за рахунок регулярного і комплексного психологічного впливу. Комплексність передбачає виконання вказаних нижче етапів:

1-й – передача інформації про те, що відбувається в світі (або його окремих частинах);

2-й – об'єднання суспільства в єдине ціле (комунікативно-інтеграційна функція);

3-й – проголошення (декларація) інтересів суспільства перед тими, хто цим суспільством керує, тобто найчастіше перед тим, що в буденності називається владою (функція vox populi (голосу народу));

4-й – управління або маніпулювання поведінкою та інстинктами суспільства (мас населення) з боку можновладців, правлячого класу, держави (політична функція);

5-й – виховання і частково освіта підростаючих і вже дорослих поколінь (функція соціалізації людей).

Наведені етапи комплексного психологічного впливу відображають зміст загальних припущень (кількісні та якісні характеристики негативного контенту або інформації досить великі або зовнішні і внутрішні умови розповсюдження постійно змінюються). Це створює уявлення про показник ймовірного типу фізичним змістом якого являється динаміка зміни уявлення особового складу пілотованої авіації за певний проміжок часу про конкретний негативний контент або інформацію. Даний показник можемо прийняти за коефіцієнт ефективності психологічного впливу та припустити, що його значення прагне до нуля [6].

Таким чином, запропонований підхід дозволяє провести моделювання інтелектуальної поведінки особового складу пілотованої авіації та створити можливість оцінити в кількісному вимірі рівень психологічного впливу за визначений проміжок часу. Це сприяє виконанню функціональних обов'язків особового складу пілотованої авіації.

Побічними наслідками від моделювання є відносно об'єктивно прогнозувати можливі зміни обстановки та адекватно і на випередження реагувати (протидіяти) негативним процесам. Тому зазначений підхід необхідно розглядати як невід'ємний елемент підсистеми моніторингу ситуації у загальному контурі системи протидії негативному психологічного впливу на особовий склад пілотованої авіації.

### Висновок

Запропонований методичний підхід має універсальний характер, а тому може бути застосований при розробці аналогічних методичних

засобів не лише стосовно воєнної сфери, але і до усієї соціальної системи держави або її окремих секторів в інтересах забезпечення внутрішньополітичної стабільності. Подальшими дослідженнями передбачається процес верифікації розробленої методології, а також обґрунтування пропозицій щодо шляхів впровадження в практику структурних підрозділів сектору безпеки та оборони держави.

### Список використаних джерел

1. Корнев М.Н. Соціальна психологія: підручник / М.Н. Корнев, А.Б. Коваленко. – К.: 1995. – 304 с.
2. Информационно-психологическая и психотронная война: хрестоматия / Под общ. ред. А.Е. Тараса. – Мн.: Харвест. 2003. – 432 с.
3. Кацалап В.О., Войтко О.В., Рахімов В.В. Аналіз особливостей маніпуляції, як інструменту психологічного впливу на свідомість / В.О. Кацалап, О.В. Войтко, В.В. Рахімов // Науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони” – К.: НУОУ. 2019. №2(35). – С. 121-126.
4. Кацалап В.О., Войтко О.В., Цурко Ю.В. Методичний підхід до визначення джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері / В.О. Кацалап, О.В. Войтко, Ю.В. Цурко // Науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони” – К.: НУОУ. 2019. №1(34). – С. 103-108.
5. Кацалап В.О., Войтко О.В., Чернега В.М. Методика оцінки загроз інформаційній безпеці України у воєнній сфері / В.О. Кацалап, О.В. Войтко, В.М. Чернега // Науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони” – К.: НУОУ. 2018. №1(31). – С. 149-154.
6. Кацалап В.О., Войтко О.В. Оцінювання інформаційно-психологічного впливу в інтересах бойових дій військ (сил) / В.О. Кацалап, О.В. Войтко // Науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони” – К.: НУОУ. 2017. №2(29). – С. 116-120.

**МЕЛЬНИЧЕНКО Василь Семенович** (кандидат військових наук, доцент)

**ЛЕВЧЕНКО Михайло Антонович** (кандидат військових наук, доцент)

**ПАТАЛАХА Валерій Григорович** (кандидат військових наук, доцент)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ БОРОТЬБИ З БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПРОТИВНИКА ЗЕНІТНИМИ ЗАСОБАМИ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

*У статті проведено аналіз досвіду застосування безпілотних літальних апаратів в локальних війнах та збройних конфліктах сучасності, визначені основні фактори, що обумовлюють складність боротьби з ними. Проаналізовано можливості щодо ураження БПЛА середнього класу зенітними засобами та особливості застосування БПЛА, які необхідно знати для організації ефективної боротьби з ними. Запропоновані можливі способи застосування сучасних зенітних засобів для підвищення ефективності боротьби з БПЛА.*

Активний розвиток і широке впровадження безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в усі сфери військової діяльності збройних сил провідних країн світу, обумовлено низкою їх важливих переваг. Передусім це відсутність екіпажу (тобто виключений людський фактор), відносно невелика вартість, невеликі витрати на їх експлуатацію, можливість виконувати маневри з переваженням, що перевищує фізичні можливості людини, більш велика тривалість і дальність польоту через відсутність фактору втомленості екіпажу та інші переваги у порівнянні з пілотованою авіацією.

Відповідно до широкомасштабного розповсюдження та застосування БПЛА, існує велика кількість їх класифікацій, у тому числі: за призначенням (або за завданнями, що вирішуються), за масштабами застосування, за габаритно-ваговими характеристиками, за можливостями повторного застосування, за аеродинамічною схемою, за способом старту та посадки, за способом управління, виду апаратури, що застосовується, висоті застосування, дальності дії, тривалості польоту та інші.

Аналіз досвіду локальних війн і збройних конфліктів сучасності підтверджує стійкі тенденції щодо збільшення інтенсивності застосування БПЛА, розширення спектру завдань, які на них покладаються та зміни тактики їх застосування [1–13].

В зоні проведення антитерористичної операції (АТО) використовувались БПЛА, що вирішували розвідувальні завдання та завдання забезпечення (постановка перешкод радіо- і радіотехнічним засобам, управління вогнем і цілевказівки вогневим засобам, ретрансляція повідомлень і даних) в основному тактичного (оперативно-тактичного) призначення та розвідки полю бою. Було зафіксовано використання БПЛА серійного виробництва Російської Федерації типу: “Орлан-10”, “Орлан-2”, “Стрекоза”, “Застава”, “Дозор-100”, “Дозор-600”, “Гранит-4”, “Форпост” та інші.

Аналіз дій БПЛА противника в зоні проведення АТО показує, що основною метою їх застосування

було ведення розвідки (оптичної, тепловізійної, інфрачервоної), виявлення місцезнаходження підрозділів сил АТО, визначення їх координат та передавання даних на засоби вогневого ураження, постановка активних радіоперешкод радіолокаційним станціям засобів ППО, засобам зв'язку, навігаційним каналам та каналам передачі даних, а також застосування ударних БПЛА для ураження окремих об'єктів і підрозділів в зоні проведення АТО (скидання з повітря ручних кумулятивних гранат) [12, 13].

Яскравим прикладом збільшення інтенсивності та змін тактики застосування БПЛА є збройний конфлікт у Нагорному Карабасі [1–10]. Вперше в історії війн в ході даного конфлікту авіація була представлена в основному безпілотним флотом.

Безпілотна авіація збройних сил Азербайджану в цілому успішно виконала весь спектр завдань, які звичайно покладаються на оперативну-тактичну авіацію, а саме: подавлення системи ППО і завоювання панування у повітрі; удари по наземним цілям в тактичній зоні та оперативній глибині; ізоляція району бойових дій; повітряна розвідка; цілевказання і корегування вогню артилерії; забезпечення зв'язку; радіоелектронна розвідка; радіоелектронне подавлення РЕЗ.

Створення аналогічного за функціоналом і можливостями угруповання пілотованої авіації вимагало би в сотні разів більш вагомих витрат. За критерієм “вартість – ефективність” безпілотний флот виявився поза конкуренцією.

В цілому угруповання безпілотної авіації Азербайджану до початку операції нараховувало до 120 БПЛА різних типів і більш ніж 400 одиниць боєприпасів, що баражують.

В ході війни для виконання різних завдань було створено 10–12 тактичних груп БПЛА, які діяли у визначених районах відповідальності, баражували на відстані більш 50 км від лінії зіткнення і вступали у бій безпосередньо перед атакою наземних угруповань військ. Один БПЛА здійснював загальний контроль обстановки і управління групою, діючи на великих висотах (8–9 км). На висотах 6–7 км діяли розвідувально-ударні

БПЛА, ретранслятори, корегувальники, апарати радіоелектронної розвідки. На малих і гранично малих висотах діяли боеприпаси, що баражують. В цілому на першому та другому етапах у повітрі одночасно діяли більш ніж 100 БПЛА і боеприпасів, що баражують щодоби. Для викриття системи ППО в якості приманки активно використовувалися дистанційно пілотовані літаки Ан-2.

Настільки цілеспрямоване, масоване та концентроване застосування угруповання БПЛА різних класів і типів стало новим явищем у воєнному мистецтві. Це не революція у застосуванні засобів повітряно-космічного нападу, але якісно новий етап, елементи якого раніш вже були апробовані в небі Сирії, Іраку, Лівії.

Аналіз тенденцій подальшого розвитку БПЛА, способів і тактичних прийомів їх застосування, свідчить про те, що у майбутньому їм буде відведена головна роль в збройній боротьбі у повітрі.

Найбільш перспективним напрямком вважається масоване застосування БПЛА групами від 10 до 40 одиниць одночасно. Причому, запуск БПЛА може здійснюватися як з наземних установок, так і з літаків, а управління ними може здійснюватися як з іншого БПЛА, так і з пілотованого літака (недосяжного для засобів ППО). В стратегії “рій БПЛА” передбачається одночасне входження в зону вогню військової частини зенітних ракетних військ до 100 БПЛА, причому більше половини з них можуть бути удаваними цілями, а інші індивідуально наводяться на визначені об’єкти. Таке застосування БПЛА призводить до критичного перевантаження системи управління вогнем та зриву завдання щодо прикриття об’єктів та військ.

Підсумовуючи всі особливості застосування БПЛА, можна зробити висновок, що для ефективної боротьби з ними необхідно проведення комплексних заходів, які полягають як в веденні активної боротьби, (придушення або перехоплення каналів управління ними, створення перешкод для виконання ними завдань, активного фізичного впливу безпосередньо на БПЛА вогневих засобів), так і захисту від засобів розвідки та РЕБ, які можуть знаходитися на борту БПЛА.

Велике різноманіття видів і типів сучасних БПЛА, особливі властивості та тактичні прийоми їх застосування значно ускладнюють ведення боротьби з ними.

Тому, проблема боротьби з БПЛА – актуальна і вимагає пошуку нестандартних шляхів для її вирішення.

Вченими та військовими передових країн світу пропонується велика кількість способів боротьби з сучасними БПЛА: починаючи з активного фізичного впливу безпосередньо на апарати за допомогою інших БПЛА, вогневих (у т. ч. і зенітних) засобів та сучасних лазерних установок та закінчуючи подавленням (або перехопленням) каналів управління ними, створенням перешкод для виконання ними завдань.

За своєю суттю, для ведення ефективної протидії малорозмірним повітряним цілям, включаючи БПЛА, необхідно створювати цілеспрямовану систему боротьби (як складову загальної системи протиповітряної оборони), яка повинна включати “активну” складову (ураження БПЛА вогнем або будь-яким іншим способом на землі та в повітрі) та “пасивну” (не вогневу) складову (низка заходів щодо протидії системам розвідки, управління і зниження ефективності бойового застосування БПЛА).

Для того, щоб успішно боротися з БПЛА зенітними засобами, необхідно визначити фактори, що обумовлюють складність боротьби з ними, а також особливості їх застосування. До таких факторів можна віднести:

невелика маса і габарити БПЛА та, як наслідок, мала дальність виявлення різними засобами розвідки;

низький рівень акустичного шуму в польоті (всього біля 50 дБ на відстанях більше 1000 м, що значно нижче порогу чутливості органів слуху людини), що зменшує дальність їх акустичного виявлення;

незначна ефективна площа розсіювання (ЕПР) (0,01 – 0,1 м<sup>2</sup>) та теплової контрастності, що також значно ускладнює виявлення їх радіолокаційними засобами та захоплення інфрачервоними головками самонаведення (ГСН) зенітних керованих ракет (ЗКР);

мала уразливість основних елементів конструкцій від вогневого впливу зенітних засобів; достатньо широкий діапазон швидкості польоту (10 – 70 м/с);

наявність можливостей для постановки перешкод радіоелектронним засобам (РЕЗ) ППО та самостійного ураження засобів ППО;

можливість наводити на засоби ППО вогонь артилерійських систем, реактивні системи залпового вогню (РСЗО), літаки ударної авіації, вертольоти;

можливість польоту в достатньо широкому діапазоні висот – від гранично малих (до 50 м) до середніх висот (5000 – 6000 м);

відсутність чутливості до психологічного впливу вогню засобів ППО.

З метою ураження БПЛА вогнем або будь-яким іншим способом в повітрі на траєкторіях польоту має бути ретельно організована система зенітного ракетного (артилерійського) вогню, яка може стати дійсно ефективною лише за умов виконання низки спеціальних заходів в інтересах протидії малорозмірним повітряним цілям. Вона має створюватися в складі загальної єдиної системи ППО, як спеціальна підсистема боротьби з малорозмірними БПЛА за аналогією з підсистемою боротьби з маловисотними засобами повітряного нападу (ЗПН), елементами високоточної зброї (ВТЗ), тощо.

Підсистема боротьби з малорозмірними БПЛА має включати до себе елементи систем розвідки і оповіщення, управління бойовими діями, системи зенітно-ракетного і зенітно-артилерійського вогню,



сукупність спеціалізованих зенітних засобів, тощо.

Завдання виявлення, супроводження малорозмірних БПЛА і видачу інформації про координати їх польоту мають вирішуватися комплексно всіма силами і засобами розвідки, із створенням єдиного інформаційного поля в межах дій військових формувань.

Для пошуку та виявлення малорозмірних БПЛА необхідно використовувати комплекс засобів, які працюють на різних фізичних принципах. Виявлення таких БПЛА має вестися пасивними засобами розвідки (комплексами радіотехнічної розвідки (РТР), оптико-електронними засобами, постами візуального спостереження (ПВС)), а також активними засобами (РЛС зенітних підрозділів (частин) та інших родів військ).

Важливо систему розвідки малорозмірних БПЛА доповнити мережею ПВС. Така мережа має бути ретельно спланована і побудована, розгорнута на пануючих висотах, обладнана засобами візуального спостереження, зв'язку і передачі даних та укомплектована добре навченими розвідниками-спостерігачами повітряної обстановки.

Аналогічним вимогам має відповідати і система зенітного ракетного і артилерійського вогню. Вона має бути ретельно спланована і побудована, розгорнута з урахуванням рельєфу місцевості і розташування своїх військ та важливих об'єктів.

Слід звернути увагу, що активне ураження малорозмірних БПЛА зенітними засобами, що є на озброєнні, можливо лише з великими обмеженнями щодо виявлення та обстрілу міні-БПЛА с ЕПР не менш ніж 0,01 м<sup>2</sup>.

Для надійного ураження мікро- та нано-БПЛА зенітним вогнем потрібні розробка та конструювання спеціалізованих систем зенітної зброї, навіть основаних на нових фізичних принципах (лазерне, електромагнітне, тощо).

Розробка таких нових систем озброєння є сьогодні край необхідною проблемою, що стоїть перед військовою промисловістю та конструкторами озброєння, рішення якої повинно бути задачею ближньої перспективи.

За поглядами фахівців провідних країн світу перспективна система боротьби з БПЛА має поєднувати в собі лазери, зенітну артилерію і засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) – для боротьби на малих і частково на середніх відстанях, з ЗРК (ЗРГК) – для боротьби на середніх і великих відстанях.

Причому, для ведення ефективної боротьби з сучасними ударними БПЛА зенітними засобами найбільш доцільним було би створення нових комбінованих зенітних ракетно-гарматних комплексів (ЗРГК), в яких мають бути реалізовані рішення, що забезпечують:

використання багатодіапазонної радіолокаційної станції, оптико-електронних, фотоконтрастних та інфрачервоних каналів для пошуку та супроводження як цілій, так і ракет, що дозволяє використовувати переваги кожного діапазону та значно розширює умови бойового

застосування комплексу;

спільне розміщення ракетного та гарматного озброєння на єдиній платформі та одночасне ведення вогню як ракетним, так і гарматним озброєнням;

збільшення чутливості ГСН ракет та точності наведення ракетного озброєння;

збільшення дальності, висоти та точності ураження гарматного озброєння;

підвищену скритність роботи ЗРГК за рахунок можливості використання лише оптико-електронних та інфрачервоних каналів в різних діапазонах (в режимі – без РЛС) для виявлення, супроводження цілей і наведення на них ракет;

високу стійкість до застосування завад противником за рахунок об'єднання радіолокаційних і оптико-електронних, інфрачервоних засобів в єдину систему, яка працює в ДМ-, СМ-, ММ- та ІЧ-діапазонах хвиль.

На жаль, створення та надходження такого новітнього комбінованого зенітного комплексу на озброєння найближчим часом не передбачається.

Тому, вирішення проблеми боротьби з БПЛА можливе лише за рахунок найбільш повного використання бойових можливостей існуючих на озброєнні різноманітних зенітних засобів.

На теперішній час для вирішення цієї проблеми пропонується створення тактичних змішаних зенітних груп (ТЗЗГ), які за функціональністю аналогічні перспективним комбінованим зенітним комплексам та можуть застосовувати різні принципи виявлення ЗПН, супроводження та обстрілу повітряних цілей з використанням різних видів локації, способів та методів наведення ракет в залежності від умов обстановки за рахунок включення до їх складу зенітних засобів різних типів та розміщення їх на спільних стартових (вогневих) позиціях, з метою компенсації недоліків одних перевагою інших в різних умовах обстановки.

Спільне застосування ЗРК та зенітних установок різного типу на одній позиції забезпечує більш високу ефективність боротьби з БПЛА за рахунок максимального використання можливостей кожного з типів ЗРК (ЗРС) відповідно їхньому основному призначенню.

Крім того, для підвищення ефективності протидії БПЛА, потрібно провести комплекс організаційних або “пасивних” заходів, що має за мету ввести противника в оману відносно дійсного положення військ на бойових позиціях, перешкоджати оптико-електронним засобам розвідки та наведення БПЛА, якомога зменшити можливість проведення аерофотозйомки з БПЛА, визначення частотно-технічних характеристик радіоелектронної апаратури що випромінює, ведення оптичного спостереження за полем бою, передачі відео зображення тощо.

До таких мір організаційного характеру, що потрібно проводити у військах, слід віднести:

створення системи удаваних (хибних) позицій біля кожного зразка ОВТ з використанням різних способів маскуванню;

використання димів та маскуючих аерозолів;  
створення системи удаваних військових об'єктів;

вміле використання військовими частинами та підрозділами захисних властивостей місцевості та штучних споруд;

обмеження або заборона використання безпроводного зв'язку та мобільних телефонів, а також активних GPS-пристроїв;

нанесення на дахи будівель та автотранспорту часток дзеркального матеріалу для створення перешкод для оптичних пристроїв БПЛА тощо.

### Список використаних джерел

1. Чи можуть змінити дрони перебіг війни. Режим доступу: <https://armyinform.com.ua/2020/10/chy-mozhut-zminyty-drony-perebig-vijny/> (дата доступу 15.02.2021).

2. Уроки боїв у Нагірному Карабасі. Чи готова Україна до сучасної війни? Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/30898029.html> (дата доступу 15.02.2021).

3. Війна дронів у Карабаху: як безпілотники змінили конфлікт між Азербайджаном і Вірменією. Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-54434848> (дата доступу 16.02.2021).

5. Нагірний Карабах: як ізраїльські та турецькі безпілотники змінили хід історії і як ці пристрої змінюють хід будь-якої сучасної війни. Режим доступу: <https://mind.ua/openmind/20217213-nagimij-karabah-yak-izrayilski-ta-turecki-bezpilotniki-zminili-hid-istoriyi> (дата доступу 16.02.2021).

6. Три тижні протистояння в Нагірному Карабасі: 633:1 на користь Bayraktar TB2. Режим доступу: [https://defence-ua.com/news/tri\\_tizhni\\_protistojannja\\_v\\_nagirnomu\\_karaba](https://defence-ua.com/news/tri_tizhni_protistojannja_v_nagirnomu_karaba)

[si\\_6331\\_na\\_korist\\_bayraktar\\_tb2-1888.html](si_6331_na_korist_bayraktar_tb2-1888.html) (дата доступу 16.02.2021).

7. Перевірено війною: успішна тактика турецького БПЛА Bayraktar TB2, яку може застосувати Україна. Режим доступу: <https://ussi.org.ua/analytics/perevireno-vijnovu-uspishna-taktyka-tureczkogo-bpla-bayraktar-tb2-yaku-mozhe-zastosuvaty-ukrayina/> (дата доступу 16.02.2021).

8. Azerbaijan's drones owned the battlefield in Nagorno-Karabakh – and showed future of warfare. Режим доступу: [https://www.washingtonpost.com/world/europe/nagorno-karabakh-drones-azerbaijan-aremenia/2020/11/11/441bcbd2-193d-11eb-8bda-814ca56e138b\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/world/europe/nagorno-karabakh-drones-azerbaijan-aremenia/2020/11/11/441bcbd2-193d-11eb-8bda-814ca56e138b_story.html) (дата доступу 16.02.2021).

9. Drones in the Nagorno-Karabakh. Режим доступу: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/drones-nagorno-karabakh> (дата доступу 17.02.2021).

10. The drone defense dilemma: How unmanned aircraft are redrawing battle lines. Режим доступу: <https://www.defensenews.com/global/europe/2021/02/15/the-drone-defense-dilemma-how-unmanned-aircraft-are-redrawing-battle-lines/> (дата доступу 17.02.2021).

11. Особливості застосування підрозділів зенітних ракетних військ у ситуації ескалації воєнного конфлікту на території держави: навч. посібник / С.П. Ярош, В.В. Воронін, М.О. Єрмошин, та ін.; за заг. ред. С.П. Яроша – Харків : ім. І. Кожедуба. 2015. – 140 с.

12. Методичні рекомендації щодо застосування підрозділів Збройних Сил України в антитерористичній операції: методичний посібник / за заг. ред. А.М. Алімієва № 1, 2014 – Харків : ХУПС ім. І. Кожедуба. 2014. – 132 с.

13. Методичні рекомендації щодо застосування підрозділів Збройних Сил України в антитерористичній операції: методичний посібник / за заг. ред. А.М. Алімієва № 2, № 3, 2014 – Харків : ХУПС ім. І. Кожедуба. 2014. – 116 с.

**ГЕРАСИМЕНКО Володимир Вікторович** (кандидат військових наук)

**ЛУЦИК Юлія Олександрівна** (кандидат економічних наук, доцент)

**ДЕМЕНЄВ Олександр Миколайович** (кандидат технічних наук, доцент)

**ПАРХОМЕНКО Павло Петрович** (кандидат економічних наук)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ОБОРОННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ПРИ ВОЄННО-ЕКОНОМІЧНОМУ СПІВРОБІТНИЦТВІ УКРАЇНИ В СФЕРІ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ**

*Розглянуті проблемні питання оборонної промисловості та характерні риси деяких груп ризиків для національної економіки і безпеки держави, що виникають при здійсненні воєнно-економічного співробітництва України із державами-партнерами, можливі негативні наслідки ризиків для вітчизняної оборонної промисловості та шляхи запобігання ним з обранням нових форматів співпраці між політичним керівництвом держави, збройними силами та «оборонкою». Висвітлений зміст нових форматів воєнно-економічного співробітництва України на світовому ринку озброєнь.*

**Ключові слова:** *воєнно-економічне співробітництво, оборонно-промисловий комплекс, ризики співробітництва, оборонна стратегія, новий формат співпраці.*

**Результати виконання ДОЗ 2020 року.** Державне оборонне замовлення на 2020 рік виконано на 99,5%. Про це повідомив Міністр оборони Андрій Таран на прес конференції в Укрінформі, відповідаючи на запитання кореспондента агентства.

Загалом замовники протягом 2020 року вже отримали 4039 нових, модернізованих та відремонтованих одиниць ОВТ, з яких 2591 – високоточне озброєння та боеприпаси; 712 – радіолокаційні станції, ППО, засоби зв'язку, радіоборотби та навігації; 674 – бронетанкова техніка; 51 – авіаційна техніка і обладнання; 11 – військово-морська техніка. Крім того, підприємства Укроборонпрому відремонтували та передали 1402 одиниці двигунів та комплектуючих.

Усього у рамках цього річного ДОЗ було виконано 280 контрактів на суму понад 12 млрд грн для чотирьох державних замовників: Міністерства оборони, Національної гвардії, Державної прикордонної служби та Головного управління розвідки Міноборони. Зокрема, 52 контракти укладено з виготовлення та модернізації озброєння та військової техніки (ОВТ), 17 – з розроблення ОВТ, 211 – з ремонту та відновлення ОВТ.

Завдяки виконанню державного оборонного замовлення попереднього року, у 2021 році очікується постачання військової продукції на суму понад 10 мільярдів гривень. Здійснені у 2020 році замовлення (укладені контракти) вже дозволяють Збройним Силам України отримати цього року 10 млн штук боеприпасів, 3 300 ракетно-артилерійських систем, 2 700 приладів розвідки та спостереження, понад 320 автомобілів, більше 60 бронетранспортерів та броньованих машин, *близько чотирьох десятків безпілотних авіаційних комплексів, а також шість літаків*, – повідомив Міністр оборони Андрій Таран. За його словами, планування заходів із закупівлі товарів, робіт і послуг оборонного призначення відбувалося ще у 2020 році за діючим на той час законодавством. Процедура закупівлі за діючими контрактами продовжуються відповідно до попереднього законодавства. Наразі йде процес

формування нормативно-правової бази для забезпечення виконання норм нового Закону “Про оборонні закупівлі” та здійснюється перехід на планування заходів та бюджету. “Міноборони бере активну участь у відпрацюванні нормативно-правової бази для забезпечення реалізації норм Закону “Про оборонні закупівлі”. Процес узгодження нормативно-правових актів завершується. У визначені в Указі Президента України строки вони будуть розглянуті і прийняті Урядом”, – зазначив Андрій Таран. У 2021 році увага Міністерства оборони фокусуватиметься на адаптації механізму закупівель військової продукції під вимоги Закону України “Про оборонні закупівлі”. Положення цього Закону на заміну державного оборонного замовлення запроваджують нові конкурентні і прозорі процедури закупівлі озброєння та військової техніки та іншої оборонної продукції. Окремі закриті закупівлі без винятків передбачають конкурентні процедури, а пропозиції виробників проходитимуть розгляд міжвідомчих комісій та отримають максимально можливе інформування суспільства. “Слід враховувати, що виробництво озброєння має тривалий виробничий цикл, приміром, ті ж високотехнологічні комплекси виготовляються більше одного року. Профінансувавши та уклавши ще минулого року контракти на суму у понад 10 мільярдів гривень, ми забезпечили партнерів обіговими коштами, що, у свою чергу, з початку року гарантувало безперебійну роботу десятків підприємств оборонно-промислового комплексу, серед яких, наприклад, ДККБ “Луч”, ДП ХКБМ ім. О Морозова, ДП “Іскра” та інші”, – наголосив Андрій Таран. Міністерством оборони наразі визначені пріоритети розвитку Збройних Сил. Протягом 2021 року українська армія отримуватиме нову і модернізовану зброю відповідно до визначеної та узгодженої потреби за передбаченим державним бюджетом України фінансуванням.

**Ризики воєнно-економічного співробітництва України для розвитку вітчизняної оборонної промисловості.** Розвиток національної оборонної

промисловості через розширення воєнно-економічного співробітництва (ВЕС) у сферах розробки, виробництва та експлуатації високотехнологічних систем озброєння, військової та спеціальної техніки (ОВСТ) є для України важливим та привабливим напрямом діяльності. Водночас таке ВЕС має декілька груп ризиків: воєнно-політичні, воєнно-технічні, технологічні, економічні, нормативно-правові та інші [2].

**Воєнно-політичні ризики** зумовлені тим, що ВЕС у сферах розробки, виробництва та експлуатації високотехнологічних систем озброєнь реалізується переважно через міждержавні угоди та визначається загальними принципами взаємовідносин та довіри між державами. Зовнішньополітична складова відіграє істотну роль в організації співробітництва щодо спільного виробництва озброєння. Забезпечення безпеки, підтримка обороноздатності держав, проведення ними свого зовнішньополітичного курсу диктують жорсткі умови такої співпраці. Тому програми створення ОВСТ практично у всіх державах є об'єктами цілеспрямованого державного регулювання та експортного контролю. Таке регулювання включає всі стадії (етапи) життєвого циклу виробів ОВСТ (формування тактико-технічних вимог, розробка, випробування, організація серійного виробництва, експлуатація та утилізація ОВСТ).

**Воєнно-технічні ризики** обумовлені в першу чергу питаннями стандартизації та ліцензування ОВСТ і його виробництва, що забезпечують сумісність, безпеку, вимоги до експлуатації та матеріально-технічного забезпечення.

**Технологічні ризики** виявляються в різному рівні технологій розробок (проекування), випробувань, виробництва та експлуатації ОВСТ. Зокрема, для інтеграції української оборонної промисловості з європейською обов'язковими елементами є наявність Cals-технологій (англ. Continuous Acquisition and Lifecycle Support – безперервна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу товарів). Тобто, має бути запроваджено новий підхід до проектування, виробництва і продажу високотехнологічної та наукомісткої продукції, що полягає у використанні інформаційних технологій та комп'ютерної техніки на всіх стадіях життєвого циклу ОВСТ. Зокрема, в Україні в останні роки в середовищі замовників та виконавців замовлень (розробників, виробників) спостерігається розуміння вимог часу на перехід у питаннях ціноутворення та після продажного супроводження виробів ОВСТ на протязі всього їх життєвого циклу. Це розуміння нашло своє втілення у новому законі України “Про оборонні закупівлі” від 17.07.2021 р. № 808-ІХ, де вперше нормативно введені поняття “життєвий цикл” та “вартість життєвого циклу” товарів, робіт і послуг оборонного призначення.

**Економічні ризики** обумовлені можливостями компанії виконувати взяті на себе зобов'язання щодо термінів розробок та виробництва, забезпечення необхідної якості та вартості ПВП, використання інформаційних технологій у підготовці виробництва тощо.

**Нормативно-правові ризики** у ході ВЕС стосуються захисту прав інтелектуальної власності; захисту інвестицій; обмежень, що їх запроваджують

держави з метою зберегти свої передові позиції при розробках, виробництві та продажу високотехнологічних систем ОВСТ. Крім відкритих, юридично закріплених обмежень (наприклад, режими захисту інтелектуальної власності, режими нерозповсюдження ядерних, біологічних, хімічних та ракетно-космічних технологій тощо), дедалі більшого значення набувають негласні, неформальні обмеження на доступ “проблемних” держав (states of concern) або держав-опонентів (конкурентів) до стратегічних матеріалів, важливих або критичних технологій, результатів наукових досліджень, наукоємної продукції (особливо до процесорів, електронної компонентної бази, сучасних сенсорів) тощо.

Тому, визначаючи форму ВЕС України з іншими державами в заходах розробок та закупівель ОВСТ, а також при формуванні показників планів закупівель товарів, робіт і послуг оборонного призначення доцільно враховувати всі групи ризиків при реалізації вибраних проєктів., а, першочергово, необхідність завантаження виробничих потужностей національних виробників.

**Позиція експертного середовища України щодо набуття нових змістів у ВЕС на світовому ринку озброєнь.**

В експертному середовищі вітчизняної оборонної промисловості [4,5] вважають, що залишаються актуальними питання стосовно спроможності українських оборонних підприємств, як державних, так і приватних, створювати нові зразки та системи, які відповідь вимогам завтрашнього дня, а не учорашнього. Які правила гри сприятимуть реальній конкуренції, а відтак, виготовленню продукції для Збройних Сил та експорту в достатній кількості, з високою якістю та прийнятною ціною - як для замовника, так і виконавця? Чи розуміє Міністерство оборони, що в інформаційну епоху не великий перемагає малого, а швидкий - повільного. Тому, на погляд фахівців, настав час шукати інші варіанти оборонної стратегії, яка ґрунтуватиметься не на збільшенні кількості особового складу чи танків, а на нових підходах до вишколу та управління військами.

Тож у фаховому середовищі “замовники – виконавці” визнається необхідність нового формату співпраці між державою, її політичним керівництвом, армією та “оборонкою”, розвиток і набуття нових змістів у ВЕС на світовому ринку озброєнь, а саме:

1. З урахуванням аналізу світового досвіду ВЕС у сфері розробки та виробництва високотехнологічних систем озброєнь, ризиків та можливостей вітчизняної оборонної промисловості, українському ОПК у найближчі роки доцільно зосередитися на таких формах співробітництва:

закупівля найбільш складних агрегатів, блоків, підсистем та їх інтеграція в національні проєкти створення високотехнологічних систем озброєнь;

закупівля ліценцій та ноу-хау і організація виробництва в національній промисловості. Створення сумісних підприємств з розробки та виробництва високотехнологічних систем озброєнь. (Зокрема, такі наміри були заявлені останнім часом на державному рівні стосовно розробок та виробництв безпілотників із Турцією, спираючись на досвід короткочасного збройного конфлікту у Карабахі. Однак, не пройшло і трьох місяців, як

турецька сторона заявила про неможливість створення спільного українсько-турецького підприємства для виробництва турецьких безпілотників Bayraktar на території України, та про бажання створити підприємство з 100% турецької інвестицією на території Турції);

застосування при імпорті ПВП офсетних програм для організації розробок та виробництва високотехнологічних систем озброєнь, розвитку власної оборонної промисловості та економіки держави загалом.

2. Актуальним є ВЕС українських оборонних підприємств у формі закупівлі найбільш складних агрегатів, блоків, підсистем та їх інтеграції в національні проекти створення високотехнологічних систем озброєнь. Це один із напрямів вирішення проблем імпортозаміщення, зміни кооперації виробництва та переорієнтації діяльності підприємств вітчизняного ОПК.

Позиція експертного середовища України нарешті прийнята до уваги на рівні вищого керівництва держави. Так, 27.02.2020 року Президент України Володимир Зеленський підписав Указ №59/2020, який матиме важливий вплив на майбутнє ОПК України та вводить в дію рішення РНБО України від 18 лютого 2020 року “Про основні показники державного оборонного замовлення на 2020 рік та 2021, 2022 роки”. Йдеться про низку ключових рішень, які мають створити підґрунтя для якісних змін як в “оборонці” у цілому, так і стосовно конкретних напрямів озброєння та військової техніки. Наголошується про збереження пріоритетності проектів, зокрема, з “розвитку ракетного озброєння, яке здійснювати виключно за рахунок загального фонду державного бюджету України”, про визнання більш глобальних речей, які увійшли до революційного Указу:

створення центрального органу виконавчої влади, відповідального за формування та забезпечення реалізації державної військово-промислової політики та функцій з управління об’єктами державної власності в оборонно-промисловому комплексі;

внесення змін до Бюджетного кодексу України стосовно створення цільового Державного фонду розвитку оборонно-промислового комплексу України;

створення Агентства з розвитку оборонних технологій;

державні замовники під час реалізації державного оборонного замовлення на 2020 рік та 2021, 2022 роки мають забезпечити укладення довгострокових контрактів із підприємствами ОПК;

закупівлю озброєння та військової техніки за імпортом проводити на конкурентних засадах із застосуванням механізмів компенсації (офсетів), передбачивши поступове освоєння виробництва зазначеної продукції на підприємствах оборонно-промислового комплексу України;

закупівлю зразків озброєння та військової техніки проводити в обсягах, що забезпечують переозброєння окремих підрозділів (батальйон, дивізіон тощо);

забезпечити повний перехід на сучасні засоби розвідки, зв’язку та управління.

Тому в сфері оборонної промисловості спостерігається зростання ролі експертного та громадського середовища і очікуються суттєві зміни в інтересах розвитку сектору оборони і безпеки держави. Одним із перших проявів цих змін стало прийняття рішення у липні 2020 року про створення Міністерства з питань стратегічних галузей промисловості України (Мінстратегпром), як центрального органу влади, відповідального за проведення державної військово-промислової політики та функцій з управління об’єктами державної власності в оборонно-промисловому комплексі.

## Висновки

1. Політика розширення ВЕС України у сфері розробок та виробництва озброєнь в нових геополітичних та геоekonomічних умовах при обмеженому державному оборонному замовленні дає можливість зберегти і забезпечити розвиток української оборонної промисловості та збільшити її експортний потенціал. Однак розширення ВЕС пов’язано із наявністю воєнно-політичних, воєнно-технічних, технологічних, економічних, нормативно-правових та інших ризиків для національної економіки, які мають бути враховані при формуванні експортної стратегії держави.

2. Для запобігання та мінімізації означених ризиків в експертному середовищі пропонуються напрями нового формату співпраці між державою, її політичним керівництвом, силовими відомствами, як замовниками, та “оборонкою”, розвиток і набуття нових змістів у ВЕС на конкурентному світовому ринку озброєнь.

3. Вирішення проблем імпортозаміщення, зміни у кооперації виробництва та переорієнтації діяльності підприємств вітчизняного ОПК сприятиме спроможності українських оборонних підприємств, як державних, так і приватних, створювати нові зразки та системи, які відповідають вимогам дня завтрашнього, а не учорашнього дня та конкурентоздатності продукції ОПК України.

## Список використаних джерел

1. Державне оборонне замовлення на 2020 рік виконано на 99,5 відсотка. Про це повідомив Міністр оборони Андрій Таран на прес конференції в Укрінформі. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3195336-oboronne-zamovlenna-na-2020-rik-vikonane-na-995-taran.html>

2. Майбутнє безпекове середовище 2030: стратегічне передбачення (попередній опис). Схвалено передбачення (попередній опис). Міністерство оборони України. Схвалено на засіданні Міжвідомчої робочої групи з питань проведення оборонного огляду. Протокол від 11 липня 2019 року № 2/2019. Київ, 2019.

3. Концептуальні засади стратегій інвестиційно-інноваційного розвитку оборонно-промислових комплексів держав. Досвід для України : аналіт. доп. / В. М. Бегма, О.О. Свергунов. – К.: НІСД. 2019. – 64 с.

4. DEFENSE EXPRESS. №10, жовтень – листопад, 2019.

5. Вправи зі зброєю: проблеми державного оборонного замовлення – 2020. Режим доступу: URL: <https://defence-ua.com/index.php/statti/9330-vpravy-zi-zbroeyeu>



**ТИМОЧКО Олександр Іванович** (доктор технічних наук, професор)

**ФУСТІЙ Вадим Сергійович**

**ДУБИНСЬКИЙ Марк Сергійович**

*Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ МІЖАГЕНТНОЇ НАВІГАЦІЇ ГРУП БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**

*У доповіді розглядаються основні підходи до створення багатоагентної безпілотної авіації. Проведений аналіз розробок даних систем та визначені основні тенденції їх створення. Проаналізовано проблемні аспекти застосування багатоагентних безпілотнох літальних апаратів.*

У сучасному світі “Безпілотні літальні апарати” (Unmanned Aerial Vehicles, БПЛА, UAV) набувають все більшої популярності в якості легких і недорогих інструментів для розвідки та повітряних зйомок. Більшою мірою це літальні апарати, що застосовуються у військових цілях. Такі моделі оснащуються крім стандартного набору апаратури для БПЛА різними видами озброєння, пошуковими системами найвищого класу, чорними ящиками і т. п.. Ці комплекси досить великі за розмірами (у розмаху крила літак досягає близько 6-7 м і в вазі близько 600 кг з повним завантаженням). Можливості використання легких і маленьких БПЛА обмежуються порівняно меншим ресурсом, але за рахунок групового використання цей недолік може бути компенсованим. Крім цього, у групи ефективно взаємодіючих легких БПЛА з'являються додаткові корисні властивості. Для великих безпілотнох літальних апаратів найближчим часом також стануть актуальними проблеми групової взаємодії, при цьому “відпрацювання” можливих сценаріїв цієї взаємодії зручніше і дешевше провести на легких БПЛА.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Безпілотні літальні апарати, як правило, літають за заданою програмою, яку людина може змінювати в процесі польоту. Іноді використовують кілька моделей, які передають інформацію на головний пульт, за рахунок чого людина за той же час отримує більш широкую інформацію [1]. Прикладом застосування багатоагентного підходу до управління польотом групи БПЛА може служити система, описана в статті [2]. Автори статті описують взаємодію головного комп'ютера (літак керований людиною) і групи БПЛА, які виконують завдання поставлені першим.

Більшість сучасних систем управління групою БПЛА характеризуються відсутністю автономної постановки нових завдань, що дозволяє групі оперативно приймати ефективні рішення щодо зміни сценарію виконання поставленого завдання. Типовими прикладами подій, що викликають необхідність в постановці нових завдань, є: поява нової вигідної інформації, для більш ефективного виконання завдання; вихід з ладу частини наявних ресурсів; а також зміна критеріїв прийняття рішень.

Чим вище невизначеність, ніж більш розподілений характер мають процеси прийняття рішення і чим частіше трапляються незаплановані події, тим нижче ефективність існуючих систем, нездатних самостійно приймати рішення і автоматично перебудовуватися під зміни в середовищі. Для вирішення подібних проблем застосовуються багатоагентні технології. В основі цих технологій лежить поняття “агента”, програмного об'єкта, здатного сприймати ситуацію, приймати рішення і взаємодіяти з собою подібними. Характерними особливостями інтелектуальних агентів є:

- колегіальність, тобто здатність до колективного цілеспрямованої поведінки в інтересах вирішення загального завдання;
- автономність, тобто здатність самостійно вирішувати локальні завдання;
- активність, тобто здатність до активних дій задля досягнення спільних і локальних цілей;
- інформаційна та рухова мобільність, тобто здатність активно переміщатися і цілеспрямовано шукати і знаходити інформацію, енергію і об'єкти, необхідні для кооперативного вирішення спільного завдання;
- адаптивність, тобто здатність автоматично пристосовуватися до невизначених умов в динамічному середовищі.

В даний час важливим і актуальним напрямком розробок є завдання створення надійної навігаційної системи (НС) БПЛА [3]. Супутникова система навігації GPS не забезпечує автономність роботи, а також чутлива до перешкод. Інша НС, заснована на інерційному методі, здатна забезпечити належний рівень автономності, але при її використанні виникає проблема накопичення помилок в обчисленнях положення і орієнтації [4]. Використання засобів обробки візуальних даних є альтернативним способом, що дозволяє здійснювати автономну навігацію БПЛА в просторі [2]. Коло завдань, що вимагають одночасного вирішення проблеми локалізації та побудови карти в умовах недосконалих інформаційно-вимірювальних засобів, носить загальну назву SLAM (Simultaneous Localization And Mapping). В даний час існує декілька основних підходів до вирішення цих завдань: розширений фільтр Калмана (extended Kalman filter, EKF), FastSLAM, DP-SLAM. В останнє десятиліття ХХ-го століття практично єдиним методом вирішення подібних

завдань був розширений фільтр Калмана. Основним недоліком даного підходу є квадратична залежність складності алгоритму від кількості спостережуваних орієнтирів (практично не перевищує декількох сотень орієнтирів). В даний час існує і активно розвивається альтернативний підхід, названий FastSLAM, в основі якого лежить так званий фільтр частинок (Particle Filter, Monte Carlo methods). На відміну від EKF в FastSLAM одна велика карта розглядається як сукупність локальних підкарт, що дозволяє прибрати залежність орієнтирів один від одного і таким чином значно скоротити час перерахунку оцінки стану системи. Проте у кожного з цих методів є свої обмеження і недоліки, що ще раз наголошує на необхідності вдосконалення алгоритмів картографії місцевості автономними мобільними роботами.

З огляду на той факт, що при функціонуванні групи безпілотних авіаційних систем агенти даної системи будуть знаходитися в певному бойовому порядку, існує необхідність забезпечення безконфліктної роботи агентів, що виражається в побудові кожним з них маршруту руху з урахуванням маршрутів інших агентів, забезпеченні мінімально необхідної відстані між агентами для уникнення зіткнення або попадання в область повітряних потоків, що створюються іншими агентами. При задоволенні вище наведених вимог можлива злагоджена робота агентів системи, що буде виражатися в підвищенні точності навігації за рахунок врахування інформації, зібраної усіма агентами системи і подальшої її фільтрації. Іншим напрямком використання узгодженої роботи агентів системи може служити розподіл завдань між ними, коли задача навігації і побудови маршруту покладається тільки на частину агентів, а інші зможуть використовувати свої обчислювальні

ресурси для виконання поставлених завдань, дотримуючи, при цьому, лише своє відносне положення в групі.

### Висновок

Розглянуто основні підходи до створення багатоагентної безпілотної авіації. Доведено, що навігація лише за рахунок супутникових систем навігації та інерційної системи навігації не дозволяє вирішити задачу орієнтування БПЛА в умовах протидії противника. Запропоновано використання засобів обробки візуальних даних для забезпечення навігації БПЛА. Наведено обмеження та недоліки існуючих методів обробки візуальних даних для забезпечення навігації безпілотних літальних апаратів, визначено, що при функціонуванні БПЛА у складі групи постає проблема міжагентної взаємодії, вирішення якої надає можливість підвищити показник точності навігації та ефективність функціонування групи БПЛА в цілому.

### Список використаних джерел

1. Scerri P., Pynadath D., Johnson L., Rosenbloom P., Si M., Schurr N., Tambe M. A Prototype Infrastructure for Distributed Robot-Agent-Person Teams. – Information Sciences Institute and Computer Science Department. University of Southern California. 4676 Admiralty Way, Marina del Rey, CA 90292.
2. Baxter J.W., Horn G.S., Leivers D.P. Fly-by-Agent: Controlling a Pool of UAVs via a Multi-Agent System. – UK, Malvern: QinetiQ Ltd Malvern Technology Centre St Andrews Road. 2007.
3. Скобелев П.О. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия. №6. – С. 45-61.
4. Дмитриевский, А. А. Прикладные задачи теории оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. – М.: Машиностроение. 1978. – 328 с.

**ЯКИМ'ЯК Степан Володимирович** (кандидат військових наук, доцент)

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СПІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ (БЕЗЕКІПАЖНИХ) МОРСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ Й ІНШИХ СИЛ В ДІЯХ НА МОРІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

*В сучасних умовах продовжується інтенсивна діяльність щодо створення новітніх зразків морського роботизованого озброєння, що обумовлює необхідність вирішення проблеми щодо визначення загальних засад спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил в діях на морі.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** В умовах триваючої збройної агресії Російської Федерації проти України, у тому числі на морі, важливим завданням є пошук ефективних способів протидії противнику. Перспективним напрямком реалізації концепції асиметричних дій проти переважаючого противника є, як відомо, створення і використання морських роботизованих систем (комплексів) військового призначення. Водночас, одним з найбільш важливих завдань у цьому контексті є розв'язання проблеми, що полягає у забезпеченні належної ефективності спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил (кораблів, катерів, суден, морської авіації) в діях на морі.

Вирішення вказаної проблеми безпосередньо пов'язано з науковими завданнями, які визначені у планах наукової і науково-технічної діяльності Національного університету оборони України та Збройних Сил України на 2021 рік. Слід зазначити, що у 2019 році кафедрою Військово-Морських Сил Національного університету оборони України було проведено дослідження та надано Командуванню Військово-Морських Сил (далі – ВМС) проект концепції оснащення ВМС морськими роботизованими системами (комплексами). В теперішній час розгляд питань, пов'язаних із забезпеченням спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил в діях на морі, передбачено у межах науково-дослідної роботи, шифр “Тритон”, що виконується у 2021 році кафедрою Військово-Морських Сил з питань опрацювання оперативного-тактичних вимог до морських роботизованих комплексів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Проблемам застосування роботизованих комплексів на морі присвячено значну кількість наукових праць закордонних і вітчизняних експертів. Перспективам оснащення національних ВМС морськими роботизованими системами було присвячено працю вітчизняних фахівців у даній галузі, опубліковану у провідному науково-теоретичному журналі Міністерства оборони України ще у 2012 році [1]. Закордоном, зокрема у РФ, продовжуються активні дослідження з питань управління групами автономних

підводних апаратів та інших морських роботизованих систем [2-4]. Так, у праці [2] зосереджено увагу лише на принципах управління групою безекіпажних підводних апаратів, а в працях [3] і [4] наведено, відповідно, особливості одночасного управління двома буксированими підводними апаратами та питання експериментальної перевірки алгоритмів управління рухом декількох автономних безекіпажних підводних апаратів, один з яких є ведучим, за прямолінійними траєкторіями. У наукових публікаціях [5–7] визначено призначення і завдання перспективних морських роботизованих комплексів військового призначення, концепцію оснащення ними національних ВМС та підходи щодо формування оперативного-тактичних вимог до морських роботизованих комплексів. В наведених працях невирішеною раніше частиною загальної проблеми є питання щодо визначення загальних засад спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил в діях на морі.

**Мета дослідження.** В межах даної публікації метою дослідження є визначення загальних засад спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил в діях на морі.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

У першу чергу слід наголосити на тому, що необхідність проведення досліджень з питань створення і застосування морських роботизованих систем (комплексів) обумовлені для України в сучасних умовах такими чинниками [7, С. 326]:

динамічний та випереджувальний розвиток морських роботизованих систем (комплексів) військового призначення, збільшення їх ролі у збройній боротьбі на морі та у складі військово-морських сил провідних та сусідніх держав;

поступовий перехід більшості провідних морських держав до реалізації концепцій застосування бойових морських роботизованих систем з досягненням до 2035 року критерію, що полягає у виконанні понад 60% оперативних (бойових) завдань саме роботизованими системами;

подальше зростання відставання національних ВМС від флоту противника в оперативних (бойових) спроможностях, неможливість і недоцільність реалізації симетричних підходів до

формування бойового складу та співвідношення своїх сил і сил противника;

відсутність у складі сил (військ) національних ВМС таких зразків сучасної зброї, зокрема й ударної ракетної, які б були ефективними проти переважаючих сил противника, зокрема за мобільністю та дальністю дії зброї.

Водночас, дослідження і створення сучасних морських роботизованих систем в Україні відбувається загалом повільними темпами. Концепція оснащення ВМС морськими роботизованими системами, що опрацьована і надана керівництву, та оперативно-тактичні вимоги, що розробляються, дозволять структурувати і цілеспрямувати цю діяльність.

Водночас, слід наголосити, що одним з найбільш складних завдань у ході розробки оперативно-тактичних вимог до морських роботизованих комплексів є визначення загальних засад щодо спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів та інших сил в діях на морі.

Для опрацювання зазначених засад необхідно провести низку часткових досліджень, зокрема:

**проаналізувати сучасні тенденції розвитку збройної боротьби на морі, що впливають на створення та спільного застосування морських роботизованих комплексів з іншими силами на морі;**

проаналізувати набутий досвід спільного застосування морських роботизованих комплексів багатоцільового призначення;

**провести порівняльний аналіз стану та рівня розробок з питань спільного застосування морських роботизованих комплексів багатоцільового призначення з іншими силами на морі;**

розробити елементи оперативно-тактичної моделі застосування морських роботизованих комплексів багатоцільового призначення, які відобразатимуть особливості спільного їх застосування з іншими силами, що діють на морі;

обґрунтувати доцільний порядок спільного застосування морських роботизованих комплексів з іншими силами на морі та визначити необхідний склад систем і пристроїв, програмного забезпечення, використання яких уможливить таке спільне застосування.

Серед усіх можливих проблем під час виконання вказаних досліджень найбільш складними бачаться наступні:

забезпечення обґрунтованості оперативно-тактичної моделі, яка передбачає спільне застосування морських роботизованих комплексів та інших сил, що діють на морі;

опрацювання алгоритмів спільного застосування морських роботизованих комплексів й інших сил, що діють на морі, та проведення перевірки з використанням методів і комплексів імітації;

створення необхідних зразків техніки та проведення експериментальної перевірки порядку

спільного застосування морських роботизованих комплексів та інших сил, що діють на морі.

Спільні дії морських роботизованих комплексів (далі – МРС) та інших сил на морі вимагають побудови моделі їх взаємодії, яка включає такі окремі типові пари об'єктів взаємодії: “МРС – МРС”; “МРС – надводний корабель (катер, судно)”; “МРС – підводний човен”; “МРС – пілотований літальний апарат”; “МРС – безпілотний літальний апарат”; “МРС – морський елемент стаціонарної (рухомої) системи спостереження (пошуку, розвідки, навігації, цілевказання)”; “МРС – наземний (повітряний, повітряно-космічний) комплекс автоматизованого зв'язку та управління” та деякі ін. Забезпечення взаємодії (функціонування) кожної з цих пар потребує визначення основного і резервних способів передачі шифрованої інформації в он-лайн режимі. Така потреба буде, у свою чергу, вимагати відповідних засобів передачі (приймання) інформації, інтерфейсів. Окремим питанням є формування алгоритмів і протоколів “взаємодії”. Також слід зазначити, що морські платформи військового призначення (кораблі, катери, судна) та пілотовані літальні апарати у ході спільних дій з морськими роботизованими системами повинні бути обладнані інтерфейсами, які забезпечать передачу вербальних та інших керівних сигналів до роботизованих (безекіпажних) комплексів (систем).

До переліку інших складних проблем, які будуть вимагати відповідних рішень, можна віднести такі: забезпечення навігаційної точності і маневрених якостей під час спільного маневрування МРС та інших сил в районі дій; визначення (уточнення) результатів нанесення ураження силам противника і їх оперативне доведення до МРС, які залучені до виконання завдання, та інших залучених сил, а також до пунктів управління силами. Важливого значення набуває проблема впровадження елементів штучного інтелекту, придатних для функціонування в умовах складної обстановки та значної невизначеності як щодо сил противника, так і своїх сил. Окреслені вище проблемні питання вимагають проведення відповідних наукових досліджень та дослідно-конструкторських робіт.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

У межах проведеного дослідження визначено проблемні питання та низку положень загальних засад спільного застосування безпілотних (безекіпажних) морських комплексів й інших сил в діях на морі, зокрема перелік пар взаємодіючих об'єктів, що визначають структуру відповідної оперативно-тактичної моделі.

У подальших дослідженнях перспективним напрямком є опрацювання особливостей взаємодії об'єктів у кожній з наведених пар, зокрема визначення можливості і доцільності створення та застосування відповідних засобів (комплексів), що забезпечить ефективне управління і спільне

застосування морських роботизованих комплексів (систем) та інших сил в діях на морі.

### Список використаних джерел

1. Кирилюк О.М., Блінцов В.С., Красних О.В., Яким'як С.В. Безпіпажна військово-морська техніка: стан і перспективи оснащення Військово-Морських Сил Збройних Сил України // – К.: Наука і оборона. 2012. № 4. – С.61-64.
2. Блінцов В.С. Актуальні завдання щодо створення засобів морської робототехніки в інтересах ВМС ЗС України / Матеріали Міжнародного наукового форуму “Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України”, 20–21 червня 2018 року. – К.: НУОУ. 2018. – С. 90-91.
3. Вельтищев В.В., Егоров С.А., Кропотов А.Н. Принципы построения подводной мультиагентной робототехнической системы автономных необитаемых подводных аппаратов группового управления / Материалы XIV Международной научно-технической конференции “Современные методы и средства океанологических исследований”, том 2. – М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. 2015. – С. 31-35.
4. Куценко А.С., Егоров С.А., Черненко К.В., Крючков Р.С. Особенности построения системы

управления комплекса из двух подводных аппаратов / Материалы XIV Международной научно-технической конференции “Современные методы и средства океанологических исследований”, том 2. – М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. 2015. – С. 198-201.

5. Крючков Р.С., Егоров С.А. Экспериментальные исследования алгоритмов одиночного и группового движения автономных необитаемых подводных аппаратов по прямолинейным траекториям / Материалы XIV Международной научно-технической конференции “Современные методы и средства океанологических исследований”, том 2. – М.: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. 2015. – С. 187–191.

6. Яким'як С.В. Концепція оснащення Військово-Морських Сил морськими роботизованими системами / Матеріали Міжнародного наукового форуму “Морська стратегія держави. Розвиток та реалізація морського потенціалу України”, 22–23 травня 2019 року. – К.: НУОУ. 2019. – С.102–107.

7. Яким'як С.В. Проблемні питання формування оперативного-тактичних вимог до морських роботизованих комплексів та шляхи їх вирішення / Тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння і військової техніки”. – К.: ЦНДІ ОВТ ЗС України. 2020. – С. 326-327.



**ПЕТРОВ Василь Миколайович** (кандидат військових наук)

**ШАЛИГІН Андрій Анатолійович** (кандидат технічних наук, старший науковий співробітник)

**КУДРЯВЦЕВ Андрій Федорович**

*Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## ПОГЛЯДИ НА СПІЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛотованої ТА БЕЗПІЛотної Авіації ПРИ ВЕДЕННІ БОЙОВИХ ДІЙ

У доповіді викладені підходи до спільного застосування пілотованих і безпілотних літальних апаратів зі складу змішаного авіаційного угруповання. Розглянуті форми та способи бойових дій, бойові завдання різних груп тактичного призначення, тактичні прийоми їх виконання, необхідні зміни в системі управління авіації.

За поглядами військових експертів провідних країн світу до 2050 року всі завдання, що виконуються пілотованою авіацією, повинні бути покладені на безпілотну [1]. Виникла тенденція збільшення частки авіаційних засобів ураження (АЗУ), що застосовуються з БпЛА. Наприклад, БпЛА ВПС США застосували по цілям в Афганістані більше АЗУ, ніж пілотовані літальні апарати (ЛА). Так у 2015 році з загальної кількості АЗУ біля 530 керованих бомб і ракет, а це приблизно 56%, приходились на удари БпЛА, в 2016 році на БпЛА приходився 61% АЗУ, хоча в 2011 році цей показник складав лише 5% [2].

В деяких сучасних збройних конфліктах, наприклад, в операції турецьких збройних сил в сирійському Ідлибі “Весняний щит”, в вірмено-азербайджанській війні минулого року, БпЛА використовувались вже як основний елемент повітряної ударної системи. Успіх військ в таких операціях полягає в широкому та комплексному застосуванні великої кількості БпЛА при їх взаємодії з засобами РЕБ, раптовості та швидкості

дій, ефективному забезпеченні розвідувальною інформацією в реальному масштабі часу та адаптації до змін обстановки.

На даний час бойові можливості наявних ударних БпЛА в Україні та переважної більшості інших країн поки ще непорівнянні з можливостями пілотованих ЛА. На перехідних етапах для виконання поставлених бойових завдань може бути задіяна як пілотована, так і безпілотна авіація, у тому числі в змішаних бойових порядках [1, 3-6]. Вже сьогодні виникла потреба розробки нових підходів до спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації у складі змішаних різнорідних груп авіації (ЗРГА) [5-9].

Основною формою бойового застосування авіації будуть залишатись бойові дії. У бойових діях ЗРГА будуть виконувати поставлені перед ними бойові завдання складом виділених сил і засобів нанесенням авіаційних ударів, виконанням спеціальних бойових польотів і веденням протиповітряних (повітряних) боїв (рис. 1).

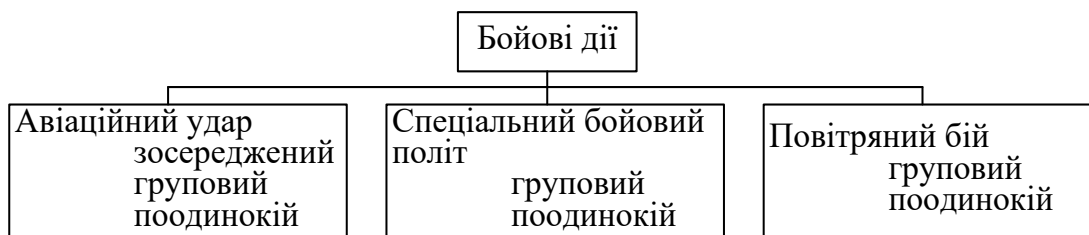


Рис. 1 Форми бойового застосування ЗРГА

Авіаційний удар в даному контексті розглядається як вогневий вплив виділених сил зі складу ЗРГА на противника для знищення його наземних (морських) об'єктів із застосуванням різних авіаційних засобів ураження (АЗУ). Він може бути зосередженим, груповим, одиночним і одночасно різнорідним (в залежності від кількісно-якісного складу залучених сил).

При застосуванні ЗРГА особливу увагу слід приділяти порядку застосування сил і засобів при виконанні бойового завдання, тобто вибору способу бойових дій. Цей вибір буде залежати від прийнятих прийомів дій та різних чинників (рис. 2).

Виходячи з аналізу вказаних прийомів можливих дій і факторів, що впливають, узагальнений спосіб спільних бойових дій ЗРГА, що має в своєму складі БпЛА, можна сформулювати наступним чином: спосіб спільних бойових дій різнорідних груп пілотованої і безпілотної авіації різного класу і призначення при вирішенні завдань ураження об'єктів противника шляхом одночасних (послідовних) ударів всім складом або частиною сил по заздалегідь заданим (знов виявленим в ході бойових дій) об'єктам противника за викликом з положення чергування на землі або в повітрі. Даний узагальнений спосіб буде відрізнятися від відомих способів

попередніми (забезпечуючими) діями БпЛА [10-14].

Для підрозділів (пілотованих і безпілотних ЛА) РЕБ, крім цього, існують способи їх бойового

застосування: із зон; з бойових порядків; з груп постановників перешкод, що діють за самостійним маршрутом.

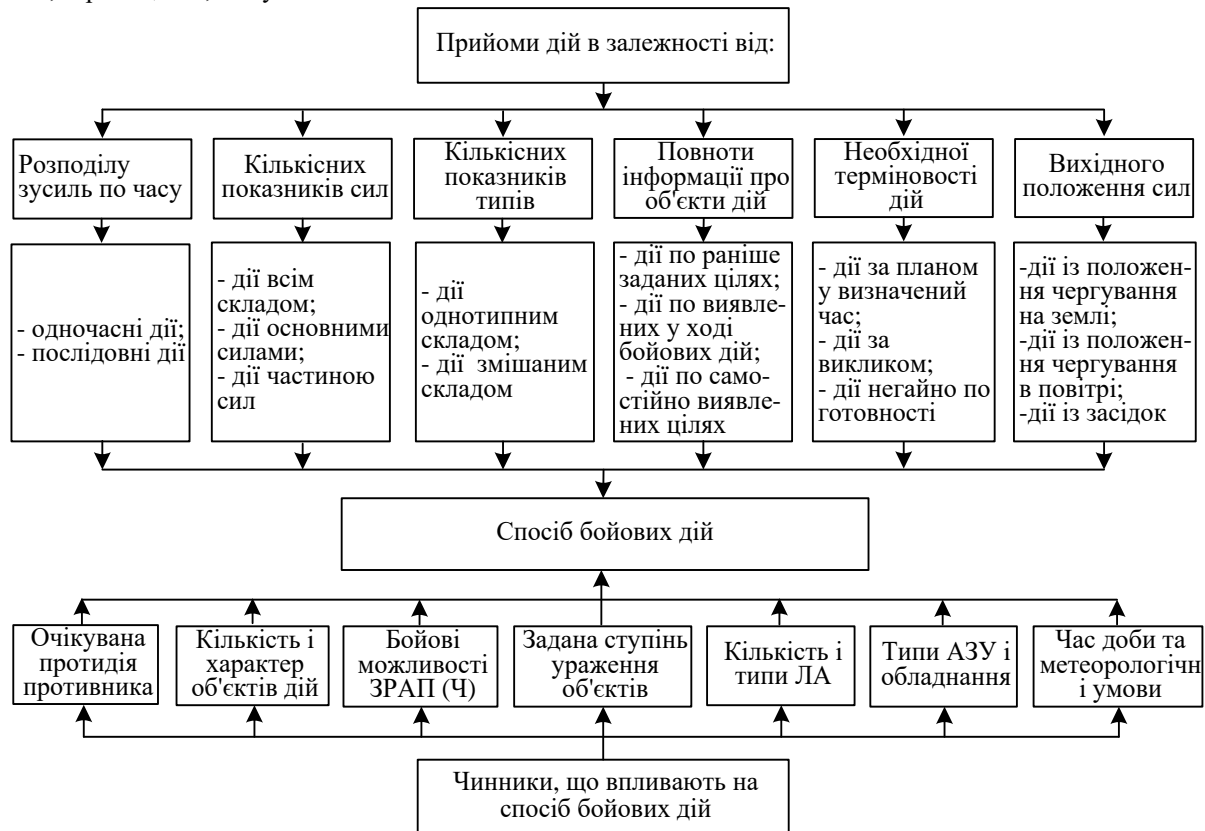


Рис. 2 Основні прийоми дій та чинники, що впливають на вибір способу бойових дій ЗРГА

При виконанні бойових завдань авіаційний підрозділ має виконувати політ в загальному бойовому порядку, який включає групи різного тактичного призначення, кожна з яких повинна виконувати своє часткове бойове завдання і використовувати свій спосіб бойового застосування. В існуючій тактиці авіації бойовий порядок трактується як взаємне розташування ЛА або груп тактичного призначення (ГТП) в повітрі для спільного виконання бойового польоту. У змішаних бойових порядках його призначення буде іншим – для спільного виконання бойового завдання. Ця різниця з'являється з огляду на те, що різні ЛТХ різнорідних за своїм складом пілотованих і безпілотних ЛА не завжди дозволяють виконувати спільний бойовий політ. Бойовий порядок ЗРГА може включати відомі ГТП: основну (ударну, десантну, транспортну або іншу) групу, групи забезпечення і резерв. Основна група призначається для виконання головного бойового завдання. Групи забезпечення – для створення сприятливих умов основній групі. Варіант змішаного бойового порядку різнорідного авіаційного підрозділу, що має у своєму складі групи різного призначення, показаний на (рис. 3). ГТП, які виділяються для забезпечення, в одному

бойовому польоті послідовно або паралельно можуть виконувати декілька завдань в різному поєднанні (наприклад, здійснювати дорозвідку і позначення цілі, дорозвідку і ураження засобів ППО, РЕБ і демонстративні дії і т.п.) [11-14].

Кількісно-якісний склад і місце цих ГТП в бойовому порядку будуть визначатися в залежності від бойового завдання, умов її виконання, етапів польоту і тактичних прийомів подолання ППО і нанесення удару. Форми і види бойових порядків залишаться, можуть змінитися лише їх параметри (дистанції, інтервали і перевищення) з появою можливості їх приладового визначення та автоматизації витримування. Основним видом бойового порядку при діях у складі ЗРГА буде розосереджений, в ГТП – розімкнутий і рідше зімкнутий [6, 16-17].

Для успішного подолання ППО противника у складі ЗРГА необхідно виконати об'єднаний загальним замислом комплекс заходів забезпечення (розвідку, вогневе і радіоелектронне подавлення засобів ППО, прикриття винищувачами), а в повітрі застосовувати відомі тактичні прийоми (обхід зон ураження; політ на вигідних режимах і в доцільних бойових порядках, маневрування проти засобів ППО) [6, 12-14].

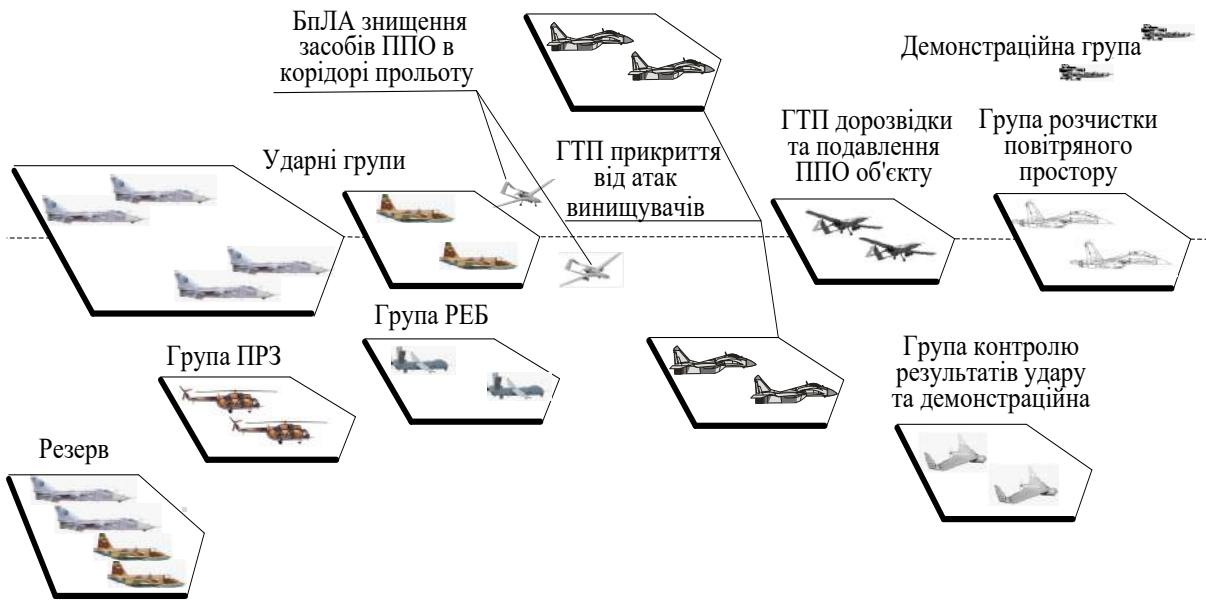


Рис. 3 Варіант бойового порядку ЗРГА

На сьогоднішній день БпАК можна використовувати для виконання завдань розвідки, дорозвідки і вогневого ураження засобів ППО в коридорі польоту і в районі цілі, ураження одиночних об'єктів, ретрансляції, демонстраційних дій. Розробка тактичних прийомів буде залежати, перш за все, від протидіючих сил і засобів противника, ЛТХ застосовуваних БпАК, створеної спільної системи управління. Дії всіх ГТП повинні плануватися за єдиним часовим графіком з прив'язкою до моменту (періоду) дій основної групи (наприклад, моменту часу "Ч"). Кожна ГТП свої часткові завдання повинна виконувати відповідно до того графіка, для цього призначаються зрівняльні (контрольні) рубежі (ЗР), на які повинен бути забезпечений точний вихід їх

за місцем і часу. Ці рубежі повинні встановлюватися на найбільш відповідальних етапах (ділянках) польоту, наприклад: ЗР №1 – рубіж закінчення побудови бойового порядку основної (ударної) групи; ЗР №2 – лінія бойового зіткнення (ЛБЗ); ЗР №3 – рубіж нанесення удару (ціль). При плануванні бойових дій призначається час виходу ведучого ударної групи на ці рубежі для координації дій інших ГТП за часом. Очевидно, що при цьому менш швидкісні ЛА повинні виконувати політ попереду основної (ударної) групи, щоб вона наздоганяла їх до моменту виконання дій забезпечення на різних етапах польоту. Варіант тактичних прийомів подолання ППО противника і нанесення удару ЗРГА показаний на (рис. 4) [6, 10,15-17].

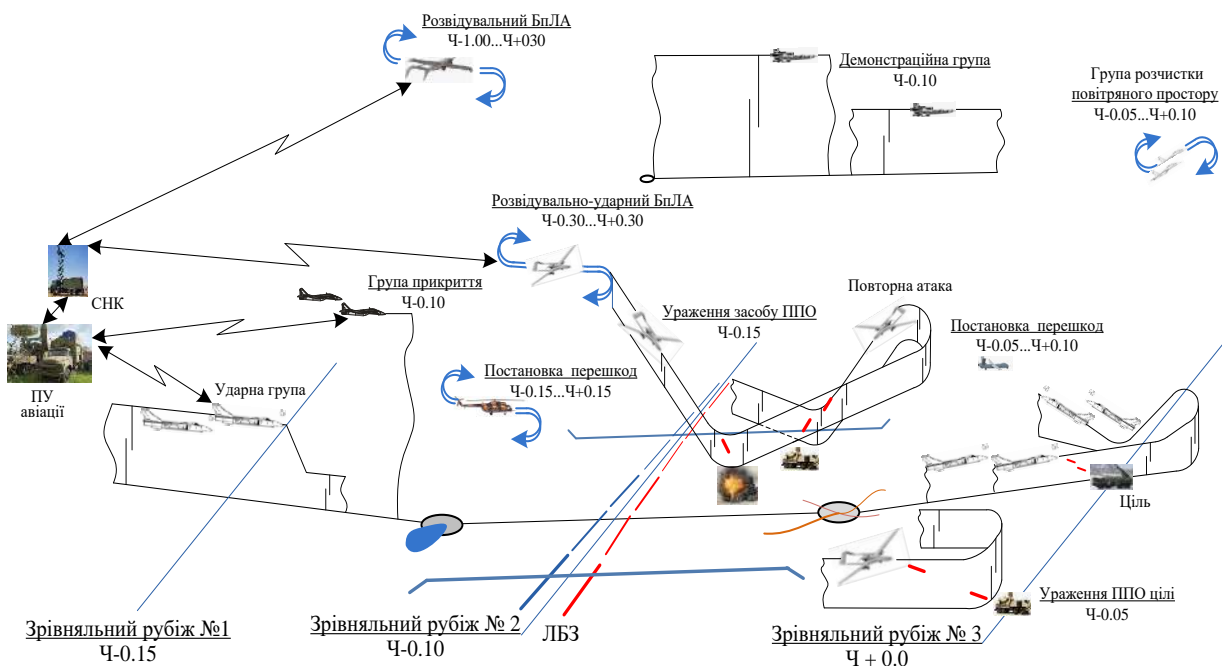


Рис. 4 Тактичні прийоми подолання ППО та нанесення удару ЗРГА

Управління ЗРГА має здійснюватися з пункту управління (ПУ) авіації. Для цього необхідно забезпечити обіг інформації між ПУ авіації і станціями наземного керування (СНК) БпЛА (рис. 4). Потрібна високошвидкісна автоматизована мережа зв'язку, що має можливість здійснювати обмін інформацією з використанням стандартних протоколів повідомлень, сумісних з пілотованою авіацією [7, 10].

Таким чином, в доповіді розглянуті підходи до спільного застосування пілотованих і безпілотних літальних апаратів у складі змішаних різнорідних груп авіації. Запропоновані доцільні форми та способи бойових дій, розподілення бойових завдань серед груп тактичного призначення, варіанти тактичних прийомів подолання ППО та нанесення ударів, варіант використання існуючої системи управління авіації.

### Список використаних джерел

1. The Air Force Future Operating Concept (AFFOC) / Secretary of the Air Force. 2015.
2. Российское оружие в сирийском конфликте. На мировом рынке вооружений возможны серьезные изменения / Н.Н. Новичков, Д.И. Федюшко, В.В. Костин, Л.Р. Милованова. Под общей ред. доктора техн. наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ В.Н. Половинкина – М.:ООО «СТАТУС». 2016. – 224 С.
3. United States Air Force Unmanned Aerial System Flight Plan 2009–2047 / Headquarters United States Air Force. 2009.
4. Unmanned Systems Integrated Roadmap 2013–2038 / Office of the Secretary of Defense. 2012.
5. Фещенко А.Л. Застосування БпЛА у військових конфліктах кінця ХХ – початку ХХІ ст. / А.Л. Фещенко // Військова історія. – К.: НУОУ. 2011. – 20 с.
6. Концептуальные взгляды командования ВВС США на развитие беспилотной авиации. Режим доступа: <http://mil.ru/files/morf/Sbornik-konferencii-2017>.
7. Применение интегрированной системы обмена информацией в комплексах с БпЛА. Режим доступа: <http://mil.ru/files/morf/Sbornik-konferencii-2017>. – с 135-137.
8. Шулежко В.В. Основні напрямки розвитку та застосування безпілотних літальних апаратів / В.В. Шулежко. – К.: МО України. 2013. – 65 с.
9. Основные задачи автоматизации процессов применения беспилотных авиационных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [mil.ru > files > morf > Sbornik-konferencii-2017PDF](http://mil.ru/files/morf/Sbornik-konferencii-2017PDF).
10. Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Ермошин, С.Б. Смирнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ. 2004. – 410 с.
11. Ермошин М.О. Борьба в повітрі / М.О. Ермошин, В.М. Федаї. – Х.: ХВУ. 2004. – 381 с.
12. Тактика бомбардувальної авіації: Ч. I. Основи тактики підрозділів бомбардувальної авіації: навч. посіб. / О. Б. Котов, О. І. Лагузов, С. А. Калмаканов, П. М. Онищенко – Х. : ХНУПС. 2018. – 164 с.
13. Тактика штурмової авіації: підручник / Ю. М. Корнусь, П. М. Онищенко, О. І. Лагузов – Х. : ХНУПС. 2020. – 432 с.
14. Тактика винищувальної авіації: навч. посіб. / Р. В. Невзоров, П. М. Онищенко, Ю. М. Корнусь – Х. : ХНУПС. 2020. – 563 с.
15. Молоканов Г.Ф. Разработка тактического приема // Военная мысль. 2007. № 8. – С. 42–48. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://militaryarticle.ru/voennaya-mysl/2007-vm/10052-razrabotka-takticheskogo-priema>.
16. Модель действий разведывательно-ударных групп БпЛА малого класса самолетного типа при поражении тактических истребителей ПВО на открытых стоянках аэродромных участков дорог. Режим доступа: [cyberleninka.ru > article > model-i-algoritm-sovmestny](http://cyberleninka.ru/article/view/model-i-algoritm-sovmestny).
17. Модель и алгоритм совместных действий смешанного авиационного полка и разведывательно-ударных групп БпЛА малого класса при поражении высококомобильных резервов противника. Режим доступа: [akademija-vvc.pf > images > docs > vks](http://akademija-vvc.pf/images/docs/vks).

**ЛУЦИК Юлія Олександрівна** (кандидат економічних наук, доцент)

**ДЕМЕНСВ Олександр Миколайович** (кандидат технічних наук, доцент)

**ПАНАСЕНКО Людмила Іванівна** (кандидат економічних наук, доцент)

**СЛОБОДЯНИК Станіслав Петрович** (кандидат економічних наук, доцент)

**САЗОНОВ Семен Михайлович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **РЕФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ У 2021 РОЦІ, ЯК ОСНОВНОГО ДЖЕРЕЛА ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ**

*Розглянуті цілі та проблемні питання реформування оборонно-промислового комплексу України, завдання із гармонізації законодавства України у сфері оборонних закупівель відповідно до законодавчих положень ЄС. Висвітлені заходи, заплановані державним структурам замовників та виконавців замовлень із створення ефективного та гнучкого процесу ціноутворення для продукції, що закуповується без застосування конкурентних процедур. Розглянуті напрями забезпечення переходу сил безпеки та оборони держави та виробничій сфері до стандартів НАТО. Розглянуті завдання із вдосконалення системи експортного контролю, як важеля управління експортом продукції оборонного призначення та сприяння воєнно-економічному співробітництву держави.*

**Ключові слова:** реформування ОПК, гармонізація законодавства України, процес ціноутворення, стандарти НАТО, система експортного контролю.

Цілі реформи оборонної промисловості у 2021 році, наголошені КМ України – трансформація оборонно-промислового комплексу (ОПК) з метою найкращого задоволення потреб сил безпеки та оборони для виконання завдань у поточних і прогнозованих умовах безпекового середовища, сприяння розвитку економіки держави.

Мета реформування ОПК досягається шляхом реалізації наступних стратегічних цілей:

системне та раціональне реформування структури ОПК;

запровадження ефективних механізмів взаємодії між замовниками та підприємствами ОПК;

підтримка технічного та технологічного розвитку підприємств ОПК;

інтеграція в світовий ринок озброєння та військової техніки;

підвищення інвестиційної привабливості та покращення фінансового стану підприємств ОПК.

**Проблеми ОПК України, що спонукають необхідність його реформування та розвитку.**

Впродовж 25 років з моменту здобуття Україною незалежності оборонно-промисловий комплекс країни поступово набув форми пострадянської моделі, ознаками якої є неналежне реагування на виклики та нездатність реагувати на потреби сил оборони України, високий рівень залежності від бюджетного фінансування, недостатня прозорість та низька фінансова і виконавча відповідальність.

Сьогодні близько 300 підприємств, установ і організацій, в яких зайняті понад 250 000 осіб, залучені до створення виробництва озброєння і військової техніки в Україні. Більшість з цих підприємств знаходяться в державній власності та залежать від субсидій з державного бюджету.

Розвиток ОПК ускладнений через військово-політичну та економічну ситуацію, що виникла внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України, тимчасовою окупацією РФ частини суверенної території України, Автономної Республіки Крим та м. Севастополя. Збройний конфлікт триває в окремих районах Донецької та Луганської областей, де за підтримки РФ діють терористичні угруповання. Також існує потенційна загроза ескалації конфлікту та повномасштабної військової агресії РФ проти України. Конфлікт призвів до прийняття Урядом України рішення про заборону військово-технічного співробітництва з РФ, яка до 2014 року була основним замовником українських товарів військового призначення та подвійного використання за кордоном.

Саме тому ОПК повинен трансформуватись для задоволення нагальних поточних та майбутніх потреб сил оборони та безпеки України і для зміцнення економічного потенціалу країни. Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу на період до 2025 року, що наразі розробляється, слугуватиме “дорожньою мапою” реформ.

**Основні напрями реформування ОПК.** Реформування ОПК здійснюється за наступними напрямами:

реформування системи визначення потреб та закупівель ОВТ для потреб оборони, забезпечення максимально можливої публічності процесу, підтримка вітчизняного виробника ОВТ;

забезпечення узгодженості військово-технічної та військово-промислової політик, зокрема при розробці та виготовленні сучасних зразків ОВТ, а також космічного призначення;

державна підтримка підприємств, продукція яких має значний експортний потенціал;



реформа державних підприємств ОПК, перехід до корпоративної моделі управління, створення механізмів залучення інвестицій у галузь;

впровадження політики імпортозаміщення та розвиток сучасних технологій при виробництві ОВТ;

поглиблення військово-технічного співробітництва з метою залучення міжнародних компаній до інвестування у підприємства ОПК;

реформування системи експорту та імпорту товарів військового призначення та подвійного використання;

впровадження досягнень НАНУ та інших науково-дослідних інституцій при розробці та виробництві ОВТ, відновлення інституту генеральних конструкторів або впровадження іншої інституції для створення новітніх зразків ОВТ.

#### **Наголошені цілі та завдання реформи ОПК.**

Для запровадження ефективної моделі формування та реалізації державної військово-промислової політики:

КМУ розробить та впровадить до кінця 2020 року організаційні заходи щодо забезпечення ефективного функціонування центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну військово-промислову політику - Міністерства з питань стратегічних галузей промисловості (Мінстратегпром).

КМУ до кінця червня 2021 року створить та забезпечить повноцінне функціонування Агентства з розвитку оборонних технологій;

КМУ до кінця 2020 року внесе зміни до Бюджетного кодексу України стосовно створення цільового Державного фонду розвитку оборонно-промислового комплексу України;

Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості разом з суб'єктом управління об'єктами державної власності в оборонно-промисловому комплексі та Фондом державного майна України до кінця 2020 року розробить та затвердить методiku визначення непродуктивних і непрацюючих суб'єктів господарювання. За результатами оцінки, суб'єкти господарювання, які визнані непродуктивними, або такими, що не здійснюють господарської діяльності, будуть ліквідовані або приватизовані до кінця 2021 року;

Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості разом з Радою національної безпеки і оборони України а також із залученням інших, відповідних центральних органів виконавчої влади до кінця 2020 року розробить та затвердить критерії для визначення підприємств, які мають стратегічне значення для національної безпеки та оборони України та визначить, які з них повинні залишатися у державній власності. Інші підприємства оборонно-промислового комплексу, які не мають стратегічного значення до кінця 2021 року будуть приватизовані або ліквідовані відповідно до законодавства;

Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості до кінця 2020 року розробить та впровадить механізм спрямування коштів, які були

отримані внаслідок приватизації підприємств та продажу надлишкового майна до цільового Державного фонду розвитку оборонно-промислового комплексу України;

Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості разом з КМУ розробить правову базу для впровадження стандартів корпоративного управління державними підприємствами.

#### **Для гармонізації законодавства України у сфері оборонних закупівель з положеннями Директиви 2009/81/ЄС:**

КМ України та інші центральні органи виконавчої влади розроблять та затвердять пакет підзаконних актів задля імplementації Закону України "Про оборонні закупівлі" у терміни визначені його прикінцевими положеннями.

17 лютого на засіданні Уряду було прийнято шість постанов Кабінету Міністрів України щодо імplementації Закону України "Про оборонні закупівлі", розроблені Міністерством з питань стратегічних галузей промисловості України. Про це повідомив Віце прем'єр-міністр – Міністр з питань стратегічних галузей промисловості України Олег Уруський. За словами міністра п'ять постанов передбачають внесення змін до вже існуючих документів: "Про затвердження порядку відновлення, ремонту, модернізації, збільшення установленого ресурсу та продовження строку служби (зберігання) озброєння, військової і спеціальної техніки, за якими не здійснюється авторський нагляд"; "Про затвердження Порядку укладення компенсаційних (офсетних) договорів та видів компенсацій, що можуть надаватися за компенсаційними (офсетними) договорами"; "Про утворення офсетної комісії"; "Про внесення змін до Порядку постачання озброєння, військової і спеціальної техніки та боєприпасів під час особливого періоду, введення надзвичайного стану, проведення заходів із забезпечення національної безпеки і оборони, відсічі і стримування збройної агресії та у період проведення антитерористичної операції"; "Про внесення змін до Порядку складання єдиного наскрізного плану створення зразка (системи, комплексу) озброєння, військової і спеціальної техніки".

Окрім того, КМ України прийняв постанову "Про затвердження Порядку проведення випробувань та прийняття на озброєння (постачання) зразків озброєння, військової та спеціальної техніки, засобів і обладнання іноземного виробництва".

Ще чотири постанови Уряду, розроблені Мінстратегпром, перебувають на завершальній стадії опрацювання й найближчим часом будуть представлені на розгляд Кабінету Міністрів України.

**Для створення ефективного та гнучкого процесу ціноутворення для продукції, що закуповується без застосування конкурентних процедур:** Мінстратегпром, разом із Кабінетом Міністрів України до кінця 2020 року перегляне норми рентабельності у контрактах на закупівлю товарів робіт і послуг оборонного призначення.

**Для забезпечення переходу до стандартів НАТО:** Мінстратегпромом, у тісному співробітництві з Міністерством оборони і Державним підприємством “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” до кінця 2020 року розроблять та опублікують план переходу до промислових і технічних стандартів НАТО.

**Для вдосконалення системи експортного контролю:** Мінстратегпромом, у тісному співробітництві з Державною службою експортного контролю до кінця 2020 року перегляне порядок ліцензування експорту продукції військового призначення та подвійного використання з метою спрощення експортних процедур для суб'єктів господарювання з одночасним впровадженням всеосяжного процесу перевірки фактичного походження військової продукції, яка експортується.

Міністерство оборони України спільно з іншими державними замовниками Державною службою експортного контролю, Мінстратегпромом, до кінця 2020 року розроблять пропозиції щодо внесення змін до нормативно-правових актів з питань державного експортного контролю для оптимізації механізмів здійснення державними замовниками з оборонного замовлення та суб'єктами господарювання імпорту товарів військового призначення та подвійного використання.

**Над реформою працюють:** РНБО, Комітет ВРУ з питань національної безпеки, оборони та розвідки, КМУ, Віце-прем'єр-міністр України – Міністр з питань стратегічних галузей промисловості України, Мінекономіки, Міноборони, Мінфін, МЗС, МВС, СБУ, Міносвіти, Національна академія наук, ДК “Укроборонпром”, Державне космічне агентство України, Інститут інформатизації та моделювання економіки, ГС “Ліга оборонних підприємств”, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил.

## Висновки

1. Реформа у сфері розробок та виробництва озброєнь в нових геополітичних та гео економічних умовах при обмеженому державному оборонному замовленні дає можливість зберегти і забезпечити розвиток української оборонної промисловості та збільшити її експортний потенціал. Реформа спрямована на створення сприятливого бізнес-середовища для підприємств оборонної промисловості України.

2. Однак реформа ОПК це – не разовий акт, а система заходів із залученням широкого кола замовників та виконавців замовлень, яка потребує часу та пов'язана із певними ризиками, які обговорюються у фаховому середовищі та потребують величезної роботи із законодавчо-нормативного забезпечення, створення спільних підприємств, обміну акціями корпоративізованих компаній, розвитку інвестицій та сучасних технологій.

3. Має бути побудована ефективна система підготовки та використання кадрів, а також здійснено переоснащення виробничих потужностей.

4. Реформа ОПК пов'язана із наявністю воєнно-політичних, воєнно-технічних, технологічних, економічних, нормативно-правових та інших ризиків для національної економіки, однак Уряд вважає, що вони не будуть принциповими перешкодами при формуванні та реалізації стратегії держави та перші позитивні результати реформування ОПК слід очікувати наприкінці цього року.

## Список використаних джерел

1. Розвиток оборонно-промислового комплексу | Кабінет Міністрів України URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/ekonomichne-zrostannya/rozvitok-oboronno-promislovogo-kompleksu> 1/3 (дата звернення: 23.02.2021).

2. Кабмін прийняв шість постанов для імплементації Закону України "Про оборонні закупівлі" | Кабінет Міністрів України URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/kabmin-prijnyav-shist-postanov-dlya-implementaciyi-zakonu-ukrayini-pro-oboronni-zakupivli> 1/1 (дата звернення: 23.02.2021).

РАДЬКО Олег Віталійович (кандидат технічних наук, доцент)

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

## РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО ПЛАНУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНИХ ТА БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У роботі запропонована методика управління ризиками під час планування інженерно-авіаційного забезпечення бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних систем, розроблена на підставі узагальнення результатів аналізу положень нормативних документів та досліджень фахівців у галузі управління ризиками, у тому числі у сфері оборони.

**Постановка проблеми.** Практичний досвід інженерно-авіаційного забезпечення (ІАЗ) застосування авіації у локальних війнах та збройній конфліктах, а також аналіз втрат пілотованих та безпілотних літальних апаратів авіації ЗС України під час ведення бойових дій в рамках АТО засвідчив нагальну необхідність урахування ризиків, які виникають під час виконання військовою авіацією бойових завдань. Чинниками, які підвищують актуальність вивчення проблеми організації управління ризиками під час ІАЗ бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних систем є багатогранність форм прояву ризику, неможливість абсолютного уникнення його ймовірності, відсутність універсальних засобів мінімізації ризику та втрат.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішення невідкладних задач щодо підвищення бойового потенціалу ЗС України взагалі та їх авіації зокрема, підвищення ефективності оборонного планування й управління неможливі без активного використання “ризик-менеджменту” як складової частини системи управління. Про це наголошено у “Рекомендаціях з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних силах України”, затверджених Міністром оборони України 13 червня 2017 р. [1], у яких ризик визначається як “імовірна подія, чи їх низка, яка/які у разі виникнення можуть вплинути на досягнення цілі”. Актуальність дослідження питань запровадження ризик-орієнтованого підходу підтверджена розробкою цілої низки міжнародних стандартів з управління ризиками [2-4], постійно зростаючою кількістю досліджень за цим напрямком [5-10], а стосовно воєнної сфери – набагато більшими і важчими негативними наслідками та втратами, у тому числі людськими, порівняно із цивільною.

**Метою статті** є розроблення методики управління ризиками під час планування ІАЗ бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних систем, розроблена на підставі узагальнення результатів аналізу положень нормативних документів та досліджень фахівців у галузі управління ризиками, у тому числі у сфері оборони.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Запропонована у роботі методика управління ризиками під час планування ІАЗ бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних систем реалізується у декілька етапів:

1. Початок процесу управління ризиками.
2. Загальне оцінювання ризику.
3. Вироблення управляючих впливів.
4. Реалізація управляючих впливів.
5. Моніторинг та критичне аналізування.

Декомпозиція *першого етапу* виглядає таким чином: вибір об'єкта управління ризиками (наприклад, визначений авіаційний підрозділ (частина), який виконує бойове завдання і для якого, відповідно, здійснюється планування ІАЗ бойового застосування); формування групи експертів (5-10 осіб, які повинні бути компетентні і належним чином поінформовані в галузі функціонування об'єкта управління ризиками); збір вихідної інформації; визначення необхідних ресурсів; встановлення критеріїв ризику; визначення періодичності дослідження.

*Другий етап* складається з наступних підетапів: ідентифікація ризику; аналізування ризику; оцінювання ризику.

Для ідентифікації ризику експертною групою використовується метод «мозкового штурму» з наступною побудовою діаграми Ісікави, яка виступає як метод графічної візуалізації небезпек [11].

Ідентифікація ризиків передбачає визначення та класифікацію ризиків за категоріями та видами, а також систематичний перегляд ідентифікованих ризиків з метою виявлення нових та/або таких, що зазнали змін.

За категоріями ризику поділяються на зовнішні, ймовірність виникнення яких не пов'язана з виконанням підрозділом (частиною) пілотованої або безпілотної авіації бойових завдань, та внутрішні, ймовірність виникнення яких безпосередньо пов'язана з виконанням покладених на них бойових завдань

Стадії аналізування та оцінювання ризику полягають у визначенні рівня ризику для кожної виявленої небезпеки, що впливає на процес. Кількісне оцінювання ризиків здійснюють за

методом аналізу видів та наслідків відмов FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) з визначенням “пріоритетного числа ризику” - RPN (Risk Priority Number) [8]:

$$RPN = S \cdot F \cdot D,$$

де:  $1 \leq S \leq 10$  — значимість (оцінка найбільш серйозного наслідку потенційної загрози (ризик) для об’єкту;

$1 \leq F \leq 10$  – відображає ймовірність виникнення конкретного ризику: 1 – для ризиків, які дуже рідко виникають (при  $p \leq 10^{-4}$ ) і 10 – для постійних ризиків (при  $p \geq 10^{-1}$ );

$1 \leq D \leq 10$  – оцінка можливості виявлення ризику або причини його появи: 1 – для ризиків, які практично достовірно виявляються і 10 – для ризиків, які практично не можуть бути виявлені.

Складові RPN встановлюють шляхом експертного оцінювання. Узгодженість думок експертів оцінюється за величиною коефіцієнта конкордації Кендалла (W), значення якого може перебувати в діапазоні від 0 до 1. Якщо  $W = 0$ , то думки експертів не узгоджені, якщо ж  $W = 1$ , то оцінки експертів повністю узгоджені.

Отримані величини RPN порівнюють з критичним значенням  $RPN_{кр}$ . Універсальних (для всіх видів діяльності, процесів, проектів) критеріїв вибору  $RPN_{кр}$  не існує. Кожна організація вибирає для себе власні методи оцінки і критерії прийнятності рівня ризику. Так, наприклад, у [4] для оцінки “технічних” ризиків (тобто ризиків виникнення відмов в конструкції виробленого виробу і в технології його виготовлення) за методом FMEA приведений наступний критерій: пріоритетне число ризику RPN - не більше 100 -125 (де значення RPN може бути від 1 до 1000). Ці дані можуть стати орієнтирами при визначенні  $RPN_{кр}$ .

Під час реалізації *третього етапу* методики – вироблення управляючих впливів – необхідно організувати роботу таким чином, щоб розроблені управляючі впливи були адекватні оціненим ризикам, тому що надлишкові заходи часто призводять до значних фінансових втрат. При цьому ступінь зусиль при управлінні ризиками порівнюється з критичністю ризику.

Визначення способів реагування на

ідентифіковані та оцінені ризики полягає у прийнятті рішення щодо зменшення, прийняття, розподілу (передачі) чи уникнення ризику.

Уникнення ризику означає призупинення (припинення) діяльності, яка призводить до підвищення ризику. Воно передбачає зміну планів бойового застосування таким чином, щоби виключити загрозу, викликану ризиком, захистити кінцеві цілі плану від наслідків ризику або переглянути цілі, що знаходяться під загрозою.

Зменшення ризику означає вжиття заходів, які сприяють зменшенню ймовірності виникнення ризику та/або його впливу (наслідків) до прийнятних меж. Вживання попереджувальних заходів по зменшенню ймовірності настання ризику або його наслідків часто виявляються ефективнішими, ніж зусилля по усуненню негативних наслідків, події ризику, що робляться після його настання.

Розподіл (передача) ризику означає перенесення або розподіл частини ризику. Передача ризику передбачає перекладення негативних наслідків загрози з відповідальністю за реагування на ризик на третю сторону. Таким чином при передаванні ризику відповідальність за управління ним перекладається на іншу сторону процесу, але ризик при цьому не зникає.

Прийняття ризику означає, що жодних дій щодо нього не робитиметься. Таке рішення приймається якщо: за результатами оцінки ризику визначено, що його вплив на діяльність буде мінімальним і суттєво не позначиться на досягненні мети і цілей бойового застосування авіації; обсяг витрат на заходи з реагування перевищує вигоди на зменшення ризику чи ймовірні негативні наслідки від настання ризику; можливі способи реагування створюють додаткові високі ризики; неможливо вплинути на ризик.

Якщо на етапі вироблення управляючих впливів були виявлені раніше невраховані небезпеки, то необхідно повернутися до стадії ідентифікації небезпек.

Після того, як сформульовані всі плановані дії, що управляють, дана інформація заноситься в зведену табл. 1.

Таблиця 1

**Зведена таблиця FMEA-аналізу під час планування ІАЗ бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних систем**

Вид потенційного ризику	Наслідки потенційного ризику	S	Потенційна причина або механізм	O	Існуючі заходи контролю	D	RPN	Рекомендовані дії щодо управління ризиками	Результати аналізу	
									Виконані дії щодо управління ризиками	RPN

На *четвертому етапі* проводиться впровадження стратегії боротьби з ризиками за допомогою реалізації розроблених управляючих впливів.

На *п'ятому етапі* відбувається моніторинг та

критичне аналізування результатів, термінів і витрат на реалізацію запланованих заходів. Якщо вжиті заходи є нерезультативними, необхідно дослідити причини даної нерезультативності і вжити відповідних заходів для усунення даних

причин, а також розробити новий план управляючих впливів.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Практична реалізація представленої методики дозволить забезпечити гнучке управління внутрішніми і зовнішніми ризиками авіаційних підрозділів (частин) під час планування ІАЗ виконання ними бойових завдань, властивих сучасним умовам бойового застосування пілотованої та безпілотної авіації ЗС України, та сприятиме раціональному використанню наявних сил та засобів, інтеграція яких дозволяє позбутися дублювання завдань та неекономного використання вкрай обмежених ресурсів, що виділяються в Україні для забезпечення її воєнної безпеки.

Як напрямок подальших досліджень доцільно визначити розроблення нових або адаптацію існуючих методів кількісного оцінювання параметрів ризиків (насамперед – імовірності настання), які б не залежали від негативного впливу суб'єктивних факторів експертних оцінок та забезпечували достатню точність і адекватність отримуваних результатів.

### Список використаних джерел

1. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в Міністерстві оборони України та Збройних силах України (від 13.06.2017 №5789/з/3) / Департамент воєнної політики, стратегічного планування та міжнародного співробітництва Міністерства оборони України // Київ, 2017. – 47 с.

2. ІЕС 31010:2019 Risk management - Risk assessment techniques.

3. ДСТУ ISO 31000:2018. Менеджмент ризиків.

Принципи та настанови.

4. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.

5. Пащенко С. В. Система управління ризиками програм оновлення авіаційної техніки авіації Збройних Сил України / С. В. Пащенко, О. Є. Мавренков // – К.: Наука і оборона. 2014. № 2. – С. 40-44.

6. Марцинковский Д.А. Руководство по риск-менеджменту / Д.А. Марцинковский, А.В. Владимирцев, О.В. Марцинковский. – СПб.: Береста. 2007. – 331 с.

7. Шапкин А. С., Шапкин В. А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и Ко”. 2005. – 880 с.

8. Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Daimler Chrysler Corporation: Ford Motor Company: General Motors Corporation, 2001. – 78 p.

9. Національні системи оцінки ризиків і загроз: кращі світові практики, нові можливості для України: аналіт. доповідь / [Резнікова О.О., Войтовський К.Є. Лепіхов А.В.] ; за заг. ред. О.О. Резнікової. – К.: НІСД, 2020. – 84 с.

10. Турінський, О., Демідов, Б., Гриб, Д., & Хмелевська, О. Науково-методологічні аспекти управління ризиками у системі державного оборонного замовлення // – Х.: Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. №2 (39). – С. 37-46. Doi.org/10.30748/nitps.2020.39.04.

11. Богданович В.Ю. Когнітивний підхід до визначення завдань складовим інтегрованого потенціалу деескалації загроз воєнного характеру в системі забезпечення воєнної безпеки / В.Ю. Богданович, І.Ю. Свида, А.М. Сиротенко // – Х.: Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. №4 (29). – С. 5-10.



ЯСЕНКО Сергій Анатолійович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## РОЗВИТОК АВІАЦІЙНИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЧЕРЕЗ РОЗШИРЕННЯ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ПЛАТФОРМ

Стрімкий технологічний розвиток кінця ХХ – початку ХХІ сторіччя включно з розвитком систем управління авіаційними платформами, навігації, прийняття рішень на основі систем з штучним інтелектом, а також, з різким здешевленням окремих компонентів та цілих технологічних ланцюжків створення авіаційної техніки, призвели до появи значної кількості нових безпілотних авіаційних систем загального, військового (спеціального) та подвійного призначення. Особливої уваги заслуговує скорочення тривалості життєвого циклу таких систем та, відповідно, всіх етапів цього циклу. Наприклад, середня оцінка тривалості розроблення авіаційного двигуна для “великої” авіації – від десяти до п’ятдесяти років, а крім того, слід врахувати тривалість розроблення самої платформи, цільового навантаження, складових системи експлуатації, логістику тощо. Натомість безпілотні платформи мають значно більший спектр реалізацій: від “кишенькових” до “великих”. Тобто, з’явилося набагато більше рівнів складності та вартості авіаційних платформ різного призначення. Змінилась і структура ризиків, що потребує відповідної зміни всієї системи управління ризиками в авіаційній сфері.

З іншого боку остаточний перехід до управління по цілям (програмно-цільовий підхід, планування на основі спроможностей тощо) вимагає чіткого розуміння зв’язку керівних рішень щодо управління ресурсами діяльності (людьми, матеріальними та інформаційними ресурсами), управління зовнішнім та внутрішнім контекстом організації (системи; країни) та управління сценаріями розвитку. Відповідно до теорії функційних систем, а після неї і інших подібних теорій, “єдиним системоутворюючим фактором будь-якої функціональної системи є результат, на який працює система” [1]. В системі планування на основі спроможностей це враховують через оцінки того, чи здатні ми у певних умовах та з визначеними показниками отримати необхідний результат. Разом з тим, один з факторів, що визначає складність такого планування — постійна зміна середовища (і зовнішнього, і внутрішнього) та критеріїв оцінювання здатності виконувати завдання (досягати результатів). За таких змінних умов утримання необхідного рівня спроможності, як здатності виконувати завдання з визначеним рівнем показників успішності, потребує постійної зміни структури реалізації (-й) спроможності. У випадку України, в якій використано модель НАТО до опису складових спроможностей, потрібна постійне адаптивне з передбаченням управління структурою спроможності за факторами DOTMLPFI [2-5].

Знаходження переліку оптимальних рішень щодо структури спроможностей в інтересах оборонного планування за постійної зміни розрахункових умов, нечітких зв’язків між складовими спроможності та між цими складовими та ймовірністю успішної реалізації спроможності виглядає практично нереалізовним. Зазначене вище потребує переходу до пошуку “квазіоптимальних рішень на дискретній решітці умов реалізації спроможностей”.

Однією з умов успішного вирішення задачі оборонного планування на основі спроможностей є пошук / визначення необхідного переліку часткових сценаріїв майбутніх дій / операцій в яких є необхідним реалізація конкретних спроможностей. Вимоги до таких сценаріїв є у [5], крім того з 2017 по 2021 рік підрозділами оборонного планування Збройних Сил України накопичено певний досвід щодо їх формування та використання. Загальна структура такого сценарію проста: опис ситуації (контекст), опис оперативної обстановки, загальна структура необхідних сил та засобів, перелік типових завдань (декомпозиція робіт) та формулювання відповідних спроможностей (декомпозиція/таксономія спроможності), графічна схема (модель) спроможності.

Кількість часткових сценаріїв, як правило, обмежують на рівні до трьохдесяти. Між тим, формування та відбір таких сценаріїв мають значний вплив на адекватність оцінок та рекомендацій щодо розвитку спроможностей. Тому є актуальним формування вичерпного переліку часткових сценаріїв щодо “Спільного застосування пілотованих та безпілотних бойових систем”, включно з сценаріями доставлення безпілотними літальними апаратами десанту, поранених та інших осіб, що не є пілотами.

### Список використаних джерел

1. Физиология человека: Учебник/ Под. Ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина. 2003. - 656с.
2. Порядок організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони. Наказ Міністерства оборони України № 484 від 22.12.2020
3. Доктрина з оборонного планування. Затверджено наказом Головнокомандувача Збройних Сил України 2020 р.
4. Рекомендації з оборонного планування на основі спроможностей в МО та ЗС України, затверджені МО України 12.06.2017
5. Рекомендації з порядку організації проведення оцінювання спроможностей у ЗС України, затверджені МО України 07.12.2

**ЕРИЛКІН Анатолій Георгійович** (кандидат військових наук, доцент)

**СМИК Сергій Іванович** (кандидат технічних наук, старший науковий співробітник)

*Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

## РОЗВИТОК ТАКТИКИ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОТОВАНИХ ТА БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Розглянуто тактику сумісних дій пілотованих та безпілотних авіаційних комплексів в війнах в Лівані і Іраку. Виконано аналіз тенденцій розвитку форм і способів сумісного бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних комплексів*

Досвід останніх локальних війн свідчить про те, що плив авіації на результати бойових дій з часом не тільки не зменшується, а й зростає. Але велика вартість виготовлення літаків нових поколінь та підготовки на них льотного складу призвели до передачі значної частки бойових завдань від пілотованої до безпілотної авіації. Це, у свою чергу, призвело до значного збільшення у збройних силах (ЗС) багатьох країн світу кількості безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), що потребує розробки тактики їх спільного бойового застосування з пілотованими авіаційними комплексами.

Першим реальним досвідом сумісного застосування літаків та БпАК можна вважати війну в Лівані у 1982 році. В ній ізраїльська армія застосувала розвідувальні безпілотні літальні апарати (БпЛА) у взаємодії з літаками і БпЛА іншого призначення. Вони були задіяні проти угруповання ППО сирійських військ, що складалось з ЗРК С-75М, С-125. Частина БпЛА була оснащена телекамерами та удосконаленими засобами зв'язку, що надавало можливість передавати зображення операторам БпАК у реальному масштабі часу. Ще частина оснащувалась засобами інфрачервоного випромінювання.

Деякі з БпЛА мали лазерні цілевказувачі для ракет, пуск яких здійснювався з літаків. Також БпЛА перехоплювали випромінювання радіолокаційних станцій (РЛС) противника, ретранслювали їх дані на пункти управління (ПУ) та екіпажам літаків, що були у повітрі [1].

Операція з придушення сирійських зенітно-ракетних комплексів (ЗРК) почалася з розвідувальних польотів БпЛА з телекамерами, які надавали зображення ЗРК оператору БпАК. За його командою в повітря підіймались ще один або два БпЛА, один з яких був хибною ціллю. Для того щоб примусити батарею ЗРК ввімкнути випромінювання він імітував дії ударного літака. Другий БпЛА був оснащений апаратурою виявлення випромінювання РЛС ЗРК і ретрансляції даних про неї на борт літаків РЕБ та Е-2С. Інформація про РЛС ЗРК у реальному масштабі часу також надавалась літакам, озброєним протирадарними ракетами. Якщо противник вимикав свої РЛС, то ізраїльтяни підіймали в повітря БпЛА з лазерними вказувачами цілей та ударні літаки з ракетами з лазерною головою

самонаведення AGM-65 "Maverick". Після удару по РЛС літаки атакували батарею ЗРК касетними бомбами. Така тактика застосування літаків і БпЛА дозволила знищити більшість ЗРК противника в визначеному районі, позбавляючи сирійські бронетанкові війська прикриття від ударів з повітря [1].

Наступний етап тактики спільного бойового застосування літаків та БпЛА розпочався з середини 1980-х років. Ініціаторами виступили ВМС США, які визнали нагальну потребу у БпЛА для виконання завдань повітряної розвідки (ПР) та оцінювання результатів дії ударної авіації.

Тому у 1985 році було створено БпЛА RQ-2A «Pioneer», прототипом якого став ізраїльський БпЛА "Scout-2". При збереженій вазі корисного навантаження, тривалості та максимальній висоті польоту було збільшено швидкість польоту БпЛА до 170 км/год. і радіус дії до 185 км. Його перше бойове застосування відбулося в Іраку у 1991 році, коли до складу сил ПР, крім літаків-розвідників, увійшли 6 загонів БпЛА "Pioneer".

З початком повітряно-наступальної операції "Буря в пустелі" до завдань БпЛА "Pioneer" було включено оцінювання результатів авіаційних ракетно-бомбових ударів, виявлення нових об'єктів ураження, у першу чергу мобільних ракет "Скад", стеження за переміщеннями іракських військ і авіації, контроль повітряного простору.

Особливість БпАК "Pioneer" полягала в тому, що відеозображення цілей і ділянок місцевості передавалось безпосередньо підрозділам морської піхоти в реальному масштабі часу. Оператори отримали можливість спостерігати на дисплеях кольорове зображення території і об'єктів, над якими пролітав БпЛА. Ця інформація зберігалась у пам'яті ЕОМ, що зробило можливим її подальший аналіз.

Під час операції "Буря в пустелі" також застосовувались американські розвідувальні БпЛА великого радіусу дії "Shadow 600". Вони мали одні з найкращих показників щодо тривалості ведення ПР - до 14 год., і за цим параметром поступалися лише стратегічним розвідувальним БпЛА "Gnat 750", що був здатний вести ПР протягом 40 годин. Водночас, можливості БпЛА "Shadow 600" за максимальним радіусом дії - 200 км, не задовольняли потреби ЗС тому, що більшість об'єктів ПР знаходилися на відстані приблизно 400 км, що унеможливило їх розвідку БпЛА

“Shadow 600” [2].

З часом тактика спільного бойового застосування пілотованих авіаційних комплексів та БпАК отримала подальшого розвитку. Наразі у США досліджується концепція одночасного використання великої кількості розвідувальних і розвідувально-ударних міні безпілотників, що отримала назву “Рій БпЛА” (“UAV Swarm”).

На полігоні China Lake в Каліфорнії трьома F/A-18 були запущені 103 міні БпЛА “Perdix” (рис. 1), які можуть запускатись з літакових автоматів відстрілу хибних теплових цілей. Кожний окремих міні БпЛА взаємодіяв з іншими, що входили до

“рою”. В Пентагоні заявили, що це суттєво підвищило ефективність ПР і ураження замаскованих об’єктів противника, так як наявним сучасним засобам ППО важко протидіяти сотні таких БпЛА.

Під час випробувань “рій” міні БпЛА “Perdix” продемонстрував можливість самостійно об’єднуватись у групи, розподіляти цілі і замінювати одне-одного. Стверджується, що недорогі БпЛА “Perdix” здатні виконувати завдання, для яких раніше застосовувались великі БпЛА і літаки [3].

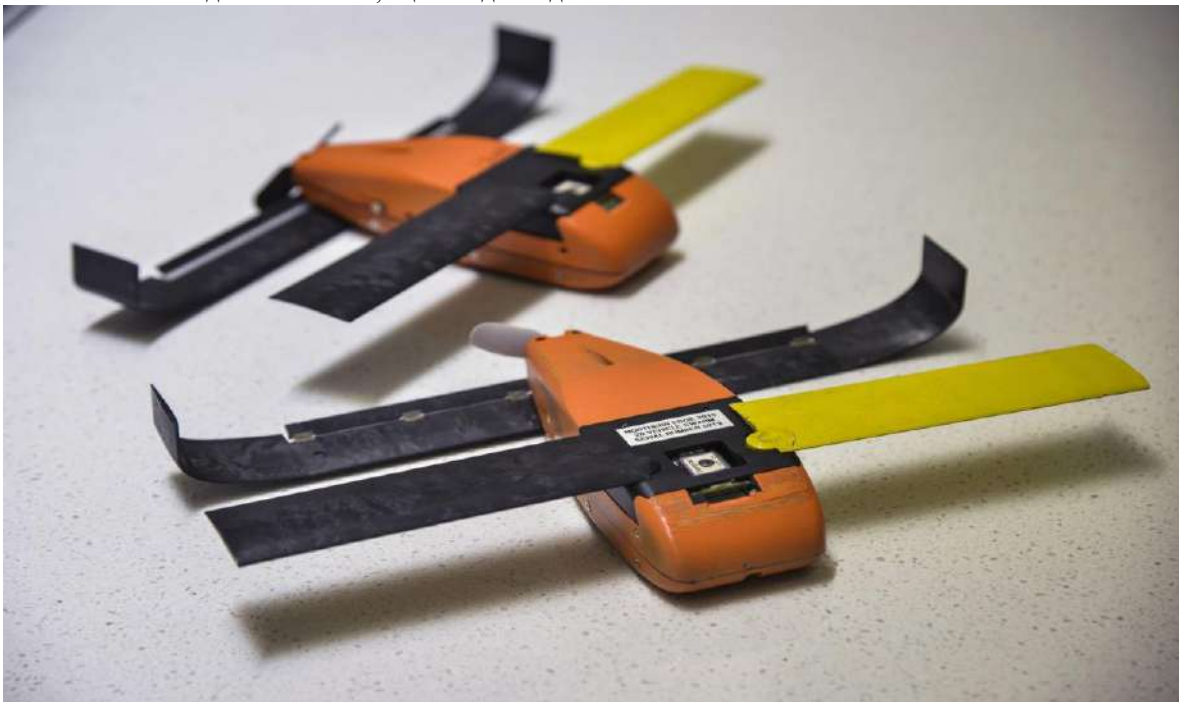


Рис. 1 Зовнішній вигляд міні БпЛА “Perdix”

Також у США проведені випробування з запуском з БпЛА “M-1C Gray Eagle” малих розвідувальних БпЛА “Altius-600” з дальністю польоту від носія на відстані 60-80 кілометрів. В залежності від комплектації “M-1C Gray Eagle” може нести 12-14 “Altius-600”. Це дозволяє виявляти більшу кількість цілей, інформація про які ретранслюється через “M-1C Gray Eagle” на наземні ПУ БпАК, авіації і сухопутних військ [4].

Збільшення об’єму розвідувальної інформації потребуватиме або збільшення кількості операторів ПУ БпАК пропорційно кількості міні БпЛА, або вирішення такого складного наукового завдання як застосування штучного інтелекту для автоматичної

обробки розвідувальної інформації та прийняття рішень з ураження цілей.

Деяка інша реалізація концепції одночасного застосування великої кількості (“рою”) розвідувально-ударних БпЛА є у ЗС Китаю.

Її розробниками є китайська компанія “Norinco” (China North Industries Corp.), яка у 2018 році на міжнародному авіасалоні “China Airshow” показала БпЛА-мультикоптер MR40 (рис. 2). Тактика бойового застосування “рою” цих БпЛА включають узгоджене з пілотованою авіацією виконання завдань з ураження бронетехніки, бойових позицій, артилерії, РЛС, технічних позицій, складів, вузлів зв’язку, особового складу і навіть літаків в укриттях [5].



Рис. 2 Китайський БПЛА-мультикоптер MR40

В рамках європейського проекту UCAV з створення БПЛА “nEUROn” (рис. 3) працюють французька компанія Dassault Aviation, шведська Saab, швейцарська RUAG, італійська Alenia Aermacchi, EAV з Греції та іспанська EADS-CASA.

Прес-служба МО Франції повідомила, що у 2020 році на авіабазі Істр-ле-Тюбе були проведені

випробувальні польоти БПЛА “nEUROn” разом з винищувачами “Rafale” та літаком “AWACS”, що дозволило отримати дані для подальшого удосконалення цього БПЛА у межах проекту FCAS (Future Combat Air System) [6].



Рис. 3 Ударний БПЛА “nEUROn” в польоті

Виконаний аналіз тактики спільного бойового застосування літаків та БПЛА показав, що все більша частина бойових завдань пілотованої авіації виконується безпілотною авіацією. Це потребує всебічного узгодження їх дій й подальшого розвитку тактики спільного бойового застосування пілотованих та безпілотних авіаційних комплексів.

### Список використаних джерел

1. Применение БПЛА в войнах и вооружённых конфликтах. Е. Рунов, О. Бобешко, С. Аверченко. – Молодой ученый. 2019. № 44 (282). – С. 276-278. - URL: <https://moluch.ru/archive/282/63517/>: 15.02.2021.

2. Globalsecurity.org, THE ISRAELI EXPERIENCE IN LEBANON, 1982–1985, Major George C. Solley, Marine Corps Command and Staff College, 10 May 1987. Retrieved

7 February 2014.

3. Пентагон сообщил об успешном испытании роя микро-бпла «Perdix» <https://www.gadgetstyle.com.ua/32054-perdix-test-video/>.

4. Ударный беспилотник испытали запуском разведывательного дрона. <https://nplus1.ru/news/2020/06/30/gray-eagle>.

5. “Рой” беспилотников. Новая тактика боевых действий уникального оружия Китая. <https://tass.ru/armiya-i-opk/5786857>, 11.2018.

6. Demonstrator phase launched: future combat air system takes major step forward, <https://www.dassault-aviation.com/en/group/press/press-its/demonstrator-phase-launched-future-combat-air-system-takes-major-step-forward/>

РСЗНІК Дмитро Вікторович (кандидат технічних наук)

ШКУРАТ Богдан Жоржович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## СТВОРЕННЯ ТАБЛИЦІ ВЗАЄМОДІЇ СИЛ І ЗАСОБІВ ППО З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

*В статті запропоновано використання генетичного алгоритму під час створення планової таблиці взаємодії сил і засобів угруповання ППО, яка задовольняє критеріям мінімізації часу виконання завдань ППО, витрат ресурсів для виконання цих завдань, а також проводити його уточнення при зміні обстановки в реальному часі.*

Взаємодія є одним з важливих елементів в системі управління військами (силами). Одним з важливих завдань організації взаємодії є завдання планування взаємодії, зокрема, розроблення планової таблиці взаємодії (ПТВ) сил і засобів що виконують завдання в угрупованні ППО. План взаємодії складають на підставі інформації про склад сил і засобів, що взаємодіють, та складу противника, що очікується.

Для вирішення завдання планування взаємодії протиповітряну оборону уявлено у вигляді системи, яка складається з множини вогневих одиниць та множини цілей, які потрібно знищити [1]. Основними параметрами для завдання планування взаємодії сил і засобів угруповання ППО будуть: цикли стрільби (повітряного бою) кожної вогневої одиниці; рубіж виконання завдання (РВЗ) повітряним противником, до якого необхідно знищити цілі; вагові коефіцієнти, що характеризують відносну важливість цілей, функція, що визначає вартість знищення цілі. При цьому слід дотримуватись наступних умов та обмежень: початок цілерозподілу не раніше виявлення цілі засобами розвідки; ЗПН буде знищений до рубежу виконання ним завдання.

Аналіз існуючих документів та публікацій показує, що завдання розробки ПТВ ускладнюється недосконалістю відповідних методик та відсутністю алгоритму, з використанням якого у відповідному програмному забезпеченні можливо автоматизувати цей процес. Крім того, під час ведення операції (бойових дій) виникає потреба у вчасному уточненні змісту ПТВ, що складно реалізувати вручну при швидких змінах обстановки.

Тому метою статті є огляд алгоритму, який дозволяв би розробляти та уточнювати ПТВ в реальному часі.

Оскільки планова таблиця взаємодії за своїм містом має ознаки розкладу, при формалізації її складання доцільно використовувати елементи теорії розкладів [2-4,6,7]. Завдання розробки ПТВ є завданням календарного планування з обмеженими ресурсами, коли задана множина робіт, пов'язаних один з одним умовами передування. Для кожної роботи задана тривалість її виконання і об'єм використаних ресурсів. Сумарний об'єм кожного ресурсу вважається відомим в кожен момент часу. Вимагається знайти розклад виконання робіт який

задовольняє умовам передування, обмеженням по ресурсах і мінімізації сумарного відхилення фактичного часу виконання робіт від директивних термінів [5].

Здійсимо математичну постановку завдання календарного планування взаємодії сил і засобів зенітних ракетних військ (ЗРВ) та винищувальної авіації (ВА), що діють в угрупованні ППО та виконують завдання протиповітряної оборони військ (сил).

Процес планування завдання ППО, зокрема, взаємодії обмежується виділеними для цього ресурсами: часом на планування, кількістю залучених родів військ в угрупованні ППО, кількістю типів вогневих засобів а також кількістю вогневих одиниць, що належать до кожного типу; кількість та типи засобів ураження. Крім того, вогневі одиниці можуть перебувати у різних станах (бойовий стан, готовність 2, 3, технічне обслуговування, відновлення, тренування, марш (переліт) тощо). Для переходу з одного стану в інший необхідний час, який задається відповідними нормативами. Міжстанові часові інтервали становлять тривалість бойового режиму.

Всі вказані вище ресурси, часові та матеріальні, виражаються множинами нормативних величин. До того ж, множинами змінних параметрів виражаються моменти початку та закінчення бойового режиму, а через них – множини груп вогневих засобів, які перебувають в цьому стані.

Для вирішення завдання календарного планування взаємодії сил і засобів угруповання ППО можуть бути використані наступні критерії оптимізації [1,5].

Першим критерієм буде мінімізація функції вартості, тобто суми відхилень нормативного і фактичного часу на знищення цілі, що призначена для кожної вогневої одиниці.

Другим критерієм оптимізації буде мінімальне використання наявних ресурсів на знищення ЗПН, вогневими одиницями, що знаходяться в бойовому режимі. Сутність критерію полягає в мінімізації витрат вогневої одиниці на знищення цілі.

Третім критерієм оптимізації буде мінімізація загальної тривалості простою вогневої одиниці в бойовому режимі, без роботи по цілі.

Для вирішення поставленого завдання потрібно обрати метод її реалізації [5]. Відомі наступні методи рішення задачі календарного планування



(рис. 1): математичне програмування, комбінаторні методи, статистичні методи і евристичні методи.

Аналіз приведених методів показав, що складність використання як комбінаторного методу, так і методу динамічного програмування пов'язана з експоненціальним зростанням тривалості обчислень від розмірності завдання. До того ж в завданнях календарного планування на кожному кроці планування змінюється система обмежень, що ускладнює застосування симплекс-методу, як частини методу гілок і меж. Для

використання імітаційного моделювання потрібний великий об'єм статистичних даних, доступ до яких зазвичай ускладнений. Таким чином, найбільш перспективним буде вибір евристичних методів. Зараз розроблена безліч евристичних методів, заснованих на застосуванні генетичних алгоритмів і їх модифікацій [4-7], що дозволяють знаходити близьке до оптимального рішення задачі календарного планування з обмеженими ресурсами за невеликий час [6].



Рис. 1 Методи календарного планування

На підставі проведеного аналізу для вирішення завдання планування взаємодії сил і засобів ЗРВ та ВА був розроблений алгоритм побудови раціональної планової таблиці взаємодії на основі генетичного алгоритму. Блок-схема роботи генетичного алгоритму стосовно розглянутого завдання представлена на рис. 2.

На початку виконання алгоритму випадковим чином формується множина планів (планових таблиць взаємодії), або початкова їх популяція (блок 1). Далі створена множина перевіряється на наявність планів, що повторюються, і виконується видалення дублікатів (блок 2). Наступний етап - це випадковий вибір з рівною імовірністю двох планів з початкової популяції (блок 4) і на їх основі створюються два нові плани ідентичних початковим (блок 5). У блоках 6, 7 виконується пошук розбіжності в створених планах і обмін заходами між планами - операція кросинговер. Спочатку виконується попарне порівняння заходів в планах і при знаходженні першої розбіжності в послідовності виконується обмін заходів між планами. Якщо в отриманих розкладах утворюються дублюючі заходи, то продовжується виконання обміну заходами до зникнення їх

дублювання в кожному плані. У блоці 8 проводиться перевірка допустимості розкладу, тобто для усіх бойових одиниць, що є в плані, перевіряється виконання умови передування заходів.

Якщо умова не виконується, то виробляється "мутація" плану, тобто його коригування (блок 9). Стани, які не задовольняють умові передування, змінюються місцями до тих пір, поки план не стане допустимим.

Після виконання заданої кількості операцій кросинговеру виконується видалення дублюючих планів (блок 10). Далі проводиться сортування і відсіювання неперспективних планів (блок 11). Число неперспективних планів визначається так, щоб отримана популяція мала кількість початкової популяції. У блоці 12 виконується розробка ПТВ у вигляді діаграми Ганта та визначається сума відхилень термінів фактичного початку бойової роботи від директивних (Рис. 3). Виконання блоків 3-12 повторюється до тих пір, поки не буде виконано умову закінчення пошуку рішення завдання: значення критеріїв оптимізації кращого плану не змінюються в десяти наступних "поколіннях".



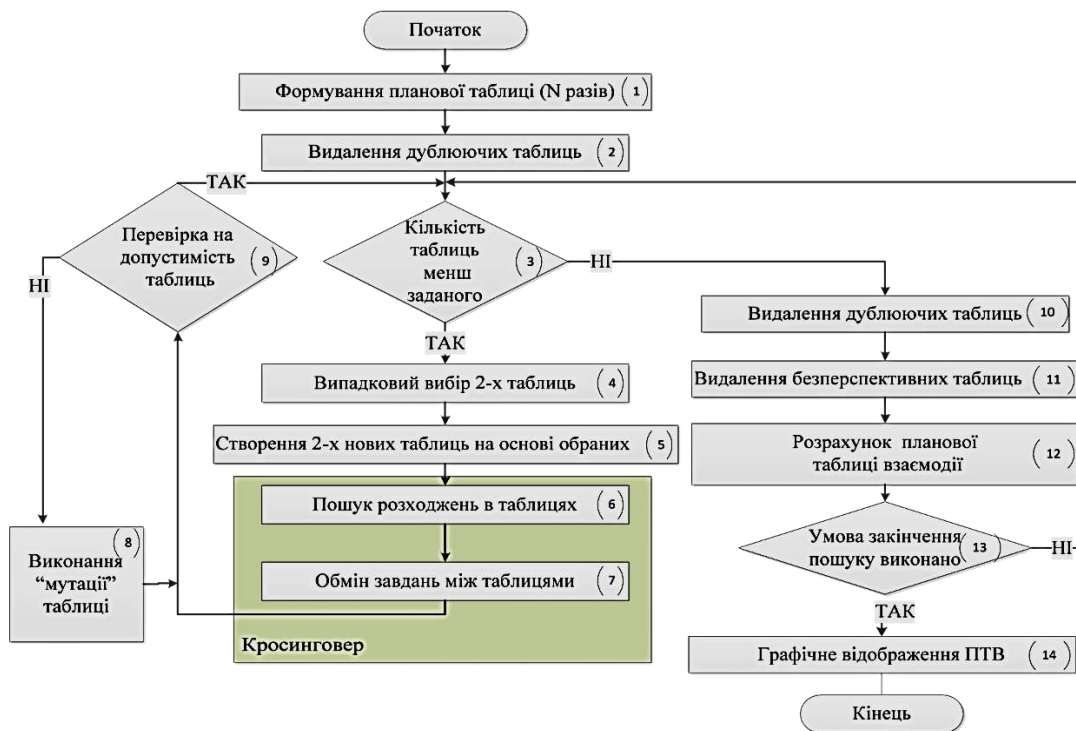


Рис. 2 Блок-схема генетичного алгоритму розробки планової таблиці взаємодії

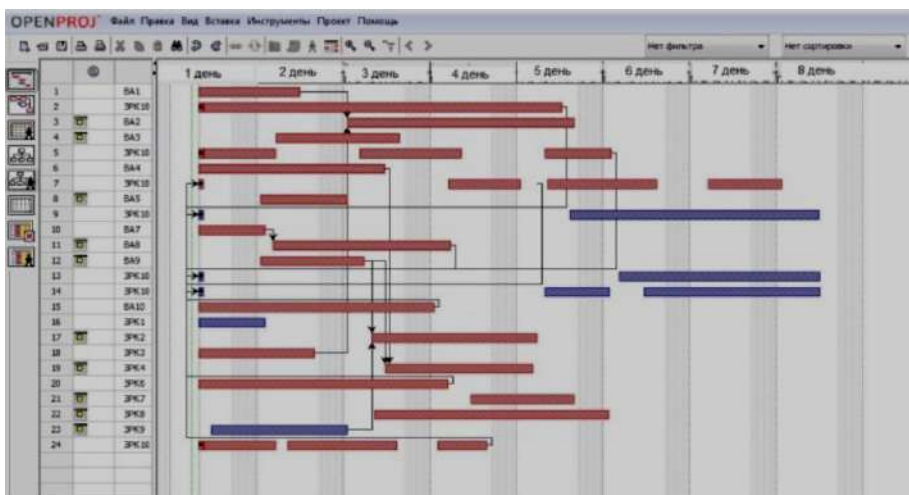


Рис. 3 Приклад побудованої планової таблиці взаємодії

Застосування запропонованого алгоритму надає можливість розробки раціонального варіанту планової таблиці взаємодії сил і засобів угруповання ППО та проводити її уточнення, при зміні обстановки, в реальному часі.

У подальшому описаний алгоритм доцільно вдосконалити блоком перевірки розробленої ПТВ на практичну реалізацію імітаційним моделюванням.

### Список використаних джерел

1. Ярош С. П. Теоретичні основи побудови та застосування розвідувально-управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони: монографія / С. П. Ярош; за ред. І. О. Кириченко. // Х. : ХУПС. 2012. – 512 с.

2. Танаев В. С. Введение в теорию расписаний / В. С. Танаев, В. В. Шкурба. // М. : Наука. 1975. – 256 с.

3. Конвей Р. В. Теория расписаний / Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л.В. // М. : Наука. 1975. – 359 с.

4. Резнік Д.В. Використання генетичного алгоритму для вирішення завдання планування взаємодії / Д.В. Резнік // – К.: Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони. 2015. №3(24). – С. 97-102.

5. Johnson S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included // Nav. res. log. quart. – 1954. Vol. 1. No. 1.

6. Hartmann S. A. Self-Adapting Genetic Algorithm for Project Scheduling under Resource Constraints. // – Naval Research Logistics. 2002. Vol. 49.– pp. 433–448.

7. Holland H. J. Adaptation in Natural and Artificial Systems. // University of Michigan Press, Ann Arbor. 1975.

**КОРОВІН Іван Павлович** (кандидат технічних наук, доцент)

**КОЦЮРУБА Андрій Васильович**

**КОЛОМІЄЦЬ Юрій Миколайович**

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## **СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО СТРУКТУРНИХ ЗМІН ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

*У статті розглянуто основні вимоги до структурних змін інженерно-авіаційного забезпечення військових частин авіації Повітряних Сил в процесі адаптації до змін у системі логістичного забезпечення Збройних Сил та розроблення у Повітряних Силах ЗС України керівних документів, що регламентують порядок і принципи логістичного забезпечення організаційних структур авіації з урахуванням особливостей і специфіки забезпечення їх обмеженою номенклатурою запасних частин і матеріалів, вдосконалення організації системної підготовки інженерних кадрів, організаційно-штатної структури інженерно-авіаційної служби військових частин авіації та системи організації інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій авіації Повітряних Сил, зокрема проблематика.*

**Ключові слова:** авіаційна техніка, повітряне судно, технологічність, технічне обслуговування, інженерно-авіаційне забезпечення, авіаційно-технічне забезпечення, логістичне забезпечення

**Мета:** 1. Мета розробки концепції – формування теоретичної основи сучасних вимог до структурних змін у системі інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій авіації ПС ЗС України.

2. Сформулювати актуальність проблеми вдосконалення організації інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій авіації Повітряних Сил в умовах формування системи логістичного забезпечення й обмеженого постачання запасних частин і матеріалів для технічного обслуговування та ремонту авіаційної техніки.

У минулому році Головнокомандувачем Збройних Сил України затверджена Доктрина Об'єднана логістика, яка є базовим керівним документом з питань логістичного забезпечення для органів військового управління ЗС України, інших складових сил оборони та застосовується у мирний час і в особливий період [4].

Відповідно до нині існуючої системи забезпечення сервісного обслуговування авіаційної техніки та озброєння військових частин авіації запасними частинами та матеріалами істотно змінюються завдання не тільки інженерно-авіаційного забезпечення (ІАЗ), а й авіаційно-технічного забезпечення (АТЗ) як складової матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) військових частин авіації [5]. При цьому нагальні вимоги структурних змін інженерно-авіаційного та матеріально-технічного забезпечення у військовій авіації обумовлюють необхідність консолідації фахівців цих двох видів забезпечення авіаційних частин при зосередженні централізованого управління в руках керівника інженерно-авіаційної служби.

### **Виклад основного матеріалу**

#### **дослідження**

**1. Аналіз результатів реформування інженерно-авіаційної служби авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.**

Стан справності авіаційної техніки військових частин авіації свідчить про те, що далі вже не можна забезпечувати бойову спроможність і боєздатність авіації за допомогою системи, яка потребує великої кількості запасних частин і матеріалів, обладнання та досвідчених фахівців-ремонтників для кожної військових частин. При чому мета функціонування структур ІАЗ і АТЗ (МТЗ) під впливом різних факторів не завжди збігаються. Тому назріла необхідність оптимізації завдань і шляхів та методів виконання їх, що надасть можливість інженерно-авіаційній службі управляти справністю (працездатністю) авіаційної техніки та підтримувати на потрібному рівні бойову спроможність і боєздатність авіації в цілому.

До останнього часу у військовій авіації роботи по відновленню авіаційної техніки (АТ) прийнято розподіляти за критеріями потрібних трудовитрат і тривалості ремонту на поточний, середній і капітальний ремонт. Такий розподіл передбачав наявність відповідно технічного обслуговування і ремонту АТ за трьома рівнями: стоянка повітряних суден, авіаційні ремонтні майстерні (АРМ) військового ремонту, авіаційні ремонтні заводи (АРЗ). Відповідно до цієї концепції, військовий ремонт був максимально наближений до місць базування повітряних суден, тривалість ремонту в майстернях була мінімальною, на стоянках була фіксована кількість запасних частин.

Проведеними останніми роками реформуванням інженерно-авіаційної служби зруйновані наземні продуктивні сили авіації ПС і виробничі відносини: авіаційні ремонтні заводи виведені з підпорядкування Управління головного інженера авіації ПС; розформована (ліквідована) виробнича база для виконання середнього ремонту АТ (ПАРМ, ВАРМ, АРМ); ремонтні комплекти запасних частин і матеріалів витрачено для підтримання справності АТ, але десятиріччями не

відновлювались; скорочено (ліквідовано) із штатів СІС один комплект підготовки керованих АЗУ “ІНГУЛ”; скорочувались посади інженерно-технічного складу військових частин авіації.

В результаті справність АТ наприкінці 2013 року знизилась до 20-22%, а інженерно-авіаційна служба виявилася не в змозі виконувати в повному обсязі задачі інженерно-авіаційного забезпечення бойової підготовки та бойових дій авіації ПС, особливо в умовах розосередженого базування, широкого аеродромного маневру авіаційних ескадрильї і бригад на Сході України, із зміною на літаках варіантів авіаційних засобів ураження – бомб і керованих ракет [1,2,7,8,10].

Аналіз скорочення посад інженерно-технічного складу військових частин показав, що на даний час вони спроможні забезпечити роботу тільки з двох (основного та оперативного) аеродромів з обмеженням можливості відновлення справності авіаційної техніки через те, що фахівці авіаТЕЧ вимушені залучатися до виконання робіт з підготовки літаків (вертольотів) до польотів в умовах розосередженого базування.

При проведенні таких реформувань інженерно-авіаційної служби (ІАС) авіації Повітряних Сил Збройних Сил України їх автори не врахували дуже повчальний досвід реформування ІАС ВПС США протягом сімдесятих років.

## **2. Аналіз досвіду реформування інженерно-авіаційної служби авіації ВПС США.**

До 1970 року льотний склад та авіаційна техніка у крилах ВПС США була підпорядкована командирі крила через його заступника з оперативних питань. Весь інженерно-технічний склад підпорядковувався начальнику ІАС і через заступника з МТЗ був підпорядкований командирі авіаційного крила.

Основними недоліками цієї організації були:

відірваність технічного складу, який обслуговує літаки, від авіаційних ескадрильї;

приниження ролі інженерно-авіаційної служби внаслідок неможливості начальника ІАС безпосередньо взаємодіяти з заступником командира крила з оперативних питань, так як всі питання вирішувались через заступника з МТЗ.

У 1970–1972 роках організація крила була змінена. Ескадрилья організаційного технічного обслуговування, яка безпосередньо займалась підготовкою літаків до вильоту і обслуговуванням їх на стоянці на протязі польотів, була виключена із підпорядкування начальника ІАС. Технічний склад був переданий в штати авіаційних ескадрильї. В підпорядкуванні начальника ІАС лишилися тільки три технічні ескадрильї (польового ремонту, озброєння та боеприпасів, обладнання літаків).

Переведення на нову організаційну структуру в 1973 році не дало очікуваних наслідків. Продуктивність праці тилу по кількості літако-вильотів за добу продовжувала лишатися низькою. Додатково до недоліків, які були раніше, з'явилися нові:

нерівномірність завантаженості технічного складу;

особовий склад підрозділів обслуговування літаків в ході польотів працював з перевантаженням, а особовий склад в ескадрильях польового ремонту, обладнання літака, озброєння і боеприпасів не був завантажений.

З метою подальшого удосконалення інженерно-авіаційної служби в 1979 році була відпрацьована нова система технічного обслуговування в тактичному (винищувальному) авіаційному крилі. Вона була призначена для збільшення кількості літако-вильотів в бойових умовах і досягнення максимальної продуктивності по кінцевому результату (кількості літако-вильотів).

Внаслідок втілення цієї системи була повністю змінена організація МТЗ крила, основні напрямки якої полягали в наступному:

технічний склад, який раніше був переданий в авіаційні ескадрильї, був повернутий до складу інженерно-авіаційної служби;

заступнику з МТЗ, крім ескадрильї постачання, були підпорядковані транспортна ескадрилья і контрольно-фінансовий відділ, які раніше знаходились у складі групи бойової підтримки;

у складі ІАС були сформовані три технічні ескадрильї (підготовки літаків до польотів, ремонту знімного обладнання та двигунів, обслуговування озброєння та наземного обладнання): організаційна структура і порядок виконання робіт цими новими технічними підрозділами були значно змінені; при плануванні і контролі технічного обслуговування стали застосовуватись електронно-обчислювальні машини (ЕОМ);

ІАС була виведена з підпорядкування заступника командира крила з МТЗ і стала безпосередньо підпорядкована командирі крила, в зв'язку з тим, що начальник ІАС став заступником командира крила з ІАС.

Таким чином, згідно оцінки командування ВПС США, проведені зміни дали позитивні результати, тому що:

1. Роль і службове положення начальника ІАС були підняті на вищий рівень – він став заступником командира крила з ІАС. Служба була виведена з підпорядкування заступника командира крила з МТЗ і стала безпосередньо підпорядкована командирі крила. Заступник командира крила з ІАС став на рівних взаємодіяти із заступником командира крила з оперативних питань, заступником з МТЗ і з командиром групи бойової підтримки.

2. Зміна системи технічного обслуговування привела до значного підвищення коефіцієнту справності літаків, росту інтенсивності їх використання без збільшення кількості особового складу.

Тобто структура управління авіаційного крила стала такою, яка показана на рис.1. Вона існує і до нині.

Авіаційна частина (крило) базується на авіаційній базі. Авіабаза ВПС США – це територія, військовий гарнізон зі всією необхідною інфраструктурою для забезпечення бойової підготовки і бойових дій авіаційної частини. Задача

авіабази – забезпечити всім необхідним життя і бойову діяльність авіаційної частини [3]. Авіаційна війська частина під керівництвом командира

виконує задачі бойової підготовки і бойових дій, не втручаючись в справи командира авіабази.

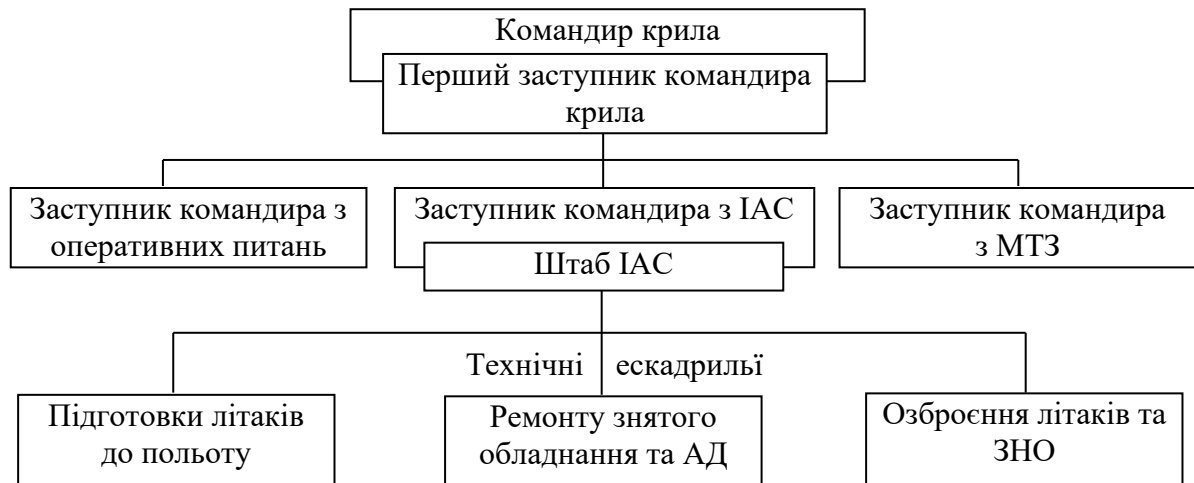


Рис. 1 Структура управління авіаційного тактичного крила ВПС США.

Командир авіабази не підпорядковується командирі авіаційної частини, у свою чергу командир авіаційної частини не підпорядковується командирі авіабази. Одночасно їх взаємодія чітко регламентована відповідними документами. Кожний з них має конкретні задачі, інфраструктуру управління і несе персональну відповідальність за доручену ділянку роботи. Льотна частина у будь-який час може бути перебазована на іншу авіабазу, на інший театр бойових дій.

Інженерно-авіаційну службу крила очолює начальник ІАС, який підпорядковується командирі крила.

Начальник ІАС здійснює управління службою через штаб ІАС, який складається з ряду відділів і відділень ІАС, що здійснюють організацію експлуатації і польового ремонту, навчання, контроль за МТЗ та управління якістю робіт, аналіз і облік повідомлень.

Відділ технічної підготовки (керівництва навчальною підготовкою) складає програми навчання, розклади занять, контролює виконання цих програм і перевіряє й оцінює знання, необхідні для виконання всього комплексу робіт з експлуатації і ремонту.

Відділ аналізу, обліку та мобільності здійснює оформлення одержаної інформації, веде її облік і звітність. При цьому аналізуються дані про ефективність застосування фахівців, організація праці, причини перевищення трудовитрат щодо нормативів і т. ін. Велику увагу приділяють аналізу інформації про інциденти та відмови АТ, що відбулися з вини особового складу ІАС, розробленню методів покращення технології та умов робіт.

Відділ планування та контролю за виконанням планів (організації експлуатації і ремонту) є основним в ІАС крила. Він складається з відділень планування, контролю за виконанням планів,

контролю за матеріально - технічним забезпеченням (планує потрібну кількість і контролює виконання заявок на запасні частини, інструмент і устаткування) і документації (планів, графіків). Відділ здійснює планування робіт, координацію діяльності підрозділів ІАС і контроль за проходженням усієї обліково-звітної документації.

У США з 1992 р почали проводити заходи щодо зниження витрат на утримання своїх збройних сил. Ці заходи торкнулися і військової авіації США. Серед них значне місце займають зміни в структурі та організації придбання, експлуатації і ремонту авіаційної техніки. Зміни торкнулися як структури вищих ешелонів командування США, так і організацію функціонування авіаційних крил. У ВПС США, на базі тих, що були раніше п'яти командувань, були сформовані три нових командування. При цьому в складі ВПС збережені всі п'ять центрів МТЗ, що здійснюють технічне забезпечення (ремонт на ремонтних базах командування тилу ВПС, заводський ремонт та модернізацію АТ на АРЗ центрів МТЗ ВПС) та матеріально-технічне забезпечення військової авіації. Ці центри беруть участь в конкурсах на отримання контрактів. Це вважається важливою справою, бо без додаткових робіт центри МТЗ ВПС США навряд чи зможуть подолати брак коштів при скороченні бюджету ВПС. ВПС США, незважаючи на зниження асигнувань на їх утримання, шляхом зміни своєї структури і організації системи управління придбанням авіатехніки, експлуатації та ремонту розраховують не тільки зберегти, але і підвищити ефективність проведені ними бойових операцій в будь-якій точці земної кулі.

### 3. Обґрунтування необхідності структурних змін інженерно-авіаційного забезпечення діяльності авіації Повітряних Сил Збройних Сил України

Такий величезний досвід реформування

системи управління авіаційного крила ВПС США слід враховувати на сучасному етапі існування ІАС авіації Повітряних Сил Збройних Сил України та реформування служб матеріально-технічного (логістичного) забезпечення особливу увагу слід приділяти спроможностям кожної авіаційної частини стосовно можливостей відновлення повітряних суден (ПС) з бойовими та експлуатаційними пошкодженнями при явно недостатній кількості дуже обмеженої номенклатури запасних частин і матеріалів. Склалась парадоксальна ситуація відсутності потрібної номенклатури запасних частин для військового ремонту сучасних ПС, коли на складах АТМ зберігаються тисячі тон практично не потрібного авіаційно-технічного майна.

Аналіз проведеного моделювання зміни стану парку ПС бригади тактичної авіації показує, що за умовою своєчасного виконання військового (поточного) ремонту при веденні бойових дій протягом семі діб при середньодобовій бойовій напрузі 2,5 вильотів бригада спроможна виконати до 300 літако-вильотів, а кількість справних ПС після завершення бойових дій буде не менш 10 одиниць. В разі неспроможності військової ремонтної мережі своєчасного виконання військового (поточного) ремонту через відсутність запасних частин і матеріалів бригада спроможна виконати тільки до 175 літако-вильотів, а кількість справних ПС після завершення бойових дій буде не більше 2 одиниць [9].

Висновок очевидний: для надання кожної авіаційної бригади можливостей своєчасно і якісно виконувати військової (поточний) ремонт потрібно не накопичення на кожному аеродромі комплектів запасних частин, а безумовне забезпечення необхідними силами і засобами військового ремонту шляхом оперативного (швидкого) фінансування закупівлі та доставляння потрібних запасних частин і матеріалів до місця знаходження пошкодженого ПС.

Такий підхід до процесу забезпечення військового ремонту ПС виключає необхідність мати на кожному аеродромі великі запаси запасних частин і матеріалів, в тому числі однакових, скорочує витрати на експлуатацію авіатехніки.

Цій процес повинен супроводжуватися скороченням інфраструктури з одночасним збільшенням відносного і абсолютного числа фахівців, які не тільки глибоко розуміють взаємозв'язки між технічною експлуатацією і ремонтом, постачанням і транспортуванням, а й здатні здійснювати відразу і те, і друге, і третє. Тобто необхідно готувати творчих фахівців широкого профілю.

Творчий фахівець – це той, хто не задовольняється існуючими способами ведення справи, прагне до нових, більш ефективних рішень проблем експлуатації військової авіаційної техніки. Здатність підтримки бази знань, що змінюється, і створення нових більш ефективних методів технічної експлуатації вимагає особливо гнучкого особового складу. Потрібні люди, які можуть

функціонувати при стислій організаційній структурі в динамічному режимі. Іншими словами, потрібні люди, які досягають успіху при змінах і можуть знайти рішення в хаосі.

Універсальність вимагає постійного процесу навчання і забування. Треба вміти відмовлятися і від насилу набутих навичок, і звичок усього життя, і, що може бути найважчим, треба вміти відмовлятися і від старих людських зв'язків, які високо цінуються. Це означає відмову від того, що люди завжди вважали “нашим суспільством”, “нашим колективом”.

Чомусь вважається, що “звуження” знань технічного складу в певній галузі підвищує їх кваліфікацію. Так поступають в цивільній авіації. У військовій авіації на практиці виявляється все не так. У бойових умовах одні фахівці вільні, інших – вкрай недостатньо, але їх не можна замінити першими. Надмірна спеціалізація заважає швидкому реагуванню на обстановку, не враховує фактор відволікання технічного складу для виконання загальновійськових обов'язків (внутрішня і вартова служба, стрілецька підготовка і т. ін.) і в підсумку робоча сила ІАС щодня розмивається на шкоду технічної експлуатації та ремонту.

Відповідно до Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України, крім робіт з технічного обслуговування силами інженерно-технічного складу авіаескадрильї здійснюється виявлення несправностей (відмов і пошкоджень), контроль за технічним станом і готовністю авіатехніки до використання за призначенням, організація своєчасного, повного і якісного технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) авіаційної техніки.

Крім того, усунення достатньо складних несправностей, які хоча відносяться до поточного ремонту, але потребують не агрегатного метода, а індивідуального метода, здійснюється фахівцями техніко-експлуатаційної частини або технічної позиції за час, передбачений планами бойової підготовки для кожного підрозділу [11].

Більшість робіт з ТОіР в частинах при фактично дворівневій системі обслуговування зводиться до перевірки блоків, до демонтажу і заміни їх силами технічного складу авіаційних частин. При цьому слід враховувати, що неминуче станеться збільшення обсягу агрегатного ремонту, розширення робіт з пошуку та усунення причин несправностей безпосередньо у військах і, що найбільш важливо, скорочення кількості блоків, що відмовили, і які направляються для ремонту на АРЗ без встановлення причин відмов.

При переході від тривірневої системи до дворівневої доцільно організувати постійний моніторинг того, що відбувається (що робиться, чому, що це дає, чим це загрожує) і оцінювати результати за умови дотримання вимог щодо військової безпеки при обмежених ресурсах.

Частину цих результатів можливо передбачити. При дворівневої системі швидше за все відбудеться зниження прямої вартості праці і матеріалів, а



також накладних витрат на інфраструктуру і персонал. Слідом за цим неминуче настане усвідомлення необхідності в інтеграції (через процес консолідації) інженерно-авіаційного та матеріально-технічного забезпечення в консолідовану структуру (функцію) інженерно-авіаційного та матеріально-технічного забезпечення для надання їм кращої керованості, динамічності, оперативності. Саме останнього, по численних публікаціях, нашої авіації так бракує.

Готових кадрів, здатних відразу брати на себе завдання консолідованої структури, звичайно, немає. Повинна бути програма навчання і підготовки особового складу, що дозволяє людям залишатися на рівні сучасних вимог і сміливо дивитися в майбутнє. Тепер будь-який фахівець повинен оновлювати свої знання кожні 4-5 років. Старіння знань різко знижує компетентність людей, їх придатність до служби і, як наслідок, збільшує витрати на всі види забезпечення. Але головне, треба відповісти на питання, який нам буде потрібен фахівець консолідованої структури: творчий, універсальний, вузького або широкого профілю?

В кінцевому підсумку навіть за допомогою простого напруги розуму можна прийти до висновку, що фахівці повинні мати універсальну підготовку, що дозволяє гнучко реагувати в непередбачених ситуаціях (непланові роботи). Слід відповідно переглянути і підготовку технічного персоналу для військової авіації, і впорядкувати систему оформлення допусків, сертифікатів до роботи на авіаційній техніці – технічний персонал повинен стати “загальним” для всіх типів повітряних суден даного роду авіації.

Інженер авіаційної частини повинен бути не просто висококваліфікованим фахівцем у своїй галузі знань. Йому, як мінімум, необхідні якості командного лідера. Інакше вся частина буде функціонувати без кваліфікованих фахівців, які контролюють процеси підготовки авіатехніки до польотів і її ремонту. Іншими словами, інженери частини повинні не тільки приділяти значну увагу реалізації вимог навчання, а й гарантувати здатність всієї частини функціонувати в безпечному режимі.

Інженеру інженерно-авіаційної служби треба бути по суті дослідником в області експлуатації техніки. Інженери частини за спеціальностями повинні мати здатність проводити дослідження в області системотехніки, ефективності, економіки і постачання. Такий ідеал! А чи є такі екстраординарні авіаційні інженери в ПС? На таких інженерів існує великий попит, але немає системи підготовки фахівців для його задоволення.

Завтрашні старші офіцери повинні розуміти всю картину інженерно-авіаційного та матеріально-технічного забезпечення, розуміти взаємозалежності між технічним обслуговуванням, постачанням і транспортуванням для обліку оптового, роздрібного та комплексного консолідованого забезпечення. Старші офіцери повинні використовувати характерні особливості

одного його елемента (такого, наприклад, як швидка доставка) для мінімізації інших елементів (таких, наприклад, як персонал ТОiP або запаси постачання).

У процесі підготовки таких офіцерів ІАС вони мають стати фахівцями з технічної експлуатації авіаційної техніки та по мірі просування по службі, повинні будуть освоювати наступну область консолідованого забезпечення для розширення свого досвіду роботи, принаймні, за двома – трьома спеціальностями, а краще за всім переліком існуючих в авіації спеціалізацій.

Основні принципи керівництва, якими повинен володіти інженер консолідованого забезпечення.

1. Знати свою роботу.
2. Правильно оцінювати свій власний рівень і прагнути до самовдосконалення.
3. Знати своїх людей, а також робити все можливе в межах своєї компетенції для їх благополуччя.
4. Забезпечувати інформованість своїх людей.
5. Подавати приклад в знанні техніки і в забезпеченні її експлуатації.
6. З'ясувати, що поставлене завдання зрозуміло людьми, контролюється і виконується.
7. Навчати своїх людей як колектив.
8. Приймати правильні і своєчасні рішення.
9. Розвивати почуття відповідальності у своїх людей.
10. Використовувати свої повноваження відповідно до їх можливостями.
11. Відповідати за свої дії.

Змінюється порядок проходження служби офіцерами консолідованого забезпечення. Нову концепцію проходження служби офіцерами консолідованого забезпечення можна представити наступною картиною (за прикладом ВПС США):

Молодші офіцери отримують першу спеціальність протягом чотирьох років, протягом наступних двох років вони проходять перехресне навчання 2-й спеціальності.

Старші офіцери через певний термін проходять перспективні “перехідні” курси, необхідні для “перекидання містка” від однієї спеціальності консолідованого забезпечення до іншої. У зв'язку з цим особи керівного складу консолідованого забезпечення не будуть називатися експлуатаційниками, постачальниками, плановиками, транспортниками або ремонтниками, а будуть називатися консолідованими фахівцями логістики з **зосередженням централізованого управління в руках керівника інженерно-авіаційної служби.**

Такий логістик, як визначалось вище, повинен готуватися за кількома спеціальностями в процесі служби шляхом перехресної системи навчання та служби на посадах різних спеціальностей (спеціалізацій). Це навчання має бути вищій пріоритет і гарантувати, що офіцери будуть готові до вирішення майбутніх інтегрованих завдань (експлуатації, постачання, транспортування) при своєму просуванні по службі.

Базова концепція підготовки таких офіцерів-логістів повинна включати спеціальні перехідні курси для відточування навичок офіцера-логістика допомогою реального застосування функцій майже в реальних сценаріях. Отримання необхідного досвіду і знань для службової зрілості очікується на 15-ому році служби (приблизно рівень підполковника).

Відмова в даний час від консолідації ІАЗ і МТЗ – є не що інше, як відмова від підвищення їх ефективності. Найбільш очевидні негативні наслідки цього можна уявити наступним списком: підвищення уразливості об'єктів консолідованого забезпечення від ударів противника, відсутність оперативної гнучкості, недостатня автономність, підвищена вартість експлуатації, залежність від повітряних вантажних перевезень, нездатність підтримувати бойові операції.

А наслідком консолідації ІАС і МТЗ з'явиться спрощення взаємодії між системою технічної експлуатації, управлінням запасами і видами доставки предметів постачання. Однак така інтеграція зажадає ретельної підготовки концепції консолідованого забезпечення, представленої документами які регламентували б керівництво всім спектром його функцій в мирний і воєнний час і які описували б потік інформації для прийняття рішень на всіх рівнях.

У цих документах необхідно:

- ідентифікувати особи, які приймають рішення;
- визначити необхідну інформацію по консолідованому забезпеченню для цих осіб;
- розробити широку концепцію зв'язку і керувати силами і коштами консолідованого забезпечення;
- виробити план дій на найближчу, середню і далеку перспективу.

Необхідний безпосередньо прив'язаний до бюджету проект консолідованого забезпечення для забезпечення готовності до технічного забезпечення військової авіації XXI століття. Основою для досліджень і розробок проекту можуть стати існуючі та перевірені часом методи і процеси планування.

У Збройних силах України сервісне обслуговування озброєння та військової техніки як комплекс робіт (заходів) з підтримки (відновлення) справного або працездатного стану зразка ОВТ і (або) відновлення його ресурсів, що проводяться у військових частинах і (або) в заводських умовах підприємством відповідно з державним контрактом. Під виконавцями залежно від виконуваних на ОВТ робіт розуміються обслуги, екіпажі, водії, фахівці військових ремонтно-відновлювальних органів та інший інженерно-технічний склад військових частин, а також виїзні ремонтні бригади підприємств, що беруть участь в технічному обслуговуванні і військовому ремонті. При цьому не слід применшувати роль фахівців, що забезпечують постачання авіаційно-технічного майна.

Хоча обов'язковою умовою реалізації запропонованих структурних змін інженерно-авіаційного забезпечення діяльності авіації

Повітряних Сил Збройних Сил України є **зосередження централізованого управління консолідованим забезпеченням в руках керівника інженерно-авіаційної служби, тому що тільки він спроможний оцінити** що відбувається із забезпеченням бойової готовності авіаційної техніки, сил і засобів ІАС (що робиться, чому, що це дає, чим це загрожує) і оцінювати результати за умови дотримання вимог щодо військової безпеки при обмежених ресурсах.

### Список використаних джерел

1. Досвід підготовки і застосування військ (сил) в ході практичної діяльності Повітряних Сил Збройних Сил України (01.03.2014–18.05.2014) // Збірник матеріалів. – В.: Командування ПС ЗС України. 2014. – 92 с.
2. Досвід підготовки і застосування військ (сил) в ході практичної діяльності Повітряних Сил Збройних Сил України (14.04.2014–26.08.2014) // Збірник матеріалів. – В.: Командування ПС ЗС України. 2014. – 62 с.
3. Доктрина об'єднаних сил НАТО АJP-01(D): довідкові матеріали / [В. М. Костяний, М. В. Гребенюк]. – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського. 2016. 130 с.
4. Доктрина Об'єднана логістика. Затверджено Головнокомандувачем Збройних Сил України 29 вересня 2020 року.
5. Правила інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. Київ, Наказ МО України від 05.07.2016 № 343.
6. Клір Джордж. Системология. Автоматизация решения системных задач ; перевод с англ. М. А. Зуева ; под ред. А.И. Горелина. – М.: Радио и связь. 1990. – 539 с.
7. Коровін І. П. Досвід інженерно-авіаційного забезпечення застосування авіації в локальних війнах та збройних конфліктах кінця XX – початку XXI сторіччя. Матеріали науково-практичного семінару “Сучасний стан та перспективи розвитку авіації Збройних Сил України у контексті змін форм та способів збройної боротьби”. – К.:НУОУ. 2014.
8. Коровін І. П. Особливості інженерно-авіаційного забезпечення застосування підрозділів авіації Повітряних Сил та авіації Сухопутних Військ ЗС України в антитерористичній операції. Матеріали науково-практичного семінару. – К.:НУОУ. 2015
9. Коровін І. П. Прогнозування зміни стану парку літальних апаратів авіаційної частини при веденні бойових дій. Розрахункова задача. – К.:НУОУ. 2015. 42 с.
10. Коровін І. П. Аналіз відмов і пошкоджень авіаційної техніки в ході АТО на сході України. Проблемні питання відновлення справності авіаційної техніки та шляхи їх вирішення. Збірник наукових праць. Проблеми застосування авіації Повітряних Сил ЗС України під час проведення операції оперативного угруповання військ (сил) з урахуванням досвіду антитерористичної операції:– Київ: НУОУ. 2016. 15 с.
11. Коровін І. П. Імовірнісні характеристики процесів інженерно-авіаційного забезпечення застосування авіації. Матеріали НПК “Перспективи розвитку військової авіації, Кооперація підприємств авіаційної промисловості з іноземними компаніями – головний напрямок співробітництва та основа створення нових зразків АТ”, 12 жовтня 2017 року. – Київ: ДНДІА. 2017. 6 с.

## Шановні колеги!

Запрошуємо до участі у науково-практичному журналі  
“Повітряна міць держави”,

Видавець: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,  
відкрите видання.

### На сторінках журналу розглядаються такі питання:

1. Питання розвитку, застосування та забезпечення Повітряних Сил Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління.

2. Питання бойового застосування військових частин та підрозділів державної авіації України, зенітних ракетних військ, радіотехнічних та спеціальних військ, радіотехнічного забезпечення та зв'язку.

3. Моделювання процесів застосування родів військ та спеціальних військ Повітряних Сил Збройних Сил України.

4. Питання розвитку перспективних засобів повітряного нападу.

5. Дослідження процесів управління та застосування пілотованої та безпілотної авіації.

6. Теоретичні основи взаємодії під час застосування військових частин та підрозділів Повітряних Сил, Сухопутних військ, Військово-Морських Сил, Десантно-штурмових військ Збройних Сил України та інших військових формувань.

7. Питання розвитку логістичного забезпечення родів військ Повітряних Сил Збройних Сил України.

8. Безпека застосування та забезпечення живучості сил та засобів родів військ та спеціальних військ Повітряних Сил Збройних Сил України.

9. Питання попередження надзвичайних ситуацій терористичного та техногенного характеру, що пов'язані з діяльністю військових частин (підрозділів) Повітряних Сил Збройних Сил України.

10. Досвід щодо проведення операцій (антитерористичних, миротворчих, Сил оборони).

11. Інноваційні процеси у галузях авіації, автомобілебудування, радіоелектроніки, радіотехніки, засобів зв'язку та АСУ, а також інформаційних технологій.

## Схема оформлення статей

**DOI** (Arial, кегль – 11 пт.)

**УДК** (Arial, кегль – 11 пт.)

**<sup>1</sup>Іванов Іван Іванович** (д-р техн. наук, професор) ← (кегль – 11 та 8 пт.)

<https://orcid.org/0000-0000-0000-000X> ← (кегль – 10 пт.)

**<sup>2</sup>Петров Іван Іванович** (канд. техн. наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0000-0000-000X>

**<sup>1</sup>Університет..., Київ, Україна**

**<sup>2</sup>Інститут..., Київ, Україна**

← (кегль – 11 пт.)

### НАЗВА СТАТТІ

(Arial, кегль – 14 пт.; накреслення – “напівжирне”, по правому краю)

Текст анотації мовою тексту статті (в даному випадку – українською). Зміст анотації має стисло і достатньо інформативно підсумовувати основні ідеї та отримані результати дослідження. Вона має бути відповідно структурована (актуальність, мета, методи, результати, рекомендації для кого ця стаття буде корисною). Розмір анотації повинен становити не менше 600-800 друкованих символів з пробілами. Зверніть увагу на те, що дані про авторів, назва, ключові слова та анотація будуть використані як метадані для опису Вашої статті, тому вони повинні максимально чітко описувати її зміст. Для більш якісного пошуку даного контенту в мережі, будь ласка, уникайте занадто узагальнених та складних формулювань, використовуйте тільки загальновідомі абрєвіатури.

**Ключові слова:** поняття1; поняття 2; поняття3. (кегль – 10 пт.)

### Вимоги до набору

**Формат документа:** docx.

**Формат аркуша:** А4 (21 × 29,7 см).

**Параметри сторінки** (відступи від краю): зліва – 3 см.; справа – 2 см.; зверху – 2 см.; знизу – 2 см.

**Шрифт статті** – Times New Roman; накреслення – пряме; кегль – 10 пт.; міжрядковий інтервал – одинарний.

**Текст статті** розташовується у два стовпчики однакової ширини – 7,75 см; відстань між стовпчиками – 0,5 см; відступ першого рядка абзацу – 0,5 см; вирівнювання – за шириною.

**Підзаголовок** – кегль – 12 пт; накреслення – напівжирне; відступів немає; вирівнювання – центроване.

**Абзаци:** виставлені автоматично

**Пробіли:** одинарні

**Абрєвіатура:** перша абрєвіатура обов'язково розшифровується

**Липки:** використовуйте тільки англійську розкладку

Не використовуйте для форматування тексту пропуски, табуляцію тощо. Не встановлюйте ручне перенесення слів, не використовуйте колонититули. Між значенням величини та одиницею її вимірювання ставте нерозривний пропуск (Ctrl + Shift + пропуск).

**УВАГА! Остання сторінка статті заповнюється**

**не менше 3/4, рекомендована парна кількість аркушів.**

**Кількість авторів – не більше трьох.**

**Набір формул:** за допомогою стандартного редактора рівнянь Microsoft Word: Вставка → Символи → Рівняння.

**Формули та опис до них рекомендовано** вставляти у таблиці (границі таблиць виставляти невидимими, формулу

вирівнювати по центру, номер формули в круглих дужках, вирівнювання по правому краю, вирівнювання в ячейках по центру). Наприклад:

$$A = \pi r^2 \quad (1)$$

де  $r$  – радіус кола

Для заміни стандартного для рівнянь шрифту *Cambria Math* необхідно виділити формулу, у вкладці *Робота з рівняннями* активувати кнопку *Звичайний текст* після цього у вкладці *Головна* обрати шрифт *Times New Roman*.

Розмір шрифту 10 пт, підрядковий та надрядковий індекс 8 пт.

Стиль формул – “прямий” для символів *Кирилицею* та “курсив” для *Латинських* символів.

Табличний заголовок (напівжирний, 10 пт.) – **обов’язковий**, в таблиці 10 пт.

Рисунки **обов’язково** супроводжуються центрованими підписаними підписами (кегель – 10).

**Не допускаються** кольорові та фонові рисунки.

Допускається розташування великих рисунків, формул та таблиць в одну колонку (до 16 см.).

## Структура рукопису

Роботу структурувати згідно з IMRAD – стандарт оформлення наукової статті. Introduction – вступ; Materials and methods – матеріали та методи; Results – результати; Discussion – обговорення. І в кінці – обов’язково Conclusions – висновки. Бібліографію оформлюють у вигляді списку, в якому є всі джерела, що згадуються протягом роботи. Їх потрібно написати в алфавітному порядку або таким чином, як вони були оформлені у тексті. Список літератури виділяється підзаголовком “Список використаних джерел” та оформлюється згідно з IEEE style (кегель – 9 пт). Рекомендовано вписувати не менше 20 посилань, і декілька з них на роботи, які були опубліковані в останні роки.

Текст статті розбивається на відповідні розділи з підзаголовками, які виділені напівжирним шрифтом.

На останньому аркуші статті після списку літератури наводяться: назва статті, прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь та вчене звання автора (співавторів), назва організації, у якій працює автор (співавтори), анотація та ключові слова українською, англійською мовами (крім основної мови статті) за нижченаведеним зразком (11 кегль (8 для наукового ступеня, звання, посади), міжрядковий інтервал – 1,0, вирівнювання – по центру). Обсяг анотації – не менше 250 слів.

## ARTICLE TITLE

<sup>1</sup>Ivan Ivanov (Doctor of Technical Sciences, Professor)  
<https://orcid.org/0000-0000-0000-000X>

<sup>2</sup>Ivan Petrov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)  
<https://orcid.org/0000-0000-0000-000X>

<sup>1</sup>University..., Kyiv, Ukraine  
<sup>2</sup>Institute..., Kyiv, Ukraine

Translation of the abstract and keywords

Після цього наводиться список літератури

### References

1. Pukhov G.E. (1990), Differential spectrums and models. [Dyferentsiini spektry ta modeli], Kyiv, Naukova Dumka, 184 p.
2. Mikheenko L.A., Nechiporuk S.A. (2011), Energy model of digital camcorder. [Enerhetychna model tsyfrovoy videokamery], Vymiriuvalna ta obchysluvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh, No. 1, pp. 150–157.
3. Voskresenskaya E.V. (2003), Legal regulation of valuation activities: dissertation. [Pravovoe regulirovanie otsenochnoi deyatel'nosti: dis. kand. yurid. nauk], St. Petersburg, 187 p.

I.Ivanov: iv@u.ua I.Petrov: petr@u.ua

Корисні посилання для здійснення транслітерації:

<http://translit.kh.ua/?passport> – автоматична транслітерація з української мови  
<http://translate.meta.ua/ua/translit/> – автоматична транслітерація з російської мови

На окремому аркуші наводяться відомості про рецензента та авторів.

**Рецензент:** Прізвище, ім’я та по-батькові; посада; вчена ступінь та вчене звання; адреса електронної поштової скриньки;

англійською мовою за зразком (9 кегль):

4. Bezrodnaya V.F. (2004), Features of civil society development in the process of politicalmodernization of Ukraine: Author's thesis. [Osobennosti formirovaniya grazhdanskogo obshchestva v protsesse politicheskoi modernizatsii Ukrainy: avtoref. dis. kand. polit. nauk], Odessa, 16 p.
5. Serdyuk T.V., Self-regulation in Ukraine: advantages and disadvantages in the current economic conditions. [Samoregulirovanie v Ukraine: preimushchestva i nedostatki v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh], available at: <http://economy.kpi.ua/ru/node/343>.

контактний телефон; ORCID ID в форматі: <https://orcid.org/0000-0000-0000-000X>

**Автор:** Прізвище, ім’я та по-батькові; посада; вчена ступінь та вчене звання; адреса електронної поштової скриньки; контактний телефон; ORCID ID в форматі: <https://orcid.org/0000-0000-0000-000X>

## Подання матеріалів

Обсяг рукопису – від 4 до 10 аркушів українською або англійською мовами.

Для публікації необхідно надіслати статтю у електронній формі (docx та pdf – копія оригіналу з відомостями щодо відсутності інформації з обмеженим доступом та підписаними всіма авторами статті кожного аркуша).

Рукопис супроводжується експертним висновком, рецензією кандидата наук (доктора філософії, доцента), витягом з протоколу засідання кафедри (відділу).

Подані матеріали автору не повертаються.

Матеріали просимо подавати через сайт журналу або до інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського за адресою: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр., 28, тел.: (044) 271-5-88, Коротину Сергію Михайловичу, каб. 1/162/1, тел.: (050)981-49-83, e-mail: SAP\_journal@nuou.org.ua.

З питань оплати звертатись до редакції.

Редколегія залишає за собою право відмови у публікації статей, що не відповідають проблематиці журналу, умовам оформлення матеріалів та у разі більше 3-х осіб авторського колективу..





**Журнал видається на базі  
Інституту авіації та протиповітряної оборони  
Національного університету оборони України  
імені Івана Черняхівського**

**Періодичність видання: 2 рази на рік**