

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПІЛОВОАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ

**Ярошенко Ярослав Віталійович**

<https://orcid.org/0000-0002-8651-4920>

**Герасименко Володимир Вікторович** (кандидат військових наук)

<https://orcid.org/0000-0003-2014-7408>

**Коротін Сергій Михайлович** (кандидат технічних наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-2123-6103>

**Мартинюк Олексій Ростиславович** (кандидат технічних наук)

<https://orcid.org/0000-0003-2578-0018>

**Блискун Олександр Євгенійович**

<https://orcid.org/0000-0002-7751-8313>

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

### КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАВДАНЬ СПІЛЬНОГО БОЙОВОГО ПОРЯДКУ ПІЛОВОАНОЇ ТА БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В ОПЕРАЦІЯХ

*У даній статті розглянуті сучасні погляди на застосування пілотованої та безпілотної авіації в майбутніх військових операціях. Проведено порівняння завдань, які може виконувати пілотована та безпілотно авіація. Здійснено класифікацію завдань для спільних авіаційних груп пілотованої та безпілотної авіації. За допомогою метода аналізу ієрархії визначено завдання, які за поглядами експертів найбільш доцільно виконувати у спільному бойовому порядку. Проведено короткий огляд щодо можливого економічного ефекту від застосування спільних авіаційних груп. Надано рекомендації щодо подальших досліджень у даній області.*

**Ключові слова:** пілотована та безпілотно авіація; спільний бойовий порядок; бойове застосування.

#### Вступ

Розвиток сучасних технологій у галузі авіації та інформаційних технологій передбачає постійні зміни в мистецтві ведення операцій. У [1] визначено основні риси збройної боротьби в майбутньому і кожна з цих рис притаманна безпілотної авіації. Так, зокрема поява безпілотних літальних апаратів (БпЛА) призвела до необхідності спільного застосування пілотованої та безпілотної авіації в ході бойових дій. Першим важливим завданням, яке покладалося на безпілотно авіацію стала розвідка. По мірі розвитку технологій розвідка в операціях переросла в систему безпілотних розвідувальних засобів, яка включає в себе різні рівні застосування від тактичного до стратегічного. Якщо у війнах ХХ ст. переважну більшість розвідувальних завдань виконувала пілотована авіація, то вже з початку ХХІ ст. ця функція поступово перейшла до безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Безпілотники стали складовою системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (С4ISR), а також без них неможливе впровадження концепції мережецентричних війн [2]. Також, з початку ХХІ ст. у США успішно проведена робота щодо створення ударних БпЛА, що започаткувало новий етап у їхнього розвитку та спровокувало зміни у

мистецтві ведення сучасних війн. Крім того продовжують з'являтися нові типи БпЛА, наприклад дозаправники в повітрі, які вже успішно проходять льотні випробування [4,5], продовжуються роботи щодо розроблення безпілотних винищувачів [6,7,8,9,10]. Тому актуальними питаннями на сьогодні залишаються, які ж завдання зможуть виконувати спільні авіаційні групи пілотованих та безпілотних літальних апаратів?

Сучасна пілотована авіація призначена для виконання значної кількості завдань [11,12,13,14], проте розвиток засобів протиповітряної оборони, які можуть виявляти та знищувати повітряні цілі на великих дальностях привів науковців та військових провідних країн світу до висновку, що необхідність збереження пілота є пріоритетною у майбутніх війнах. Саме тому, наприкінці ХХ ст. провідні країни світу задля збереження життя льотного складу та високовартісної авіаційної техніки почали застосовувати безпілотно літальні апарати для виконання у повітряних операціях завдань які не передбачали застосування зброї. Саме тоді почалась ера безпілотної авіації, на теперішній час жоден збройний конфлікт не обходиться без безпілотників. Виникає питання як ефективно поєднати пілотовану та безпілотно авіацію у сучасних збройних конфліктах та які функції вони

повинні виконувати, щоб у повній мірі реалізувати бойовий потенціал і перших, і других?

На даний час можна з впевненістю сказати, що на безпілотну авіацію покладаються значна кількість завдань, які виконує пілотована авіація [15,16], крім найбільш складної та перспективної у майбутньому місії – це повітряний бій з пілотованими та безпілотними літаками противника. Для вирішення цієї проблеми у США, наприклад, розроблено перспективні концепції Manned and Unmanned aircraft teaming (MuM-T)[17], Loyal Wingman [19,20], Next Generation Aircraft Dominance [21,22]. Також, ще не освоєний напрям повітряних перевезень особового складу безпілотниками, оскільки людина в психологічному плані ще не готова довірити себе роботизованій системі й для вирішення даного питання необхідно провести ще низку досліджень та випробувань.

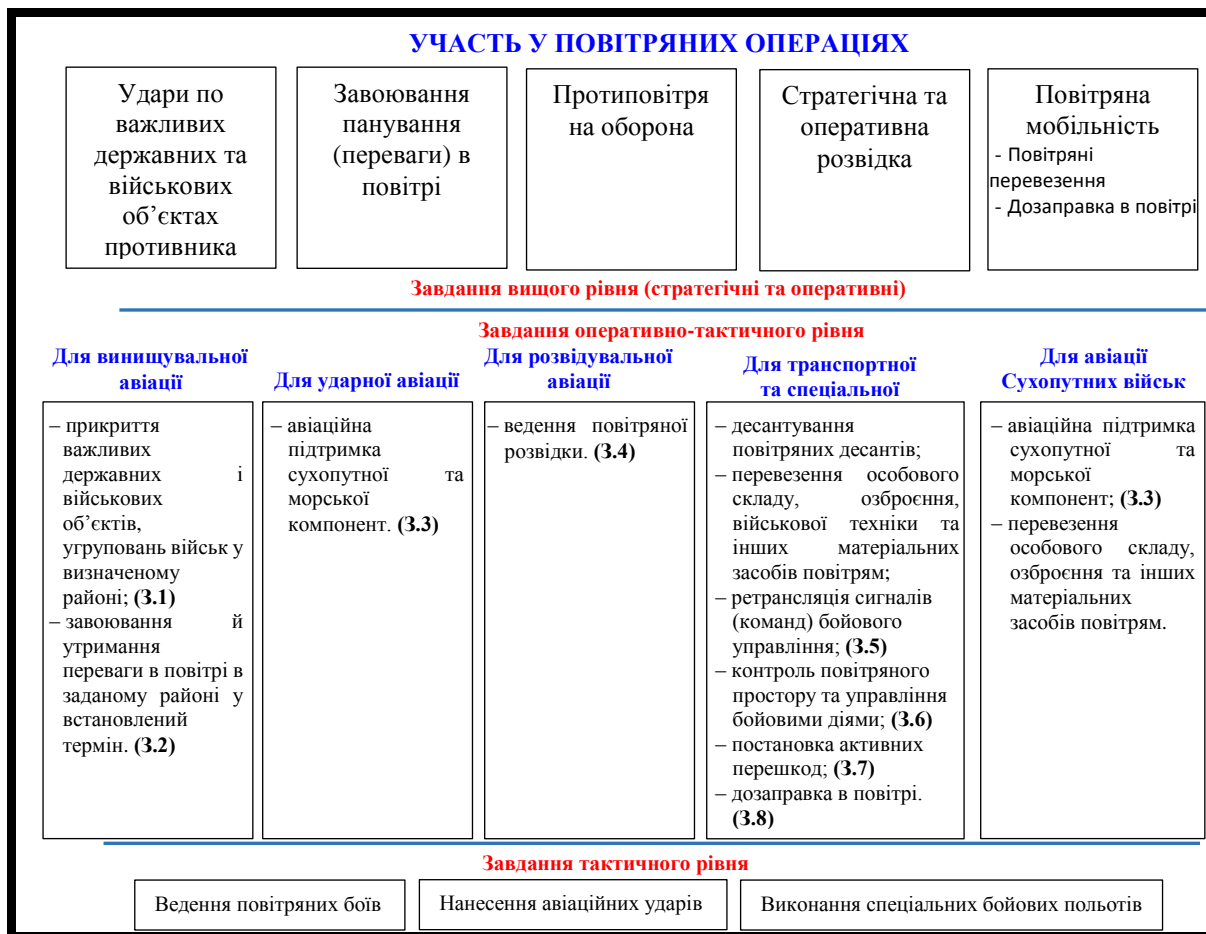
Класифікація даних завдань за групами важливості дозволить науковій спільноті зосередити увагу на перевагах та проблемах такого застосування у майбутніх операціях.

### Матеріали та методи

У даному дослідженні застосовуються наукові методи аналізу, синтезу та метод аналізу ієрархій Томаса Сааті [23].

### Результати

Розподілимо завдання, які може виконувати спільна авіаційна група пілотованих та безпілотних літальних апаратів (Спільна авіаційна група) в операціях на завдання вищого рівня (оперативні та стратегічні), оперативно-тактичні завдання та завдання тактичного рівня (Рис.1).



**Рисунок 1.** Класифікація завдань спільного бойового порядку пілотованої та безпілотної авіації в операціях

Розглянемо більш докладно завдання оперативно-тактичного рівня в наступальній операції, оскільки спільна авіаційна група – це різномірне угруповання і їх завдання значно ширші за тактичні.

За допомогою методу аналізу ієрархій визначимо завдання, яке найбільш ефективно може виконати спільна авіаційна група.

Умовно позначимо завдання, які може вирішувати авіація в наступальній операції присвоївши їм порядковий номер (див. рис. 1). Завдання, які притаманні транспортній авіації (десантування повітряних десантів та перевезення особового складу, озброєння, військової техніки та інших матеріальних засобів повітрям) винесемо в

обмеження та під час дослідження розглядати не будемо.

За 9-ти бальною шкалою порівнянь завдань [23,23, с.102] побудуємо матрицю пріоритету завдань (Табл.1). Заповнення комірок таблиці здійснюється шляхом парного порівняння параметрів відповідно до оцінок. Далі розраховуємо вектор пріоритету завдань за наступним алгоритмом: знаходимо середнє геометричне кожного рядка і записуємо їх у стовпчик 9; знаходимо суму стовпчика 9; нормуємо отриманий стовпчик до 1 (ділимо кожен його елемент у сумі і записуємо в стовпчик 10). Отримуємо вагові коефіцієнти ( $K_{важл.}$ ) прийнятих параметрів стосовно 1. Далі, для оцінки достовірності експертних оцінок необхідно розрахувати індекс узгодженості оцінок ( $EN$ ), який встановлює ступінь порушення числової та порядкової узгодженості експертних оцінок (1) [23,24]

$$EN = \frac{\lambda - n}{n - 1}, \quad (1)$$

де  $\lambda$  – число, що перевищує  $n$ , залежно від грубості експертних оцінок, тому завжди  $\lambda > n$ . При абсолютній узгодженості матриці  $\lambda = n$ .

$n$  – кількість порівнюваних елементів.

для цього: підсумовуємо елементи стовпчиків завдань та записуємо у рядок 9; перемножуємо елементи рядка 9 та стовпчика 10 та записуємо результат у стовпчик 11; підсумовуємо елементи стовпчика 11 та отримуємо  $\lambda = 8,76692$ ; знаходимо індекс узгодженості  $EN = 0.11$ . Узгодженість може бути випадковою. Її величина залежатиме від розміру матриці. Середня величина випадкової узгодженості для матриці розміром  $8 \times 8$  буде рівна  $NN = 1,41$  [23, с.107]. Розраховуємо відношення узгодженості (2)

$$IN = \frac{EN}{NN} = 0,07 \quad (2)$$

У нашому випадку ставлення узгодженості складає 7%. Вважають, що при оптимальному узгодженні  $IN$  не має перевищувати 10%, при задовільному - 20%. [24]

Таблиця 1

Матриця пріоритету завдань

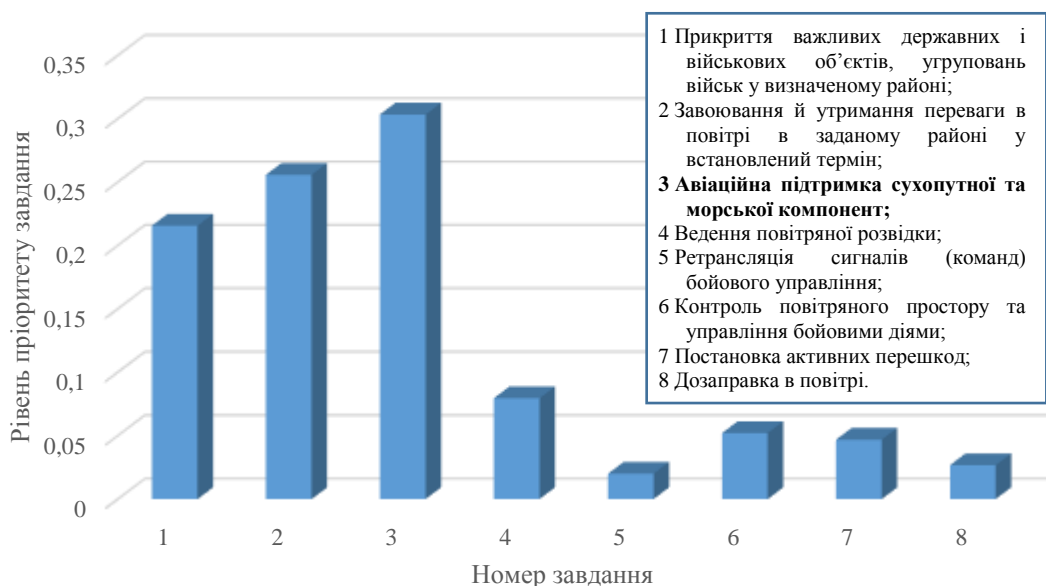
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Завдання	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	$\Sigma$ рядків	$K_{важл.}$	$\lambda$
3.1	1	0,33	0,2	3	5	1	3	7	2,9	0,21561	2,37175
3.2	3	1	1	3	9	7	5	7	3,44	0,25576	0,83123
3.3	5	1	1	5	9	7	7	7	4,08	0,30335	0,8888
3.4	0,33	0,33	0,2	1	9	1	3	3	1,07	0,07955	1,09546
3.5	0,2	0,11	0,11	0,11	1	0,33	0,33	1	0,27	0,02007	0,80297
3.6	1	0,14	0,14	1	3	1	1	1	0,7	0,05204	1,00602
3.7	0,33	0,2	0,14	0,33	3	1	1	3	0,63	0,04684	0,96772
3.8	0,14	0,14	0,14	0,33	1	1	0,33	1	0,36	0,02677	0,80297
$\Sigma$ стовпчиків	11	3,25	2,93	13,77	40	19,33	20,66	30	13,45	1	8,76692

Як видно з розрахунків найбільший пріоритет у виконанні завдань спільною авіаційною групою пілотованої та безпілотної авіації мають: авіаційна підтримка військ; завоювання й утримання переваги в повітрі в заданому районі у встановлений термін; прикриття важливих державних і військових об'єктів, угруповань військ у визначеному районі. Найменший пріоритет має завдання щодо ретрансляції сигналів (команд) бойового управління. (Рис. 2).

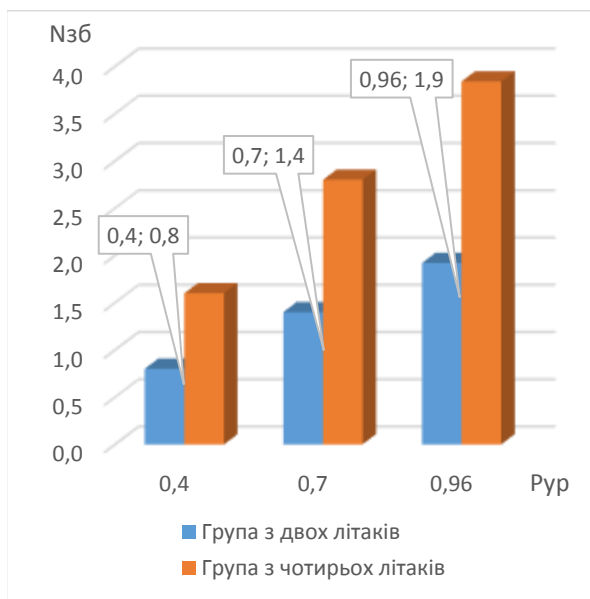
Розглянемо переваги застосування спільних авіаційних груп під час виконання завдань авіаційної підтримки. Припустимо, що нашій повітряній компоненті поставлено завдання щодо знищення командного пункту (КП) мотострілкової бригади (мсбр) противника, який імовірно буде розташований у глибині побудови бойового порядку бригади до 10 км. Припустимо, що для знищення КП мсбр умовно нам знадобиться 12 літаків Су-25, які будуть розподілені за групами

тактичного призначення (група придушення ППО – 2 літака, група дорозвідки та позначення цілей – 2 літака, ударна група – 4 літака, демонстраційна група – 2 літака, резерв – 2 літака). Крім того для ураження об'єктів переднього краю противника може залучатися авіація Сухопутних військ.

Для прикладу допустимо, що для виходу на ціль групам придушення ППО, дорозвідки та позначення цілі та ударній групі буде протистояти одна зенітна ракетна батарея ЗРК "Оса-АКМ". Даний комплекс за своїми ТТХ має ймовірність ураження цілі однією ракетою  $P_{ур} = 0,4 \dots 0,96$  [25], оскільки як правило стрільбу виконують двома ракетами, то ймовірність ураження наших літаків відповідно збільшується. Розрахуємо математичне сподівання кількості збитих літаків для вищезазначених трьох груп тактичного призначення, чотирма бойовими машинами ЗРК "Оса-АКМ", які мають кожна по 6 зенітних керованих ракет [26].



**Рисунок 2.** Діаграма пріоритетів завдань, які може виконувати спільна авіаційна група пілотованої та безпілотної авіації



**Рисунок 3.** Діаграма залежності математичного сподівання кількості збитих літаків (у групах з двох і чотирьох літаків) від ймовірності ураження ЗРК “Оса-АКМ” однією ракетою

Як видно з Рис.3, закономірно, що при збільшенні ймовірності ураження літака однією ЗРК, математичне сподівання кількості збитих літаків збільшується і буде близьке до максимальної кількості літаків у групі. Якщо розглядати це питання з економічної точки зору, то втрата навіть одного літака типу Су-25 призведе до збитку орієнтовно у 25-30 млн доларів. І можливості щоб швидко замінити таке

високовартісне озброєння та підготувати у скорочені терміни льотний склад в Україні обмежені.

Тому пропонується альтернативний варіант побудови бойових порядків, який буде включати в себе пілотовану та безпілотну авіацію[27]. Безпілотники будуть виконувати, як розвідувальні так і розвідувально-ударні функції, що зменшує ймовірність втрат пілотованих літаків та льотного складу. Крім того, вартість БпЛА Bayraktar TB2 орієнтовно складає 6-7 млн доларів, що значно зменшує збиток держави у разі його втрати, зберігає високовартісну станцію управління та зовнішнього пілота. Також даний безпілотник завдяки сучасним технологіям має на озброєнні високоточну зброю і захист від впливу засобів РЕБ, що навпаки збільшує ймовірність ураження засобів ППО противника [28].

Для Збройних Сил України, які мають на озброєнні пілотовані літаки типу Су-25, ударні вертольоти Мі-24 та розвідувально-ударні безпілотні авіаційні комплекси Bayraktar TB-2 найбільш ефективним, з економічної точки зору, буде використовувати їх у спільних бойових порядках для виконання завдань авіаційної підтримки.

### Обговорення

За результатами проведених досліджень можемо дійти висновку, що в сучасних операціях існує необхідність застосування пілотованих та безпілотних літальних апаратів у спільних бойових порядках. Розвиток технологій продовжує впроваджувати у війська роботизовані системи, і в майбутньому вони будуть автономні та приймати рішення з використанням технологій штучного

інтелекту. За допомогою метода аналізу ієрархій ми виділили завдання, які вже на даний час можуть виконуватися спільними авіаційними групами пілотованої та безпілотної авіації з більшою ефективністю, за рахунок зменшення числа втрат високовартісної техніки та льотного складу. Проблемними питаннями дослідження є те, що безпілотні літальні апарати функціонально обмежені для проведення певних завдань, оскільки, наприклад, такі функції як боротьба з повітряним противником, ще на стадії вивчення та розробки. Ці проблемні питання накладають певні обмеження у дослідженнях та не дають можливості щодо повної оцінки та виділення пріоритетних завдань для спільних авіаційних груп. Проте, як видно з дослідження завдання щодо завоювання переваги в повітрі та прикриття важливих державних та військових об'єктів, угруповань військ в майбутньому будуть мати високий пріоритет важливості. В цій області є ще місце для проведення досліджень та розвитку у майбутньому. На практиці вже в найближчих операціях та навчаннях доцільно застосовувати спільні авіаційні групи для виконання завдань авіаційної підтримки військ, що не повинно понести додаткових фінансових витрат на такі операції. Проте науковцям необхідно продовжувати досліджувати дані питання шляхом імітаційного моделювання спільних операцій та відпрацювання тактики дій таких спільних груп.

### **Висновки**

У даному дослідженні проведено об'єднання завдань, що покладаються на пілотовану та безпілотну авіацію та викладено погляди на їх спільне застосування. Їх можна застосовувати під час проведення досліджень сучасних військових операцій, особливо в частині, що стосується їх повітряних складових. Практично дані питання можливо застосовувати в ході майбутніх військових навчань та операцій, що дозволить значно розширити варіанти бойового застосування авіації Збройних Сил України. В подальшому необхідно провести більш детальний воєнно-економічний аналіз щодо економічного ефекту, який буде отриманий при застосуванні спільних авіаційних груп пілотованої та безпілотної авіації в ході бойових дій.

### **Список використаних джерел**

1. Об'єднана оперативна концепція сил оборони 2030. – Київ, ГШ ЗСУ. – 2021. – 34 с.
2. Теоретичні основи управління угрупованням військ (сил) у сучасних умовах збройної боротьби: монографія / [О.М. Загорка, А.А. Корецький, А.К. Павліковський, І.О.Загорка]; за заг. Ред. І.С. Руснака. – К. НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2020. – 248 с.
3. Close Air Support. Joint Publication 3-09.3. – 361 p.

4. Stefano D'urso. MQ-25 Stingray Tests Move Forward With First F-35C Lightning II Air-To-Air Refueling, 2021 <https://theaviationist.com/2021/09/17/mq-25-refuels-f-35/>
5. David Cenciotti. Boeing MQ-25 Stingray Tanker Drone Achieves Another First: Air-to-Air Refueling With An E-2D, 2021 <https://theaviationist.com/2021/08/19/mq-25-aar-e-2d/>
6. Безпілотний стелс Ace One: як екс-очільник ДП "Антонов" створює британсько-український ударний БПЛА, 2021 [https://defence-ua.com/weapon\\_and\\_tech/bezpilotnij\\_stels\\_ace\\_one\\_jak\\_eks\\_ochilnik\\_dp\\_antonov\\_stvorjuje\\_britansko\\_ukrajinskij\\_udarnij\\_bppla-4031.html](https://defence-ua.com/weapon_and_tech/bezpilotnij_stels_ace_one_jak_eks_ochilnik_dp_antonov_stvorjuje_britansko_ukrajinskij_udarnij_bppla-4031.html)
7. В Україні вперше показали розроблений спільно з Туреччиною безпілотний винищувач, 2020. <https://www.unian.ua/weapons/10818008-v-ukrajini-vpershe-pokazali-rozrobleniy-spilno-z-turechchinyu-bezpilotniy-vinishchuvach-foto-video.html>
8. Безпілотні винищувачі в Японії планують взяти на озброєння в 2035 році, 2021. <https://portaltele.com.ua/news/technology/bezpilotni-vynyshhuvachi-v-yaponiyi-planuyut-vzyaty-na-ozbroynnya-v-2035-rotsi.html>
9. У Туреччині анонсували безпілотний літак-«убивцю» винищувачів, 2021. <https://texty.org.ua/fragments/104162/u-turechchyni-anonsuvaly-bezpilotnyj-litak-ubyvcyu-vynyshuvachiv/>
10. Винищувач шостого покоління, 2021. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Винищувач\\_шостого\\_покоління](https://uk.wikipedia.org/wiki/Винищувач_шостого_покоління)
11. Герасименко О.І. Тактика авіації Повітряних Сил. Навчальний посібник. -К.: НАУ, 2006. – 134 с. <https://studfile.net/preview/5376215/>
12. Збройна боротьба у повітрі та космосі : підручник / М. О. Єрмошин, С. П. Ярош, Є. І. Ряполов та ін. ; за заг. ред. М. О. Єрмошина. – Х.: ХНУПС, 2019. – 496 с. : іл.
13. Доктрина Повітряні Сили Збройних Сил України. – Вінниця, КПС ЗС України, 2020. – 40 с.
14. NATO STANDARD AJP-3.3. Allied Joint Doctrine For Air And Space Operations. Edition B Version 1. - April 2016. - 100 p.
15. Радецький В. Г., Руснак І. С., Даник Ю. Г. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі: Монографія. - К.: НАОУ, 2008. -224 с.
16. Безпілотна авіація у військовій справі: кол. Монографія / С.П. Мосов, М.В. Погорецький, С.М. Салій, О.В. Селюков, А.Л. Фещенко; за ред. проф. С.П. Мосова. - Київ: Інтерсервіс, 2019. - 324 с.
17. Livio Rossetti, 2020. Manned-Unmanned Teaming. <https://www.japcc.org/manned-unmanned-teaming/>
18. Beth Stevenson. Loyal Wingman Part of the Future of Air Combat, 2019. <https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2019-06-13/loyal-wingman-part-future-air-combat>
19. Jamie Freed, 2019. Boeing unveils unmanned combat jet developed in Australia.

<https://www.reuters.com/article/us-australia-airshow-boeing-unmanned/boeing-unveils-unmanned-combat-jet-developed-in-australia-idUSKCN1QF2XT>

20. Garrett Reim, 2021. Northrop Grumman unveils Model 437 loyal wingman concept <https://www.flightglobal.com/military-uavs/northrop-grumman-unveils-model-437-loyal-wingman-concept/145407.article>

21. John A. Tirpak, 2009. The Sixth Generation Fighter <https://www.airforcemag.com/article/1009fighter/>

22. Air Force Next-Generation Air Dominance Program: An Introduction <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11659>

23. Т. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М. Радио и связь, 1993. 278 с.

24. Беспилотные авиационные комплексы: Методика сравнительной оценки боевых возможностей / М.М. Митрахович, В.И. Силков, А.В. Самков, Х.В. Бурштынская, С.А. Станкевич, В.Б. Семенов. Под общей редакцией В.И. Силкова.

- К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2012. - 288 с.; 102 рис; 73 табл.

25. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пашенко та ін. - К.: МО України, Х: ХВУ, 2003. - 368 с.:іл.

26. Тактика бомбардувальної авіації. Ч. 1. Основи тактики підрозділів бомбардувальної авіації : навч. посіб. / О. Б. Котов, О. І. Лагузов, С. А. Калкаманов, П. М. Онипченко. – Х. : ХНУПС, 2018. – 164 с.

27. В.М. Петров, А.А. Шалигін, А.Ф. Кудрявцев. Погляди на спільне застосування пілотованої та безпілотної авіації при веденні бойових дій. *Повітряна міць держави № 1(1)*. – К. НУОУ, 2021. С.126-129.

28. Я.В. Ярошенко, В.В. Герасименко, О.Є. Блискун, С.М. Базіло, Д.Р. Ікаєв. Досвід застосування безпілотної авіації у вірмено-азербайджанському конфлікті восени 2020 року. Уроки для України. *Военно-історичний вісник 2(40)*. – К.: НУОУ, 2021. – с.53-71. DOI: 10.33099/2707-1383-2021-40-2-53-71