The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

Military Science. Vol. 2 No. 4 (2024)

DOI: 10.62524/msj.2024.2.4.5

Способи оцінювання ефективності застосування ударних безпілотних літальних апаратів різного класу та обґрунтування потреб у їх закупівлі на наступний період

Олег Семененко
доктор військових наук, професор
заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту
Збройних Сил України з наукової роботи
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
e-mail: aosemenenko@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6477-3414

Віталій Бусель
начальник Центрального управління оборонних ресурсів
Генеральний штаб Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил України, 6, Київ, Україна
e-mail: Busel77vitalii@gmail.com
ORCID: 0009-0004-3043-9695

Юзеф Добровольський
кандидат технічних наук, доцент
заступник начальника кафедри військової підготовки
з навчальної роботи – начальник навчальної частини
Національний авіаційний університет
03048, вулиця Медова 1, Київ, Україна
e-mail: kataza@i.ua
ORCID: 0000-0002-1077-1402

Марія Ярмольчик
доктор філософії
начальник науково-дослідної лабораторії кафедри військової підготовки
Національний авіаційний університет
03048, вулиця Медова 1, Київ, Україна
e-mail: LinkinFan357@ukr.net
ORCID: 0000-0001-9917-0189

Олег Тарасов
кандидат військових наук, доцент
доцент кафедри військової підготовки
Національний авіаційний університет
03048, вулиця Медова 1, Київ, Україна
e-mail: tarasovo@ukr.net
ORCID:0000-0002-6763-8653

Анотація. Сучасні тенденції розвитку ударних безпілотних літальних апаратів характеризуються швидким технологічним прогресом, зокрема у сферах автономності, штучного інтелекту, підвищення дальності дії, точності ударів та стійкості до засобів радіоелектронної боротьби. Водночас, російсько-українська війна демонструє необхідність інтегрованого підходу до оцінювання ефективності цих засобів та обґрунтування потреби в їх закупівлі з урахуванням специфічних умов бойового застосування та перспектив розвитку. Зважаючи на обмежені ресурси України та високий попит на ударні безпілотні літальні апарати, виникає нагальна потреба у створенні методології оцінювання їхньої ефективності. Така методологія має враховувати як кількісні, так і якісні показники, зокрема бойову результативність, відповідність завданням, рівень технічної надійності, адаптивність до умов сучасного бойового середовища та стійкість до засобів радіоелектронної боротьби. Це дасть можливість обґрунтовано визначати пріоритети щодо закупівлі, оптимально використовувати наявний бюджет, забезпечувати прозорість і об'єктивність процесу ухвалення рішень, а також ефективно інтегрувати нові зразки техніки в загальну систему обороноздатності держави для досягнення максимальної результативності оборонних операцій і мінімізації втрат**.** Тому головною метою статті є визначення способів оцінювання ефективності застосування ударних безпілотних літальних апаратів різного класу та обґрунтування потреб у їх закупівлі на наступний період. Розроблені способи допоможуть вирішувати важливі завдання обґрунтування вибору обсягів закупівлі безпілотних літальних апаратів різних класів з урахуванням досвіду війни, що триває, або завдання розподілу виділених фінансових ресурсів на закупівлю таких апаратів. Основними результатами статті є те, що в ній: проаналізовано іноземні та національні дослідження у сфері оцінювання ефективності ударних безпілотних літальних апаратів; розкрито класифікацію та основні характеристики методів оцінювання ефективності їх застосування; розроблено два способи оцінювання ефективності бойового використання ударних безпілотних літальних апаратів: воєнно-економічний та економічний, які дозволять урахувати як стратегічні аспекти (досягнення військових цілей), так і економічні (раціональне використання ресурсів), що забезпечить оптимальне планування закупівель і використання цих систем. Матеріали статті можуть бути корисними для спеціалістів Командування Сил безпілотних систем, логістичного забезпечення та управління оборонними ресурсами.

Ключові слова: оцінювання ефективності, безпілотні літальні апарати, воєнно-економічні та економічні способи оцінювання, Збройні Сили України, забезпечення, оцінювання пріоритетності, російсько-українська війна, економічна ефективність, обґрунтування потреби, обсяги закупівлі зразків безпілотних літальних апаратів, розподіл обсягів закупівлі та фінансування.

"Плани – ніщо, планування – все".

Дуайт Д. Ейзенхауер

Introduction (Вступ)

У контексті російсько-української війни, що триває, використання ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) стало ключовим елементом сучасного ведення бойових дій. БпЛА різного класу забезпечують можливість виконання широкого спектра завдань, зокрема розвідку, корегування вогню артилерії, ураження важливих об'єктів противника, а також посилення ситуаційної обізнаності командирів на полі бою. Завдяки їх ефективному застосуванню підвищуються бойові спроможності підрозділів та скорочуються втрати особового складу [1–2].

Сучасні тенденції розвитку ударних БпЛА характеризуються швидким технологічним прогресом, зокрема у сферах автономності, штучного інтелекту, підвищення дальності дії, точності ударів та стійкості до засобів радіоелектронної боротьби. Водночас, російсько-українська війна демонструє необхідність інтегрованого підходу до оцінювання ефективності цих засобів та обґрунтування потреби в їх закупівлі з урахуванням специфічних умов бойового застосування та перспектив розвитку [3–5].

Зважаючи на обмежені ресурси України та високий попит на ударні БпЛА, виникає нагальна потреба у створенні методології оцінювання їхньої ефективності. Така методологія має враховувати як кількісні, так і якісні показники, зокрема бойову результативність, відповідність завданням, рівень технічної надійності, адаптивність до умов сучасного бойового середовища та стійкість до засобів радіоелектронної боротьби. Це дасть можливість обґрунтовано визначати пріоритети щодо закупівлі, оптимально використовувати наявний бюджет, забезпечувати прозорість і об’єктивність процесу ухвалення рішень, а також ефективно інтегрувати нові зразки техніки в загальну систему обороноздатності держави для досягнення максимальної результативності оборонних операцій і мінімізації втрат.

Методологія оцінювання ефективності ударних БпЛА – системний підхід, спрямований на комплексне аналізування показників функціональної та оперативної придатності безпілотних літальних апаратів для виконання визначених бойових завдань. Вона має передбачати багатофакторний аналіз, що враховує як технічні параметри (дальність польоту, вантажопідйомність, точність ударів, стійкість до перешкод), так і економічні аспекти (вартість одиниці, експлуатації, ремонту), а також стратегічні фактори (доступність, час поставки, логістична інтеграція). Метою є забезпечення балансу між військовими потребами та фінансовими можливостями держави, а також максимальною ефективністю застосування таких систем в умовах сучасної війни. Отже, дослідження способів оцінювання ефективності застосування ударних БпЛА різного класу та обґрунтування потреб у їх закупівлі є вкрай актуальним для посилення обороноздатності України в умовах сучасної війни [1–18].

Materials and Methods (Матеріали та методи)

Дослідження у сфері оцінювання ефективності БпЛА в іноземній літературі здебільшого зосереджуються на таких аспектах [1–18]:

Оцінювання бойової ефективності.

Наприклад, в [1] автор аналізує операційні показники БпЛА, зокрема успішність виконання завдань (влучність, ураження цілей), оперативну мобільність та швидкість реагування. Показники ефективності вимірюються у відсотках виконання бойових завдань та кількості знищених цілей.

У [3] звернено увагу на використання БпЛА у міських операціях, де ключовим показником є скорочення втрат серед цивільного населення.

Економічна ефективність.

У [5] запропоновано здійснювати аналіз вартості життєвого циклу БпЛА, що передбачає витрати на закупівлю, експлуатацію, технічне обслуговування та модернізацію. Методика дозволяє оптимізувати витрати з урахуванням тривалості використання.

Системний підхід до оцінювання.

У [3] автори акцентують увагу на необхідності впровадження автоматизованих систем аналізу даних, які оцінюють продуктивність БпЛА у реальному часі з використанням алгоритмів штучного інтелекту.

Нині українські дослідники фокусуються на специфіці використання БпЛА в умовах сучасної війни, зокрема:

Практична ефективність.

У [4] автор пропонує використовувати показники бойової результативності (кількість успішно виконаних завдань, втрати техніки та особового складу).

Адаптація до специфіки бойових дій.

У [6] автор аналізує здатність БпЛА протидіяти засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ), а також їхню стійкість до кліматичних умов.

Оптимізація закупівель.

У [10] автори досліджують методи прогнозування потреб у БпЛА різних класів на основі аналізу поточних та перспективних загроз.

Аналіз останніх досліджень за тематикою статті дозволяє визначити основні методи оцінювання ефективності застосування ударних БпЛА. Класифікація та основні характеристики методів оцінювання ефективності застосування ударних БпЛА наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Класифікація та основні характеристики методів оцінювання ефективності застосування ударних БпЛА

Класифікація	Метод	Основні показники
Кількісні методи	Оцінювання бойової результативності (коефіцієнт бойової ефективності)	Вимірюється через успішність виконання завдань (влучність, кількість знищених цілей) та скорочення втрат серед особового складу.
	Оцінювання коефіцієнта успішності операцій	Співвідношення між кількістю запланованих і виконаних завдань.
Методи економічного аналізу	Вартість життєвого циклу (Life Cycle Cost Analysis)	Включає витрати на закупівлю, технічне обслуговування, модернізацію та утилізацію.
	Вартість на одиницю знищеної цілі	Дозволяє визначити економічну доцільність використання конкретних моделей БпЛА.
	Ситуаційне моделювання (математичне моделювання)	Використання симуляцій для оцінювання ефективності БпЛА у різних бойових сценаріях, включаючи операції в міських умовах, на відкритій місцевості чи у зоні дії РЕБ.
Методи оцінювання якісних показників	Стійкість до РЕБ	Оцінюється здатність БпЛА виконувати завдання у зоні активного радіоелектронного впливу.
	Мобільність і автономність	Час підготовки до польоту, тривалість автономного виконання завдань та здатність до швидкої адаптації.
Комплексні методи	Включає інтеграцію кількісних і якісних методів із урахуванням оперативних, технічних, економічних та стратегічних факторів.	

Поєднавши іноземний досвід та українські реалії, можна створити ефективну методологію оцінювання ударних БпЛА. Використання кількісних, економічних та ситуаційних методів разом із адаптацією до умов сучасного конфлікту забезпечить обґрунтованість рішень щодо закупівлі та ефективну інтеграцію БпЛА у військову стратегію України.

Results (Результати)

В умовах сучасної війни, коли ресурси обмежені, а потреба в точній та раціональній закупівлі оборонного озброєння є критичною, необхідно застосовувати різні підходи до оцінювання ефективності бойового використання ударних БпЛА. Розроблення воєнно-економічного та економічного способів дозволить врахувати як стратегічні аспекти (досягнення військових цілей), так і економічні (раціональне використання ресурсів), що забезпечить оптимальне планування закупівель і використання цих систем.

Воєнно-економічний спосіб оцінювання враховує інтегровані показники, які поєднують бойову ефективність (успішність виконання завдань, ураження ключових цілей) з

економічними ресурсами, витраченими на їх досягнення. Він базується на аналізі співвідношення між тактичними перевагами, які надають БпЛА, і їхньою вартістю, включаючи витрати на закупівлю, експлуатацію, обслуговування та модернізацію. Цей спосіб доцільно застосовувати під час планування операцій у зонах активних бойових дій, оцінювання ефективності БпЛА у виконанні завдань, пов'язаних із ураженням стратегічних об'єктів противника, визначення оптимального співвідношення між кількістю та якістю БпЛА, необхідних для досягнення операційних цілей.

Основними умовами застосування є розроблення стратегії використання обмеженого бюджету та оцінювання варіантів застосування БпЛА у різних тактичних ситуаціях [1–11].

Економічний спосіб оцінювання зосереджений на оцінюванні ефективності з урахуванням співвідношення вартості уражених цілей і вартості витрачених ресурсів (зокрема втрачених БпЛА). За його допомогою можна об'єктивно оцінити економічну доцільність використання певних моделей БпЛА для виконання конкретних завдань. Цей спосіб доцільно застосовувати під час формування потреб у закупівлі БпЛА різного класу, залежно від типу цілей, які необхідно уразити (наприклад, високовартісні об'єкти або масові скупчення сил противника), оцінювання вартості операцій за умови використання обмеженої кількості високоточних або масових дешевих БпЛА.

Основними умовами застосування є аналіз ефективності витрат на застосування різних класів БпЛА, визначення економічно вигідних моделей для закупівлі у коротко- та довгостроковій перспективі.

Воєнно-економічний спосіб дає змогу ухвалювати стратегічно обґрунтовані рішення, враховуючи військові цілі та обмеження ресурсів.

Економічний спосіб забезпечує деталізоване розуміння рентабельності застосування БпЛА, залежно від їхньої ефективності та вартості, що є основою для раціонального використання бюджету.

Розроблення обох підходів дає можливість досягти максимальної ефективності в умовах обмежених ресурсів та змінних умов бойового середовища.

Розглянемо перший спосіб – воєнно-економічний спосіб оцінювання бойової ефективності застосування ударних БпЛА різного класу та обґрунтування потреби в їх закупівлі на наступний період.

Для визначення ефективності застосування безпілотних ударних систем (БпЛА) і обґрунтування потреби в їх закупівлі слід базуватися на показниках бойової ефективності, які враховують ключові показники, а саме:

1. Кількість виконаних завдань ($N_з$) – кількість успішно виконаних бойових операцій.
2. Знищені цілі ($N_ц$) – кількість уражених цілей.
3. Втрати ($N_{вт}$) – втрати систем у процесі операцій.
4. Вартість експлуатації ($C_{оп}$) – витрати на експлуатацію одиниці БпЛА.
5. Вартість закупівлі ($C_{зак}$) – вартість придбання системи.

Формула розрахунку ефективності БпЛА

Для оцінювання ефективності можна використати коефіцієнт ефективності бойового застосування БпЛА ($K_{еф}$):

$$K_{еф} = \frac{N_ц}{N_{вт} \cdot (C_{оп} + C_{зак})}.$$

Вищий коефіцієнт свідчить про більшу ефективність системи з урахуванням її результативності та витрат. У табл. 2 наведено приклад формування вихідних даних для здійснення обчислень. Для прикладу взято для вибору п'ять БпЛА різного типу.

Таблиця 2. Вихідні дані для здійснення розрахунків першим способом

Тип БпЛА	$N_з$	$N_ц$	$N_{вт}$	$C_{оп}$ (млн \$)	$C_{зак}$ (млн \$)
БпЛА A	150	120	10	0.5	2.0
БпЛА B	100	85	5	0.7	1.8
БпЛА C	200	180	20	0.6	3.0
БпЛА D	80	60	8	0.4	1.5
БпЛА E	50	45	3	0.3	1.0

Розрахуємо для кожного БпЛА коефіцієнт ефективності бойового застосування БпЛА $K_{еф}$ за формулою:

$$K_{еф} = \frac{N_ц}{N_{вт} \cdot (C_{оп} + C_{зак})}.$$

У табл. 3 представлено результати розрахунків за наведеними у табл. 2 вихідними даними. Результати розрахунків дозволяють визначити коефіцієнти бойової ефективності для кожного виду БпЛА.

Таблиця 3. Результати розрахунків

Тип БпЛА	Коефіцієнт бойової ефективності ($K_{еф}$)	Нормовані показники, % (відсоток закупівлі)
БпЛА A	$\frac{120}{10 \cdot (0.5 + 2.0)} = 4.8$	14,77
БпЛА B	$\frac{85}{5 \cdot (0.7 + 1.8)} = 9.44$	29,05
БпЛА C	$\frac{180}{20 \cdot (0.6 + 3.0)} = 2.72$	8,37
БпЛА D	$\frac{60}{8 \cdot (0.4 + 1.5)} = 4.0$	12,31
БпЛА E	$\frac{45}{3 \cdot (0.3 + 1.0)} = 11.54$	35,51

Сформуємо за результатами оцінювання рекомендації щодо обґрунтування пріоритетності закупівлі БпЛА різних типів. Найефективнішими є системи за коефіцієнтом: БпЛА E (11,54) та БпЛА B (9,44). Вони забезпечують найкращий баланс між результативністю та витратами. Обсяги закупівлі БпЛА різних типів визначаються нормованими показниками, наприклад: БпЛА E: Закупити більшу кількість через найвищу ефективність – 35,51%; БпЛА B: Підтримати для виконання середніх і високоризикових місій, необхідно закупити – 29,05%; БпЛА A і БпЛА D: Використовувати для менш критичних операцій; БпЛА C: Доцільно скоротити закупівлі через низький коефіцієнт. Резервний фонд: Забезпечити запасні частини і резерв для найефективніших систем.

Цей підхід дає змогу оптимізувати ресурси та підвищити ефективність бойових дій у наступному періоді.

Розглянемо другий спосіб – економічний спосіб оцінювання ефективності застосування ударних БпЛА різного класу та формування потреби в їх закупівлі на наступний період з урахуванням співвідношення вартості уражених цілей та вартості витрачених БпЛА.

Для врахування кількості та вартості власних безпілотних засобів, а також кількості та вартості уражених об'єктів противника можна використати розширену формулу бойової ефективності. Це дозволить оцінити не лише кількість уражених цілей, а й економічну вигоду (або співвідношення витрат до досягнених результатів). Для розрахунку запропоновано формулу коефіцієнта бойової ефективності ($K_{\text{еф}}$):

$$K_{\text{еф}} = \frac{\sum(N_{\text{ц}}+V_{\text{ц}})}{\sum(N_{\text{бпла}}\cdot(C_{\text{оп}}+C_{\text{зак}}))},$$

де: $\sum(N_{\text{ц}} \cdot V_{\text{ц}})$ – загальна вартість уражених об'єктів противника; $N_{\text{ц}}$ – кількість уражених об'єктів; $V_{\text{ц}}$ – середня вартість одного ураженого об'єкта (наприклад, техніка, склади, позиції); $\sum(N_{\text{бпла}} \cdot (C_{\text{оп}} + C_{\text{зак}}))$ – загальна вартість використаних власних БпЛА; $N_{\text{бпла}}$ – кількість використаних БпЛА; $C_{\text{оп}}$ – вартість експлуатації одиниці БпЛА; $C_{\text{зак}}$ – вартість закупівлі одиниці БпЛА.

Чим вищий $K_{\text{еф}}$, тим більш ефективна система з точки зору витрат і досягнених результатів. У табл. 4 наведено приклад формування вихідних даних для здійснення розрахунків. Для прикладу взято для вибору п'ять БпЛА різного типу.

Таблиця 4. Вихідні дані для проведення розрахунків другим способом

Тип БпЛА	$N_{\text{бпла}}$	$C_{\text{оп}}$ (млн \$)	$C_{\text{зак}}$ (млн \$)	$N_{\text{ц}}$	$V_{\text{ц}}$ (млн \$)
БпЛА A	10	0.5	2.0	15	1.5
БпЛА B	5	0.7	1.8	20	1.8
БпЛА C	20	0.6	3.0	30	1.0
БпЛА D	8	0.4	1.5	10	2.5
БпЛА E	3	0.3	1.0	8	3.0

Нижче розкрито результати розрахунків $K_{\text{еф}}$:

1. Загальна вартість уражених об'єктів ($\sum(N_{\text{ц}} \cdot V_{\text{ц}})$):
   - БпЛА A: 15·1.5=22.5;
   - БпЛА B: 20·1.8=36.0;
   - БпЛА C: 30·1.0=30.0;
   - БпЛА D: 10·2.5=25.0;
   - БпЛА E: 8·3.0=24.0.
2. Загальна вартість використаних БпЛА ($\sum(N_{\text{бпла}} \cdot (C_{\text{оп}} + C_{\text{зак}})$):
   - БпЛА A: 10·(0.5+2.0)=25.0;
   - БпЛА B: 5·(0.7+1.8)=12.5;
   - БпЛА C: 20·(0.6+3.0)=72.0;
   - БпЛА D: 8·(0.4+1.5)=15.2;
   - БпЛА E: 3·(0.3+1.0)=3.9.
3. Коефіцієнт ефективності ($K_{\text{еф}}$):
   - БпЛА A: $K_{\text{еф}} = \frac{22.5}{25.0} = 0.9$;
   - БпЛА B: $K_{\text{еф}} = \frac{36.0}{12.5} = 2.88$;
   - БпЛА C: $K_{\text{еф}} = \frac{30.0}{72.0} = 0.42$;

- БпЛА D: $K_{\text{еф}} = \frac{25.0}{15.2} = 1.64$;
- БпЛА E: $K_{\text{еф}} = \frac{24.0}{3.9} = 6.15$.

Сформуємо за результатами оцінювання рекомендації щодо обґрунтування пріоритетності закупівлі БпЛА різних типів. Найбільш пріоритетними системами для закупівлі є БпЛА E (6,15) і B (2,88), які демонструють найвищу економічну ефективність. Скорочення закупівель: БпЛА C має низький $K_{\text{еф}}$ (0,42), що свідчить про значні витрати за низької результативності. Тобто опис застосування БпЛА можна представити таким чином: БпЛА E – доцільно використовувати для високовартісних цілей противника; БпЛА B – необхідно залучати для різноманітних завдань середнього рівня; БпЛА A і D – більш доцільно застосовувати для підтримуючих операцій, оскільки їхня ефективність нижча, але в межах прийнятної.

Запропонований підхід дозволяє економічно обґрунтовано здійснювати вибір і планування закупівель з урахуванням ефективності застосування БпЛА та економічної доцільності їх застосування.

На рис. 1 наведено результати оцінювання пріоритетності розподілу обсягів закупівлі БпЛА, отримані розрахунки можуть також характеризувати розподіл фінансових ресурсів на закупівлю БпЛА різних класів та вартості.

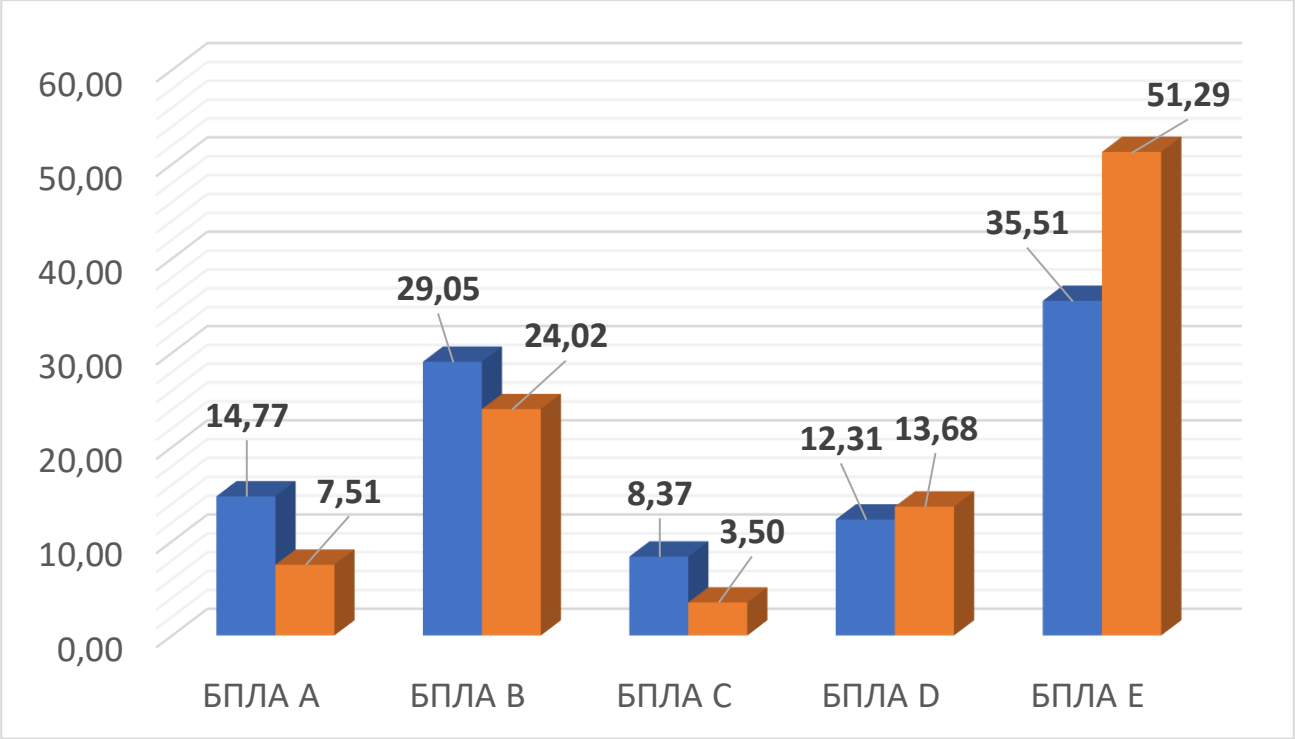


Рисунок 1. Результати оцінювання пріоритетності розподілу обсягів закупівлі БпЛА (розподілу фінансових ресурсів на закупівлю БпЛА)

Обговорення (Discussions)

Основними тезами розкритого у статті матеріалу можна вважати те, що:

– для оцінювання ефективності ударних безпілотних систем використовуються коефіцієнти, що враховують кількість уражених цілей, витрати на експлуатацію, втрати техніки, а також вартість уражених об’єктів противника. Розрахунки базуються на аналізі статистичних даних щодо бойового застосування БпЛА, що дає змогу визначити доцільність

закупівлі кожного типу систем;

– традиційний підхід доцільно застосовувати для тактичного рівня аналізу, акцентуючи увагу на бойовій результативності та витратах на техніку. Розширений підхід враховує економічну доцільність через порівняння вартості власних ресурсів із вартістю уражених об'єктів противника, що є критично важливим для стратегічного планування;

– найефективнішими є системи, які забезпечують максимальну кількість уражених цілей за мінімальних витрат, наприклад, БпЛА з високою економічною віддачею (низька вартість експлуатації, висока ефективність ураження цілей). Низькоефективні системи варто використовувати в операціях з меншими вимогами до бойового навантаження або скоротити їхні закупівлі;

– традиційний підхід є доцільним для короткотермінових операцій або аналізу ефективності в обмеженому масштабі. Розширений підхід є оптимальним для обґрунтування стратегічних закупівель на основі комплексного аналізу результативності та економічних показників.

Висновок (Conclusion)

У статті розглянуто способи оцінювання ефективності застосування безпілотних ударних систем. Головні особливості порівняння запропонованих методів полягають у тому, що використання коефіцієнта ефективності (коефіцієнта бойової ефективності) дозволяє оцінити бойову ефективність безпілотних ударних систем на основі кількості уражених цілей, витрат на експлуатацію та закупівлю, а також кількості власних втрат. Розширена формула, яка враховує вартість уражених об'єктів противника, забезпечує більш комплексне оцінювання, додаючи економічний контекст до бойових результатів.

Традиційний підхід (перший – воєнно-економічний метод) є доцільним для швидкого оцінювання бойових можливостей та визначення пріоритетності систем для типових операцій.

Розширений підхід (другий – економічний метод) є більш ефективним, коли необхідно обґрунтувати економічну доцільність використання різних БпЛА. Цей підхід особливо важливий для планування бюджету та стратегічного розподілу ресурсів.

Традиційний підхід є доцільним для тактичного рівня аналізу (наприклад, планування операцій на короткий період).

Розширений підхід рекомендовано для стратегічного рівня, де важливим є економічний ефект від використання систем.

Перспективами подальших досліджень можна вважати:

по-перше – удосконалення моделей оцінювання, а саме: інтеграція додаткових факторів, таких як оперативна гнучкість систем, можливість їхньої адаптації до різних умов та ефективність в умовах РЕБ; використання машинного навчання для аналізування великих обсягів бойової статистики та прогнозування ефективності різних систем у майбутніх конфліктах;

по-друге – удосконалення процедур розрахунку вартості систем та їх застосування шляхом використання особливостей методу воєнно-економічного аналізу, а саме: дослідження впливу масштабів виробництва на вартість закупівлі та експлуатації БпЛА; розрахунок окупності інвестицій у розроблення нових безпілотних систем із більшою ефективністю;

по-третє – удосконалення процесу вивчення оперативного середовища, а саме: аналізування впливу погодних, географічних та інших зовнішніх факторів на ефективність різних класів БпЛА; дослідження можливостей синергетичного застосування БпЛА різних типів для підвищення загальної ефективності;

по-четверте – технологічний розвиток, а саме: впровадження штучного інтелекту для автономних рішень на полі бою; розроблення економічних ударних БпЛА з модульною конструкцією для різних завдань.

Ефективність безпілотних ударних систем залежить від вибору методики оцінювання, яка має відповідати стратегічним і тактичним цілям. Розширений підхід з акцентом на економічну доцільність стає ключовим інструментом у плануванні закупівель. Подальші дослідження має бути зосереджено на створенні інноваційних методів оцінювання, враховуючи технологічний розвиток та потреби сучасних конфліктів.

Acknowledgments (Подяки)

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів за тематикою статті.

Використані джерела (References)

1. Anderson, P. (2022). Unmanned Aerial Systems: Evaluating Operational Effectiveness in Modern Warfare. *Journal of Defense Studies*, *15* (4), 45–68.
2. Бойко, С. (2023). Особливості застосування ударних БПЛА в умовах сучасних бойових дій. *Вісник військової науки України*, *6* (48), 34–49.
3. Cummings, M. L., & Roy, N. (2021). Autonomy and Decision-Making in Unmanned Aerial Systems: Ethical and Operational Considerations. *Defense Technology Journal*, *14* (2), 112–130.
4. Гончарук, А. (2022). Системний аналіз ефективності ударних БПЛА в зоні бойових дій. *Зб. наук. пр. Нац. ун-ту оборони України*, *28*, 56–72.
5. Taylor, J. P. (2023). Cost-Benefit Analysis of Drone Acquisitions for Military Operations. *International Journal of Defense Economics*, *19* (3), 75–95.
6. Соловей, І. (2021). Технологічний розвиток ударних БПЛА: перспективи для України. *Техніка і технології війни*, *12*, 21–38.
7. Braun, T., & Schneider, R. (2020). The Role of Small Tactical Drones in Urban Warfare. *Military Technology Review*, *9* (6), 88–104.
8. Кравченко, В. (2023). Використання безпілотників різного класу в оборонних операціях: український досвід. *Зб. досліджень оборонної стратегії України*, *10*, 45–67.
9. Sweeney, K., & James, P. (2022). Operational Metrics for Unmanned Combat Aerial Vehicles in Asymmetric Warfare. *Aerospace and Defense Review*, *11* (5), 102–118.
10. Олійник, М. (2023). Оцінювання ефективності використання БПЛА у сучасній війні: виклики та рішення. *Військово-науковий огляд*, *14*, 15–30.
11. Wilson, R. (2023). Drones in Modern Conflict: Assessing Performance and Future Trends. *Global Security Journal*, 7 (2), 63–82.
12. Дорошенко, Т. (2022). Методологічні аспекти закупівлі ударних БПЛА в умовах обмежених ресурсів. *Оборонні ресурси України*, *9*, 52–70.
13. Chappell, L. (2023). Challenges of Evaluating Combat Effectiveness in Drone Warfare: A Comparative Analysis. *International Law Journal*, *42* (3), 120–145.
14. Miller, D. (2021). Technological Innovations in UAV Systems: Implications for Future Military Procurement. *Defense Industry Quarterly*, *18* (1), 35–54.
15. Ковальчук, О. (2023). Інтеграція ударних БПЛА в оперативне планування ЗСУ. *Зб. матер. наук.-практ. конф. Нац. акад. оборони України*, *7*, 98–115.

The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

Military Science. Vol. 2 No. 4 (2024)

Assessment methods for the effectiveness of strike unmanned aerial vehicles employment across various classes and justifying the need for their procurement for the upcoming period

Oleh Semenenko
Doctor of Military Sciences, Professor
Deputy Commandant of the Central Research Institute
of the Armed Forces of Ukraine for scientific work
The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
03049, Povitrianykh Syl avenue, 28 B, Kyiv, Ukraine
e-mail: aosemenenko@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6477-3414

Vitalii Busel
Head of the Central Defence Resources Directorate
General Staff of the Armed Forces of Ukraine
03168, Povitrianykh Syl Avenue, 6, Kyiv, Ukraine
e-mail: Busel77vitalii@gmail.com
ORCID: 0009-0004-3043-9695

Yuzyf Dobrovolskyi
Candidate of technical sciences (PhD), associate professor
Deputy Head of the Academic Affairs Military Training Department
National Aviation University
03048, Medova Street, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: kataza@i.ua
ORCID: 0000-0002-1077-1402

Mariia Yarmolchyk
Doctor of Philosophy
Head of the Research Laboratory of the Military Training Department
National Aviation University
03048, Medova Street, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: LinkinFan357@ ukr.net
ORCID: 0000-0001-9917-0189

Oleh Tarasov
Candidate of Military Sciences (PhD), Associate Professor
Military Training Department
National Aviation University
03048, Medova Street, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: tarasovo@ukr.net
ORCID:0000-0002-6763-8653

Abstract. Current development trends within strike unmanned aerial vehicles are characterised by rapid technological progress, particularly in the areas of autonomy, artificial intelligence, increased operating range, strike accuracy, and resistance to electronic warfare. At the same time, russia-Ukraine war demonstrates the integrated approach necessity for assessing the

effectiveness of this materiel and justifying the need for their procurement, taking into account the specific conditions of combat employment and development prospects. Considering Ukraine's limited resources and high demand for strike unmanned aerial vehicles, there is an urgent need to create a methodology for assessing their effectiveness. Such a methodology should take into account both quantitative and qualitative indicators, including combat effectiveness, mission compliance, technical reliability level, adaptability to the modern combat environment, and resistance to electronic warfare. This will provide an opportunity to set procurement priorities in a reasonable manner, make optimal use of the available budget, ensure transparency and objectivity in decision-making process, and effectively integrate new models of armaments into the overall system of the state's defence capability to maximise the effectiveness of defence operations and minimise losses. Therefore, the main purpose of the article is to identify assessment methods for the effectiveness of various classes strike unmanned aerial vehicles employment and to justify the needs for their procurement for the upcoming period. The developed methods will help to address important choice justification tasks for the procurement volumes of unmanned aerial vehicles across different classes, taking into account the experience of the ongoing war, or allocation tasks regarding the financial resources issued for the procurement of such devices. The main results of the article is that has: analysed foreign and national researches in the field of assessing the strike unmanned aerial vehicles effectiveness; revealed the classification and main characteristics of assessment methods for the effectiveness of their employment; developed two assessment methods for the combat effectiveness of strike unmanned aerial vehicles: military and economic, which will allow taking into account both strategic aspects (military objectives achievement) and economic aspects (rational resource use), which will ensure optimal planning of these systems use and procurement. The article may be useful for specialists of the Unmanned Systems Command, logistics and defence resource management.

Keywords: effectiveness assessment, unmanned aerial vehicles, military and economic methods of assessment, the Armed Forces of Ukraine, logistics, priority assessment, russia-Ukraine war, economic efficiency, justification of the need, procurement volume of unmanned aerial vehicle samples, distribution of procurement volume and financing.