The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

Military Science. Vol. 3 No. 2 (2025)

DOI: 10.62524/msj.2025.3.2.16

Аналіз та оцінювання факторів, які впливають на ефективність застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях)

Андрій Мельниченко
ад'юнкт
Національний університет оборони України
03049, проспект Повітряних Сил, 28, Київ, Україна
e-mail: gatling.511@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6072-4989

Анотація. Прогресивне збільшення кількості та якості безпілотних систем (комплексів) у військовому конфлікті надає нові можливості для підвищення ефективності ведення операцій (бойових дій) і мінімізації втрат серед військовослужбовців. З огляду на розвиток військових технологій, безпілотні системи (комплекси) стали одним із визначальних аспектів сучасної війни [1–3]. Тому оцінювання ефективності застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях) стає нагальним завданням для органів військового управління, а проведення аналізу та оцінювання факторів, які впливають на ефективність такого застосування, є першочерговим завданням [4–6].

Отже, головною метою статті є визначення та оцінювання основних факторів, які впливають на ефективність застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях). У запропонованій статті такі фактори поділяються на дві групи: зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на ефективність розвитку безпілотних систем у Збройних Силах України, та фактори, які впливають на ефективність застосування частин (підрозділів) безпілотних систем в операціях (бойових діях).

Розгляд та оцінювання впливу зовнішніх і внутрішніх факторів першої групи сприяє удосконаленню стратегічного планування розвитку оборонних технологій з урахуванням безпілотних систем, забезпеченню ефективного виконання оборонних завдань, досягненню стратегічних цілей національної безпеки України, розширенню міжнародного співробітництва у сфері безпілотних систем та підвищенню боєздатності Збройних Сил України загалом. Оцінювання таких факторів здійснювалось з використанням методу попарних порівнянь, що дозволило отримати нормалізовану вагу кожного фактора. Аналізування та оцінювання впливу факторів другої групи сприяє підвищенню ефективності застосування частин (підрозділів) безпілотних систем в операціях (бойових діях) у складі угруповань військ (сил), а також визначенню раціонального складу угруповань військ (сил), що включають безпілотні системи (комплекси).

Крім того, у статті визначено та класифіковано фактори, які впливають на ефективність застосування безпілотних систем (комплексів) за різними ознаками та напрямами, розроблено формалізоване їх представлення у вигляді об'єднаних груп факторів та рейтингових діаграм за пріоритетністю (важливістю).

За допомогою аналізу та оцінювання впливу факторів на ефективність застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях) є можливість виявити критичні проблеми застосування безпілотних систем, визначити пріоритети розвитку безпілотних систем (комплексів) та забезпечити оптимальне використання обмежених ресурсів для їх виробництва. Це є особливо важливим в умовах, коли Україна змушена вести війну асиметричними методами, використовуючи інноваційні рішення технологічної переваги для протидії агресору.

Ключові слова: асиметричні методи, безпілотні системи, бойові дії, ефективність застосування безпілотних систем, інноваційні рішення, операції, органи військового управління, оцінювання факторів впливу, частини (підрозділи) безпілотних систем.

Вступ (Introduction)

Досвід застосування Збройних Сил України (ЗС України) та інших складових сил оборони України в умовах збройної агресії з боку російської федерації свідчить про необхідність вироблення нових підходів до оцінювання ефективності застосування безпілотних систем (БпС) в операціях (бойових діях) угруповань військ (сил), зокрема в оборонній операції [3], [7–10]. Наявні теорії і практики оцінювання ефективності застосування засобів озброєння і військової техніки (ОВТ) зосереджуються на визначенні набору кількісно-якісних показників (характеристик), які впливають на визначення (розрахунок) бойового потенціалу таких зразків, їхніх вогневих та ударних можливостей [6], [11], [12]. Однак дослідження факторів, що впливають на оцінювання ефективності застосування БпС у рамках ведення операцій (бойових дій), потребує врахування неформальних процедур (досвіду, раціонального вибору, передбачення, кореляції), які стосуються оперативного мистецтва (форм та способів застосування) [4]. Тому сьогодні, коли активно змінюються тактика та стратегія бойових дій (операцій), способи застосування зразків ОВТ, особливого значення набуває врахування нових факторів, які впливають на ефективність застосування БпС в операціях (бойових діях) [1], [3], [13–15].

Визначення та оцінювання основних факторів (зовнішніх, внутрішніх), які суттєво впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України та на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС в операціях угруповань військ (сил), дозволить оцінити фактори, які впливають на ефективність застосування БпС в операціях (бойових діях) загалом.

Тенденції розвитку безпілотних систем вказують на те, що їх застосування буде лише розширюватися, охоплюючи все більше факторів впливу на ефективність ведення операцій (бойових дій) [5], [13]. Це підкреслює нагальність статті та її спрямованість на визначення основних факторів ефективності розвитку БпС. Адже стрімкий розвиток застосування БпС довів не лише їхній вагомий внесок, а й необхідність їх масштабування в майбутньому [8], [16]. Розвиток та масштабування безпілотних систем на безпілотні авіаційні комплекси, наземні роботизовані комплекси та морські безекіпажні комплекси у складі ЗС України дасть можливість отримати істотну перевагу над противником, порівнюючи бойові можливості відповідних військових формувань у повітрі, на суші та на морі [4]. Крім того, нині важливим напрямом розвитку Сил БпС є поглиблення інтегрованості БпС у структуру збройних сил з метою досягнення синергетичного ефекту [14], [17].

Досвід бойових дій в Україні показав, що ефективне використання БпС може суттєво впливати на успіх оборонних або наступальних операцій. Більше того, постійна еволюція загроз і тактик ведення бойових дій вимагає постійного вдосконалення існуючих підходів до використання підрозділів БпС, особливо в умовах багаторівневої оборони, високої щільності сил противника та необхідності оперативної зміни тактики застосування частин (підрозділів) БпС з урахуванням нових факторів впливу [6], [7], [10].

Дослідження за обраною тематикою дозволить охопити великий спектр як нових, так і критично важливих зовнішніх та внутрішніх факторів впливу на ефективність застосування БпС в операціях (бойових діях), а їхнє оцінювання сприятиме зниженню економічних та матеріальних втрат ЗС України й держави в цілому [18]. Таким чином, аналізування та оцінювання факторів, які впливають на ефективність застосування БпС в операціях (бойових діях), є вкрай актуальними як з практичної точки зору – для забезпечення оборони України шляхом ефективного застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях), так і

з наукової – для підвищення ефективності розвитку БпС та адаптації їх до умов сучасного поля бою.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Аналіз бойового досвіду застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях) доводить широкі можливості БпС на сучасному полі бою, а систематизація та узгодженість їх застосування збільшують внесок засобів БпС у результати бою (бойових дій). Водночас, сучасний стан розвитку БпС показує зростаючі перспективи їх масштабування у ЗС України в майбутньому, збільшення ролі в операції (бойових діях), інтеграції новітніх технологій у галузі штучного інтелекту, автономності та високоточних боєприпасів [3–10]. Тому визначення та оцінювання основних факторів (зовнішніх, внутрішніх), які суттєво впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України та на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях), дозволить обґрунтовувати як перспективне, так і безпосереднє застосування БпС в операціях (бойових діях), здійснювати оцінювання ефективності такого застосування.

Зовнішніми факторами, які впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України, варто вважати: постійну зміну характеру військових загроз, включаючи засоби радіоелектронної боротьби противника; міжнародну підтримку у вигляді постачання сучасних технологій та інвестицій; геополітичну ситуацію, яка впливає на можливості міжнародного співробітництва та санкції щодо противника; технологічну конкуренцію на глобальному рівні, яка вимагає постійного оновлення технологій і підходів.

Серед внутрішніх факторів, які впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України, варто виділити: обмеження у фінансуванні та ресурсах, які спрямовуються на розроблення та впровадження БпС; рівень технологічного потенціалу України, включаючи доступ до наукових досліджень і розробок; організаційно-кадрові питання, зокрема підготовку операторів БпС та технічного персоналу; взаємодію між державним сектором, приватними компаніями та науковими установами; забезпечення інтеграції БпС у загальну систему управління та бойових дій.

Оцінювання впливу цих факторів дозволяє виявити критичні проблеми, визначити пріоритети розвитку та забезпечити оптимальне використання обмежених ресурсів [18–22]. Це є особливо важливим в умовах, коли Україна змушена вести війну асиметричними методами, використовуючи інноваційні рішення для протидії агресору [17].

Крім того, результати такого дослідження сприятимуть [1], [18]:

удосконаленню стратегічного планування розвитку оборонних технологій;

підвищенню боєздатності ЗС України;

розширенню міжнародного співробітництва у сфері БпС.

Отже, оцінювання впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на ефективність розвитку БпС у ЗС України є нагальним завданням для забезпечення ефективного виконання оборонних завдань та досягнення стратегічних цілей національної безпеки України.

Результати оцінювання основних зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України, наведено в табл. 1.

Отже, для підвищення ефективності розвитку БпС необхідний комплексний підхід, який враховує вплив як зовнішніх, так і внутрішніх факторів. Подальший аналіз таких факторів дозволить оптимізувати стратегічні рішення та розподіл ресурсів у коротко- та довгостроковій перспективах.

Застосування методу попарних порівнянь дасть можливість оцінити вагомість кожного фактора шляхом їх порівняння у парах [19]. Загалом оцінювання групи зовнішніх факторів, внутрішніх та їхньої сукупності наведено в табл. 2, табл. 3 та табл. 4 відповідно.

Таблиця 1. Оцінювання основних зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України

п. н.	Назва фактора	Характеристика фактора	Особливості впливу	Рівень впливу
Зовнішні фактори				
1	Технологічний прогрес у галузі безпілотних систем	Розвиток інноваційних технологій, таких як штучний інтелект, автономні системи, нові матеріали, сенсори та комунікаційні системи	Визначає рівень оснащеності та модернізації підрозділів	Високий
2	Дії супротивника	росія активно застосовує РЕБ, кібернетичні засоби та високоточну зброю для протидії українським БпС	Необхідність розроблення стійких до впливу РЕБ систем і адаптивних стратегій застосування	Високий
3	Міжнародна військова допомога	Постачання БпС, комплектуючих, програмного забезпечення та тренувальних програм від партнерів України	Визначає рівень оснащеності та модернізації підрозділів	Високий
4	Глобальна конкуренція та ринок	Боротьба провідних країн за технологічне лідерство в розробленні безпілотних систем	Доступ до нових технологій може бути обмежений через політичні або економічні бар'єри	Середній
5	Міжнародна правова база	Регулювання використання БпС у військових операціях, експортні обмеження, контроль технологій	Обмежує можливості закупівлі або модернізації	Середній
6	Підтримка союзників і коаліцій	Надання доступу до військових тренувань, спільних навчань і технологічного співробітництва	Забезпечує розвиток компетенцій та інтеграцію у міжнародні оборонні стандарти	Високий
7	Геополітична ситуація	Напруженість у регіоні Чорного моря, зростання загроз із боку рф	Визначає оперативні пріоритети для БпС	Високий
Внутрішні фактори				
8	Рівень фінансування	Бюджетні обмеження впливають на розроблення, виробництво та обслуговування БпС	Недостатнє фінансування гальмує реалізацію перспективних програм	Високий
9	Технологічний потенціал оборонної промисловості	Наявність локальних виробників БпС та їхній рівень технологічної спроможності	Визначає можливість оперативного виробництва та модернізації систем	Середній
10	Рівень підготовки персоналу	Кваліфікація операторів, технічного персоналу та командного складу	Низька кваліфікація зменшує ефективність застосування БпС	Високий
11	Організаційна структура підрозділів	Наявність чітких структур для управління та підтримки БпС	Визначає оперативність ухвалення рішень та управління ресурсами	Середній
12	Інтеграція в бойові процеси	Здатність БпС працювати у взаємодії з іншими засобами та підрозділами	Відсутність інтеграції зменшує тактичний потенціал	Високий
13	Інфраструктурна підтримка	Наявність технічних баз, станцій обслуговування, логістичних центрів	Недостатня інфраструктура уповільнює технічне обслуговування	Середній
14	Законодавча база та регуляторні механізми	Відповідність нормативних актів сучасним вимогам	Недосконалість регуляцій гальмує розвиток галузі	Середній

Порівняння значень впливів факторів, наведених у табл. 2–4, виконується за шкалою: 1 – однаковий вплив, 0.5 – фактор частково домінує, 0 – не домінує. Сума значень у рядках визначає вагу кожного фактора у сукупності, що дозволяє пріоритезувати їх.

Таблиця 2. Оцінювання впливу зовнішніх факторів методом попарних порівнянь

	Фактор	1	2	3	4	5	6	7	Сума	Пріоритет
1	Технологічний прогрес	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.5	5	**3**
2	Дії супротивника	0.5	1	1	1	1	1	1	6.5	**1**
3	Міжнародна допомога	0.5	0	1	1	0.5	1	1	5	**3**
4	Глобальна конкуренція	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	2.5	**6**
5	Міжнародна правова база	0	0	0.5	0.5	1	0.5	0.5	3	**5**
6	Підтримка союзників	0.5	0	0	0.5	0.5	1	0.5	3	**5**
7	Геополітична ситуація	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	1	3	**5**

Таблиця 3. Оцінювання впливу внутрішніх факторів методом попарних порівнянь

	Фактор	1	2	3	4	5	6	7	Сума	Пріоритет
1	Рівень фінансування	1	1	0.5	1	1	1	0.5	6	**1**
2	Технологічний потенціал	0	1	0.5	0.5	0.5	1	1	4.5	**4**
3	Рівень підготовки персоналу	0.5	0.5	1	1	1	1	0.5	5.5	**2**
4	Організаційна структура	0	0.5	0	1	1	0.5	0.5	3.5	**6**
5	Інтеграція в бойові процеси	0	0.5	0	0	1	1	1	3.5	**6**
6	Інфраструктурна підтримка	0	0	0	0.5	0	1	0.5	2	**7**
7	Законодавча база	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	1	3	**5**

Таблиця 4. Оцінювання впливу всіх факторів у сукупності методом попарних порівнянь

	Фактор	1	2	3	4	5	6	7	Сума	Пріоритет
1	Технологічний прогрес	1	0.5	1	1	1	0.5	0.5	5.5	**3**
2	Дії супротивника	0.5	1	1	1	1	1	1	6.5	**1**
3	Міжнародна допомога	0	0	1	0.5	0.5	1	1	4	**5**
4	Рівень фінансування	0	0	0.5	1	0.5	1	1	4	**5**
5	Рівень підготовки	0	0	0.5	0.5	1	0.5	1	3.5	**6**
6	Інтеграція в бойові процеси	0.5	0	0	0	0.5	1	0.5	2.5	**7**
7	Геополітична ситуація	0.5	0	0	0	0	0.5	1	2	**8**

Пояснюючи метод оцінювання попарних порівнянь з використанням шкали 1, 3, 5, 7, 9, варто зазначити: 1 – однаковий рівень впливу; 3 – один фактор має незначну перевагу над іншим; 5 – один фактор має суттєву перевагу; 7 – один фактор має значну перевагу; 9 – абсолютна перевага одного фактора.

Загальний алгоритм розрахунку зводиться до виконання наступних етапів:

1. Порівняти всі фактори в парах.
2. Розподілити значення відповідно до їхньої вагомості.
3. Розрахувати нормалізовану вагу кожного фактора.

Оцінювання зовнішніх факторів впливу за визначеним алгоритмом представлено в табл. 5.

Таблиця 5. Оцінювання зовнішніх факторів впливу

Фактор	ТП	ДС	МВД	ГК	МПБ	ПС	ГС	Сума
Технологічний прогрес (ТП)	1	3	3	7	5	5	5	29
Дії супротивника (ДС)	1/3	1	3	5	5	7	7	28.33
Міжнародна військова допомога (МВД)	1/3	1/3	1	3	3	5	5	17.67
Глобальна конкуренція (ГК)	1/7	1/5	1/3	1	3	3	3	10.57

Продовження таблиці 5. Оцінювання зовнішніх факторів впливу

Міжнародна правова база (МПБ)	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3	3	8.87
Підтримка союзників (ПС)	1/5	1/7	1/5	1/3	1/3	1	3	6.53
Геополітична ситуація (ГС)	1/5	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1	3.97
							Сума:	**104.94**
Нормалізована вага	0.276	0.270	0.168	0.101	0.085	0.062	0.038	

Оцінювання внутрішніх факторів впливу за визначеним алгоритмом представлено в табл. 6.

Таблиця 6. Оцінювання внутрішніх факторів впливу

Фактор	РФ	ТП	РПП	ОС	ІБП	ІП	ЗБ	Сума
Рівень фінансування (рф)	1	5	7	9	9	7	7	45.00
Технологічний потенціал (ТП)	1/5	1	3	5	7	7	7	30.20
Рівень підготовки персоналу (РПП)	1/7	1/3	1	5	7	7	5	25.52
Організаційна структура (ОС)	1/9	1/5	1/5	1	5	5	5	16.58
Інтеграція в бойові процеси (ІБП)	1/9	1/7	1/7	1/5	1	3	3	8.97
Інфраструктурна підтримка (ІП)	1/7	1/7	1/7	1/5	1/3	1	3	5.62
Законодавча база (ЗБ)	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	4.33
							Сума:	**136.22**
Нормалізована вага	0.330	0.222	0.187	0.122	0.066	0.041	0.032	

Оцінювання об’єднаних факторів впливу за визначеним алгоритмом представлено в табл. 7.

Таблиця 7. Оцінювання об’єднаних факторів впливу

Фактор	ТП	ДС	МВД	РФ	РПП	ІБП	ГС	Сума
Технологічний прогрес (ТП)	1	3	5	7	5	7	7	35.00
Дії супротивника (ДС)	1/3	1	3	5	5	7	7	28.33
Міжнародна військова допомога (МВД)	1/5	1/3	1	5	5	7	5	23.53
Рівень фінансування (рф)	1/7	1/5	1/5	1	3	5	5	14.51
Рівень підготовки персоналу (РПП)	1/5	1/5	1/5	1/3	1	5	5	12.47
Інтеграція в бойові процеси (ІБП)	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1	3	5.68
Геополітична ситуація (ГС)	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	4.10
							Сума:	**123.12**
Нормалізована вага	0.284	0.230	0.191	0.118	0.101	0.046	0.033	

Таким чином, на основі попарного порівняння факторів впливу (з використанням шкали 1, 3, 5, 7, 9), проведено оцінювання вагомості зовнішніх, внутрішніх та об’єднаних факторів. Результат застосування методу попарних порівнянь (оцінювання) для узагальнених факторів впливу представлено в табл. 8.

Отже, аналіз результатів оцінювання попарних порівнянь для узагальнених факторів впливу дозволяє зробити наступні висновки:

технологічний прогрес (29%) має найбільший вплив, що обґрунтовується потребою у постійному вдосконаленні безпілотних систем;

дії супротивника (24.2%) визначають основні загрози, на які мають реагувати системи, а

також тактичні й технічні вимоги;

міжнародна військова допомога (18.1%) залишається важливим фактором через залежність від західних технологій і технічного обслуговування;

геополітична ситуація (12.8%) впливає опосередковано, створюючи умови для міжнародної підтримки чи її обмеження;

рівень фінансування (11.7%) забезпечує практичну можливість реалізації проєктів і програм;

технологічний потенціал (7.3%) та рівень підготовки персоналу (4%) є важливими для внутрішньої організації;

інтеграція в бойові процеси (2.9%) має найменшу вагу, адже залежить від реалізації всіх попередніх факторів.

Крім того, отримана пріоритетність відображає баланс між поточними потребами фронту і стратегічними цілями подальшого розвитку.

Таблиця 8. Оцінювання попарних порівнянь для узагальнених факторів впливу

Фактор	ТП	ДС	МВД	ГС	РФ	ТехП	РПП	ІБП	Сума
Технологічний прогрес (ТП)	1	3	5	7	7	5	5	7	40.00
Дії супротивника (ДС)	1/3	1	3	5	5	5	7	7	33.33
Міжнародна військова допомога (МВД)	1/5	1/3	1	3	3	5	5	7	24.87
Геополітична ситуація (ГС)	1/7	1/5	1/3	1	3	3	5	5	17.61
Рівень фінансування (рф)	1/7	1/5	1/3	1/3	1	3	5	7	16.04
Технологічний потенціал (ТехП)	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1	3	5	10.07
Рівень підготовки персоналу (РПП)	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	3	5.47
Інтеграція в бойові процеси (ІБП)	1/7	1/7	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1	2.07
							Сума:		**123.12**
Нормалізована вага	0.290	0.242	0.181	0.128	0.117	0.073	0.040	0.029	

Ефективність застосування частин та підрозділів БпС в операціях (бойових діях) сьогодні залежить від багатьох взаємопов’язаних факторів, основними з яких варто вважати [1–10], [18], [22]:

1. Оперативні фактори:

Розвідка та планування. Здатність інтегрувати безпілотні системи в загальний оперативний план і використовувати їх для збирання розвідувальних даних.

Гнучкість та швидкість реагування. Швидкість розгортання та перекидання безпілотників для виконання нових завдань.

2. Технологічні фактори:

Якість обладнання. Рівень надійності та продуктивності сенсорів, камер, засобів зв’язку і систем навігації.

Захист від радіоелектронної боротьби (РЕБ). Стійкість безпілотників до глушіння та спроб перехоплення сигналів.

Автономність. Тривалість польоту, обсяг батареї та здатність виконувати завдання з мінімальним контролем з боку оператора, а також роїння БпС з використанням управляючих автономних платформ.

3. Людський фактор:

Кваліфікація персоналу. Рівень підготовки операторів, аналітиків і технічного персоналу.

Моральний стан. Здатність команд підтримувати високу бойову ефективність під час роботи з безпілотниками у складних умовах.

4. Інтеграція в існуючі системи управління:

Спільна робота з іншими підрозділами. Узгодженість дій між безпілотними системами, артилерією, авіацією і піхотою.

Сумісність з наявними платформами. Синхронізація безпілотників з інформаційними системами та мережами командування.

5. Екологічні та кліматичні фактори:

Погодні умови. Стійкість до сильного вітру, дощу, спеки або холоду.

Рельєф місцевості. Здатність виконувати завдання у складних умовах, таких як гірські райони або міська забудова.

6. Логістика та забезпечення:

Доступність технічного обслуговування. Наявність запасних частин, інструментів і персоналу для ремонту в зоні бойових дій.

Постачання ресурсів. Забезпечення паливом, батареями, запасами боєприпасів для озброєних безпілотників.

7. Тактична складова:

Маскування та прихованість. Можливість уникати виявлення противником під час виконання місій.

Взаємодія з іншими системами. Ефективність використання безпілотників для коригування артилерії, підтримки піхоти чи авіаційних ударів.

8. Економічні фактори:

Вартість експлуатації. Ефективність витрат на використання безпілотників порівняно з їхньою бойовою цінністю.

Комплексне врахування цих факторів дозволяє підвищити ефективність застосування частин (підрозділів) БпС та мінімізувати ризики у бойових діях. Оцінювання факторів впливу на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС за пріоритетністю (табл. 9) здійснювалось за кожною групою та її складовими за шкалою від 1 (найменший вплив) до 5 (найбільший вплив).

Таблиця 9. Оцінювання факторів впливу на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС за пріоритетністю

Група факторів	Складова	Пріоритетність
Оперативні фактори	Розвідка та планування	5
	Гнучкість та швидкість реагування	4
Технологічні фактори	Якість обладнання	5
	Захист від РЕБ	5
	Автономність	4
Людський фактор	Кваліфікація персоналу	5
	Моральний стан	3
Інтеграція в системи	Спільна робота з іншими підрозділами	4
	Сумісність з наявними платформами	4
Екологічні фактори	Погодні умови	3
	Рельєф місцевості	3
Логістика та забезпечення	Технічне обслуговування	4
	Постачання ресурсів	4
Тактична складова	Маскування та прихованість	4
	Взаємодія з іншими системами	5
Економічні фактори	Вартість експлуатації	3

Варто зазначити, що пріоритетність може змінюватися залежно від умов виконання операції (наступальна, оборонна, стабілізаційна) або особливостей противника. Сума балів у кожній групі дає змогу визначити, які з них мають найбільший вплив на успішність операції. Крім того, деталізація цієї таблиці залежно від конкретних завдань і потреб дозволяє враховувати додаткові складові груп факторів.

Результати та Обговорення (Results and Discussions)

Сьогодні, в умовах відбиття широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України, БпС відіграють вирішальну роль у забезпеченні переваги на полі бою, зокрема в розвідці, коригуванні артилерійського вогню, забезпеченні логістики та зв'язку, ураженні противника в повітрі, на суші та на морі [1–10]. Такі тенденції відображаються і у значному збільшенні кількості факторів, які впливають на ефективність застосування БпС в операції (бойових діях). Загалом, такі фактори впливу можна поділити на ті, що впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України, і ті, які впливають на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях).

Узагальнені результати визначення та оцінювання факторів, які впливають на ефективність розвитку БпС, можна представити у вигляді рейтингових діаграм (пріоритетності) за ступенем впливу на розвиток БпС у ЗС України (рис. 1–3).

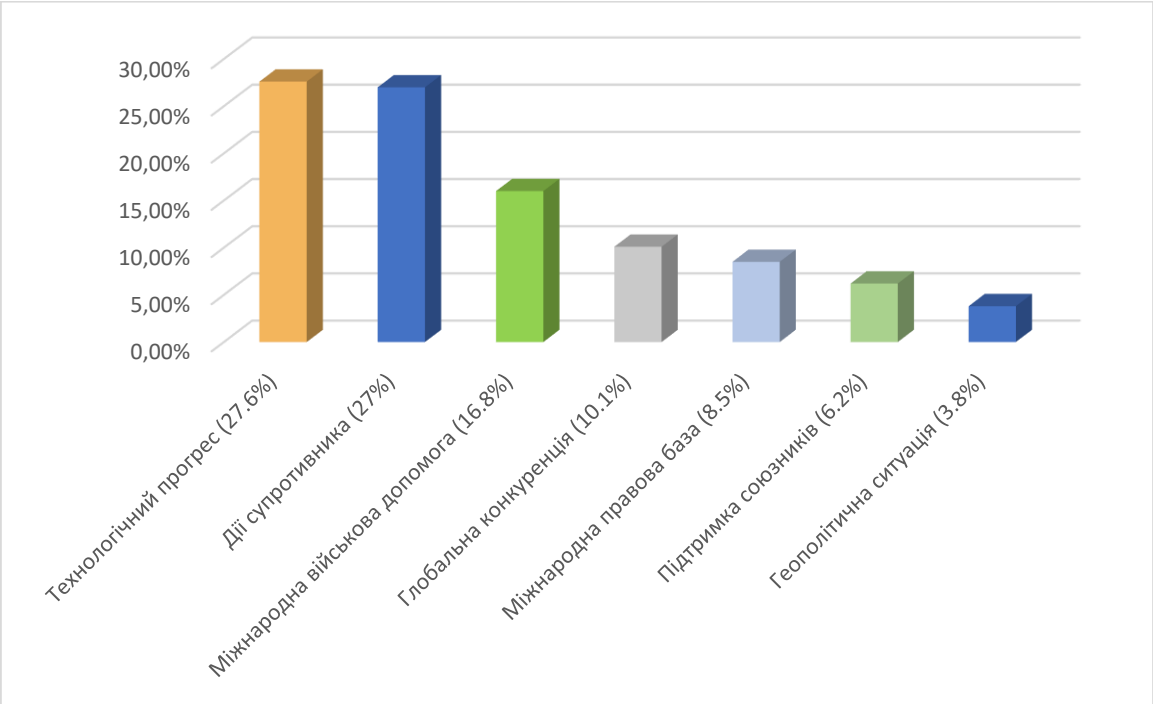


Рисунок 1. Рейтинг зовнішніх факторів впливу

Таким чином, технологічний прогрес та дії супротивника майже однаково впливають на розвиток: перший визначає можливості для удосконалення безпілотних систем, другий – адаптацію цих систем для протидії загрозам. Крім того, міжнародна військова допомога відіграє значну роль завдяки передачі обладнання та технологій.

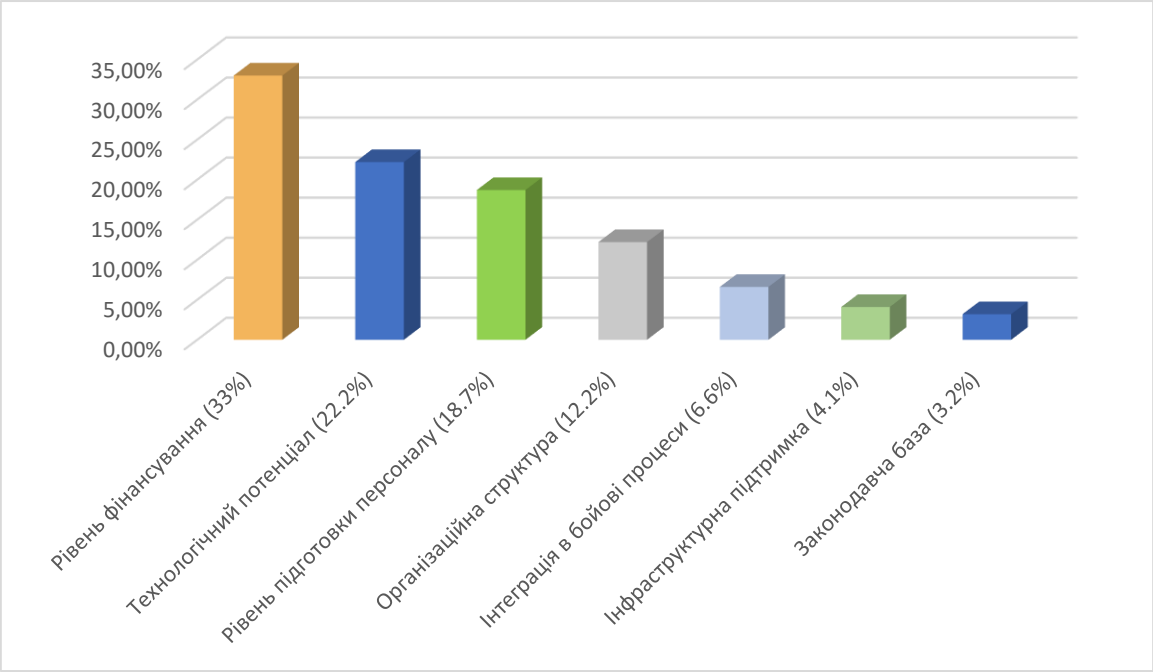


Рисунок 2. Рейтинг внутрішніх факторів впливу

Рівень фінансування є ключовим фактором, який визначає можливості розвитку технологій та підготовки. Крім того, технологічний потенціал забезпечує ефективність виконання завдань, а рівень підготовки персоналу сприяє максимально ефективному використанню безпілотних систем.

Таким чином, технологічний прогрес є визначальним фактором завдяки швидкому розвитку безпілотних технологій та необхідності їх впровадження. Також дії супротивника мотивують адаптацію та модернізацію систем, а міжнародна допомога підтримує критичні технологічні та матеріальні потреби.

Характеризуючи об’єднані фактори впливу на ефективність розвитку БпС у ЗС України за наведеним рейтингом (рис. 3), можна зазначити наступне:

1. Технологічний прогрес посідає провідну позицію, оскільки забезпечує розроблення інноваційних рішень для безпілотних систем (дрони-камікадзе з автоматичним донаведенням, дрони-розвідники з машинним зором тощо). Це критично важливо для здобуття переваги в умовах війни високої інтенсивності.

2. Дії супротивника змушують адаптувати тактику застосування безпілотників, зокрема для протидії засобам радіоелектронної боротьби, що активно використовуються рф.

3. Міжнародна військова допомога актуальна через значну залежність України від постачання західних технологій та технічного обслуговування.

4. Рівень фінансування у внутрішньому контексті визначає масштаби закупівель, розробок та модернізації безпілотних систем.

5. Рівень підготовки персоналу забезпечує ефективність експлуатації технологій. Умови війни вимагають швидкого освоєння нових рішень.

6. Інтеграція в бойові процеси гарантує, що безпілотні системи стануть органічною частиною військових операцій.

7. Геополітична ситуація має найменший вплив, оскільки її значення опосередковане, хоча вона створює контекст для отримання допомоги та технологій.

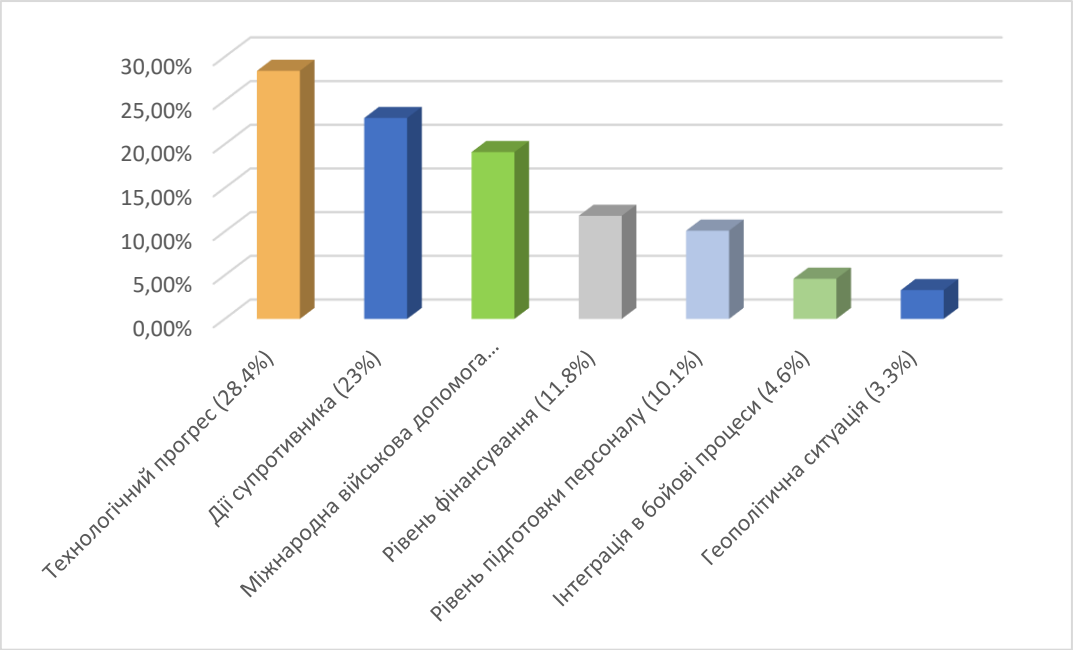


Рисунок 3. Рейтинг об'єднаних факторів впливу

З огляду на актуальність такого рейтингу факторів (рис. 3) в умовах війни, можна відзначити таке:

1. Війна з рф вимагає швидкої адаптації технологій до змін на полі бою.
2. Значна частина військової допомоги надходить у вигляді безпілотних систем, що посилює залежність від технологій та фінансування.
3. Протидія дронам супротивника та забезпечення переваги у розвідці, коригуванні вогню та завдаванні ударів стає критично важливою.
4. Структурний підхід до розвитку безпілотних систем дозволяє створити довгострокову стратегію, орієнтовану на інновації та сталу оборону.

Узагальнені результати оцінювання факторів впливу на застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях) у вигляді рейтингових діаграм (пріоритетності) представлено на рис. 4.

Отже, найбільш впливовими факторами на ефективність розвитку безпілотних систем у ЗС України є: технологічний прогрес – 27%; дії супротивника – 22%; міжнародна військова допомога – 16%.

Найбільш впливовими факторами на ефективність застосування частин (підрозділів) безпілотних систем в операціях (бойових діях) є: технологічні фактори – 23,1%; оперативні фактори – 17,3%; людський фактор – 16%.

Загалом сьогодні, в існуючих теоріях та практиках, урахування факторів, які впливають на ефективність застосування БпС, зосереджується на визначенні набору кількісно-якісних показників (характеристик), зокрема розрахунку бойового потенціалу окремих БпС (підрозділів БпС), їхніх вогневих та ударних можливостей, особливостей систем управління та автономності тощо. Однак підвищення ефективності застосування БпС у рамках ведення операцій (бойових дій) потребує розширення факторів впливу, які не лише визначатимуть технічні характеристики, а й впливатимуть на розвиток БпС, особливості застосування частин (підрозділів БпС) з точки зору змін в оперативному мистецтві (формах та способах застосування).

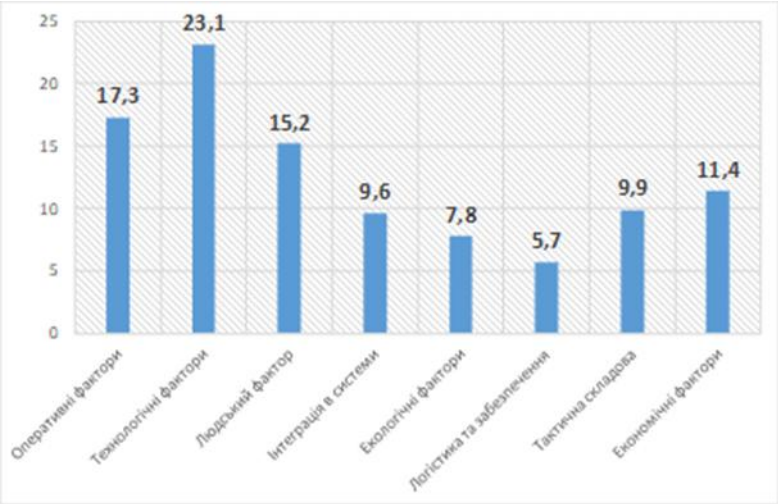


Рисунок 4. Рейтинг факторів впливу на застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях)

Таким чином, розглянуті фактори впливу, в більшому чи меншому ступені, визначають необхідність розроблення організаційних і технічних заходів щодо підвищення ефективності застосування БпС в операціях (бойових діях). Такі заходи можуть оцінюватися з точки зору пріоритетності факторів впливу на ефективність розвитку БпС та застосування частин (підрозділів) БпС.

Висновок (Conclusion)

Аналіз бойового досвіду застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях) доводить широкі можливості БпС на сучасному полі бою, а систематизація та узгодженість їх застосування збільшують внесок засобів БпС у результати бою (бойових дій). Водночас питання щодо оцінювання ефективності застосування БпС в операціях (бойових діях) залишається відкритим, а врахування факторів, які впливають на таке оцінювання, є актуальним.

Аналіз та оцінювання основних факторів, які впливають на ефективність застосування БпС в операції (бойових діях), відображених у статті, було здійснено за двома групами факторів, які суттєво впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України та на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях). Оцінювання факторів (зовнішніх, внутрішніх), які впливають на ефективність розвитку безпілотних систем в операціях (бойових діях), здійснено з використанням методу попарних порівнянь. Це дозволило отримати нормалізовану вагу кожного фактора та сформувати рейтингові діаграми (пріоритетності) за ступенем впливу на розвиток БпС у ЗС України. Оцінювання факторів впливу на застосування частин (підрозділів) БпС в операціях (бойових діях) за пріоритетністю дало можливість сформувати рейтингові діаграми (пріоритетності) факторів впливу відповідно.

За результатами аналізу та оцінювання факторів, які впливають на ефективність застосування БпС в операціях (бойових діях), встановлено:

найбільш впливовими факторами для ефективності розвитку безпілотних систем у ЗС України є: технологічний прогрес, дії супротивника та міжнародна військова допомога;

найбільш впливовими факторами для ефективності застосування частин (підрозділів) безпілотних систем в операціях (бойових діях) є: технологічні фактори; оперативні фактори, людський фактор.

Аналіз та оцінювання факторів, які впливають на ефективність розвитку БпС у ЗС України та на ефективність застосування частин (підрозділів) БпС в операціях угруповань

військ (сил), дають можливість оцінити фактори, які впливають на ефективність застосування безпілотних систем в операціях (бойових діях) загалом, а їх комплексне врахування дозволяє підвищити ефективність застосування БпС на полі бою.

Рекомендації (Recommendations)

Матеріали статті можуть бути корисними посадовим особам органів військового управління, які здійснюють планування розвитку ЗС України та їхніх видів і родів військ (сил), представникам керівництва ЗС України та Міністерства оборони України, науковцям і дослідникам за напрямом.

Подяки (Acknowledgments)

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

Використані джерела

1. Гаврилюк, І., Семененко, О., Водчиць, О., Добровольський, Ю., Митченко, С., & Коротя, В. (2024). Безпека України та глобальна стабільність: стратегії та шляхи забезпечення в умовах війни. *Соціальний розвиток і безпека, 14* (5), 87–97. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.8.
2. *Армії дронів – рік: тисячі безпілотників, ударні роти БпЛА та розвиток українського виробництва*. https//cip.gov.ua
3. Семененко, О., Островський, С., Мовчан, А., Мельниченко, А., Столінець, С., & Петренко, С. (2024). Роль і місце роїв безпілотних комплексів у операціях (бойових діях) та варіанти їх застосування. *Social Development and Security, 14* (5). 75–86. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.7.
4. Доктрина *"Застосування безпілотних систем у силах оборони України"*. Затв. Головнокомандувачем Збройних Сил України 01.01.2024 (49/НВГШ від 02.01.2024).
5. *Сили безпілотних систем стали окремим родом сил у ЗСУ*. https://mil.in.ua/uk/news/syly-bezpilotnyh-system-staly-okremym-rodom-syl-u-zsu/
6. Олійник, М. (2023). Оцінювання ефективності використання БПЛА у сучасній війні: виклики та рішення. *Військово-науковий огляд, 14*, 15–30. https://www.military-review.ua/article14.
7. Кравченко, В. (2023). Використання безпілотників різного класу в оборонних операціях: український досвід. *Зб. досліджень оборонної стратегії України, 10*, 45–67.
8. Петров, В. (2022). Інтеграція безпілотних систем у структуру Збройних Сил України. *Науковий вісник національної академії оборони України, 3*, 45–56. https://www.defense-academy.ua/bulletin3.
9. Армія дронів. *Укрінформ*. https//www.ukrinform.ua
10. Wilson, R. (2023). Drones in Modern Conflict: Assessing Performance and Future Trends. *Global Security Journal, 7* (2), 63–82.
11. Рощупкін, Є. С., & Гречка, О. В. (2024). Обґрунтування методу оцінювання ефективності контролю технічного стану складного комплексу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* (с. 524). MicroCAD.
12. Кузьміч, О. Є., Андрушко, М. В., Аркушенко, П. Л., & Садаєв, А. Ю. (2023). Особливості використання комплексу SOMAT XR, як складової частини інформаційно-вимірювальної системи за аналізом проведення випробувань ОВТ. *Зб. наук. пр. Держ. наук.-досл. ін-ту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 4* (18), 49–54. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.18.2023.07.
13. Бойчук, Р. (2023). Перспективи розвитку безпілотних технологій у військових операціях.

Військова справа України, *6*, 50–65. https://www.ukrainian-military.com/issue6.
14. Chappell, L. (2023). Challenges of Evaluating Combat Effectiveness in Drone Warfare: A Comparative Analysis. *International Law Journal*, *42* (3), 120–145.
15. Miller, D. (2021). Technological Innovations in UAV Systems: Implications for Future Military Procurement. *Defense Industry Quarterly*, *18* (1), 35–54.
16. Ковальчук, О. (2023). Інтеграція ударних БПЛА в оперативне планування ЗСУ. *Зб. матер. наук.-практ. конф. Нац. акад. оборони України*, *7*, 98–115.
17. Sweeney, K., & James, P. (2022). Operational Metrics for Unmanned Combat Aerial Vehicles in Asymmetric Warfare. *Aerospace and Defense Review*, *11* (5), 102–118.
18. Семененко, О., Москаленко, І., Онофрійчук, П., Харитонов, К., Чугуй, Х., & Семененко, Л. (2022). Щодо прогнозування достатності економічних можливостей держави для забезпечення необхідного рівня потреб оборони: (результати довгострокового прогнозування ВВП та видатків на оборону України на період 2023–2032 років з урахуванням впливу фактору війни). *Соціальний розвиток і безпека* , *12* (6), 191–207. https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.6.16.
19. Кушлик-Дивульська, О. І., & Кушлик, Б.Р. (2014). *Основи теорії прийняття рішень. Навч. посіб.* НТУУ КПІ.
20. Мосов, С. П., Салій, С. М., & Чубіна, Т. Д. (2024, Febr. 26–28). Особливості технічної експлуатації безпілотної авіації. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, *Recent Scientific Investigation* (№ 190).
21. Дорошенко, Т. (2022). Методологічні аспекти закупівлі ударних БПЛА в умовах обмежених ресурсів. *Оборонні ресурси України*, *9*, 52–70.
22. Taylor, J. P. (2023). Cost-Benefit Analysis of Drone Acquisitions for Military Operations. *International Journal of Defense Economics*, *19* (3), 75–95.

References

1. Havrylyuk, I., Semenenko, O., Vodchyts, O., Dobrovolskyi, Yu., Mytchenko, S., & Korotya, V. (2024). Security of Ukraine and global stability: strategies and ways of ensuring in wartime. *Social Development and Security*, *14* (5), 87–97. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.8.
2. *Drone armies - a year: thousands of drones, UAV strike companies and the development of Ukrainian production.* https//cip.gov.ua (access date: 24.11.2023).
3. Semenenko, O., Ostrovsky, S., Movchan, A., Melnychenko, A., Stolinets, S., & Petrenko, S. (2024). The role and place of swarms of unmanned systems in operations (combat operations) and options for their use. *Social Development and Security*, *14* (5), 75–86. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.7.
4. Doctrine *"Application of Unmanned Systems in the Defense Forces of Ukraine".* Approved by the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine on 01.01.2024 (49/NVGSh dated 02.01.2024).
5. *Unmanned Systems Forces have become a separate branch of forces in the Armed Forces of Ukraine*. https://mil.in.ua/uk/news/syly-bezpilotnyh-system-staly-okremym-rodom-syl-u-zsu/
6. Oliynyk, M. (2023). Evaluating the effectiveness of UAV use in modern warfare: challenges and solutions. *Military Scientific Review, 14*, 15–30. https://www.military-review.ua/article14.
7. Kravchenko, V. (2023). The use of drones of different classes in defense operations: Ukrainian experience. *Collection of studies on the defense strategy of Ukraine, 10*, 45–67.
8. Petrov, V. (2022). Integration of unmanned systems into the structure of the Armed Forces of Ukraine. *Scientific Bulletin of the National Defense Academy of Ukraine, 3*, 45–56. https://www.defense-academy.ua/bulletin3.
9. Army of drones. *Ukrinform*. https//www.ukrinform.ua
10. Wilson, R. (2023). Drones in Modern Conflict: Assessing Performance and Future Trends.

Global Security Journal, 7 (2), 63–82.
11. Roshchupkin, E. S., & Grechka, O. V. (2024). Justification of the method for assessing the effectiveness of monitoring the technical condition of a complex complex. *Information technologies: science, engineering, technology, education, health* (p. 524). MicroCAD.
12. Kuzmich, O. E., Andrushko, M. V., Arkushenko, P. L., & Sadaev, A. Yu. (2023). Features of using the SOMAT XR complex as a component of the information and measuring system for analyzing the conduct of AME tests. *Collection of scientific works of the State Research Institute of Testing and Certification of Armaments and Military Equipment, 4* (18), 49–54. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.18.2023.07.
13. Boychuk, R. (2023). Prospects for the development of unmanned technologies in military operations. *Military Affairs of Ukraine, 6*, 50–65. https://www.ukrainian-military.com/issue6.
14. Chappell, L. (2023). Challenges of Evaluating Combat Effectiveness in Drone Warfare: A Comparative Analysis. *International Law Journal, 42* (3), 120–145.
15. Miller, D. (2021). Technological Innovations in UAV Systems: Implications for Future Military Procurement. *Defense Industry Quarterly, 18* (1), 35–54.
16. Kovalchuk, O. (2023). Integration of strike UAVs into the operational planning of the Armed Forces of Ukraine. *Collection of scientific and practical materials. conf. National Academy of Defense of Ukraine, 7*, 98–115.
17. Sweeney, K., & James, P. (2022). Operational Metrics for Unmanned Combat Aerial Vehicles in Asymmetric Warfare. *Aerospace and Defense Review, 11* (5), 102–118.
18. Semenenko, O., Moskalenko, I., Onofriychuk, P., Kharytonov, K., Chugui, Kh., & Semenenko, L. (2022). On forecasting the sufficiency of the state's economic capabilities to ensure the required level of defense needs: (results of long-term forecasting of GDP and defense spending of Ukraine for the period 2023–2032 taking into account the influence of the war factor). *Social Development and Security, 12* (6), 191–207. https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.6.16.
19. Kushlyk-Dyvul'ska, O. I., & Kushlyk, B. R. (2014). *Fundamentals of decision-making theory. Textbook.* NTUU KPI.
20. Mosov, S. P., Saliy, S. M., & Chubina, T. D. (2024, Febr. 26–28). Peculiarities of technical operation of unmanned aircraft. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, *Recent Scientific Investigation* (No. 190).
21. Doroshenko, T. (2022). Methodological aspects of the purchase of strike UAVs in conditions of limited resources. *Oboronni resursi Ukrainy, 9*, 52–70.
22. Taylor, J. P. (2023). Cost-Benefit Analysis of Drone Acquisitions for Military Operations. *International Journal of Defense Economics, 19* (3), 75–95.

Analysis and evaluation of factors affecting the effectiveness of the use of unmanned systems in operations (combat actions)

Andrii Melnychenko
Adjunct
National Defence University of Ukraine
03049, Povitrianykh syl avenue, 28, Kyiv, Ukraine
e-mail: gatling.511@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6072-4989

Abstract. The progressive increase in the number and quality of unmanned systems (complexes) in military conflict provides new opportunities to increase the efficiency of operations

(combat operations) and minimize losses among military personnel. Given the development of military technologies, unmanned systems (complexes) have become one of the defining aspects of modern warfare [1]-[3]. Therefore, assessing the effectiveness of the use of unmanned systems in operations (combat actions) is becoming an urgent task for military command and control bodies, and analyzing and evaluating the factors that affect the effectiveness of such use is a priority [4] - [6].

Therefore, the main purpose of the article is to identify and evaluate the main factors that affect the effectiveness of the use of unmanned systems in operations (combat actions). In the proposed article, such factors are divided into two groups: external and internal factors affecting the effectiveness of the development of unmanned systems in the Armed Forces of Ukraine and factors affecting the effectiveness of the use of units (subunits) of unmanned systems in operations (combat actions).

Consideration and assessment of the impact of external and internal factors of the first group contribute to the improvement of strategic planning for the development of defense technologies with regard to unmanned systems, ensuring the effective implementation of defense tasks, achieving the strategic goals of Ukraine's national security, expanding international cooperation in the field of unmanned systems and increasing the combat capability of the Armed Forces of Ukraine in general. These factors were assessed using the method of pairwise comparisons, which allowed us to obtain a normalized weight for each factor. The analysis and evaluation of the impact of the factors of the second group contribute to increasing the effectiveness of the use of units (subunits) of unmanned systems in operations (combat actions) as part of groups of troops (forces), as well as determining the rational composition of groups of troops (forces) that include unmanned systems (complexes).

In addition, the article identifies and classifies the factors affecting the effectiveness of the use of unmanned systems (complexes) by various features and directions, and develops a formalized representation of them in the form of combined groups of factors and rating diagrams by priority (importance).

Analysis and assessment of the impact of factors on the effectiveness of the use of unmanned systems in operations (combat actions) allow to identify critical problems of the use of unmanned systems, determine priorities for the development of unmanned systems (complexes) and ensure the optimal use of limited resources for their production. This is especially important in a situation where Ukraine is forced to wage war by asymmetric methods, using innovative solutions of technological superiority to counter the aggressor.

Keywords: asymmetric methods, unmanned systems, combat operations, effectiveness of unmanned systems, innovative solutions, operations, military command and control bodies, assessment of impact factors, units (subunits) of unmanned systems.