

Інновації та майбутнє автономних бойових літаків

Innovations and greatest autonomous combat limits

Олександр Сорочкін^A

Corresponding author: старший викладач кафедри, e-mail: aozhnups@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8336-9978

Михайло Сосулін^A

старший викладач кафедри, e-mail: sosulin@ukr.net, ORCID: 0009-0003-0178-621X

Євген Матвєєв^A

викладач кафедри, e-mail: gekamatvei11@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1582-7591

Борис Головка^A

доцент кафедри, e-mail: bo4ka18tonn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2669-9249

Oleksandr Sorochkin^A

Corresponding author: Senior lecturer of the Department, e-mail: aozhnups@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8336-9978

Mykhailo Sosulin^A

Senior lecturer of the Department, e-mail: sosulin@ukr.net, ORCID: 0009-0003-0178-621X

Yevhen Matvieiev^A

lecturer of the Department, e-mail: gekamatvei11@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1582-7591

Borys Holovko^A

Associate professor of the Department, e-mail: bo4ka18tonn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2669-9249

^A Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна

^A Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Received: October 4, 2024 | Revised: October 28, 2024 | Accepted: October 31, 2024

DOI: 10.33445/sds.2024.14.5.12

Мета роботи: є комплексний аналіз інновацій та перспектив розвитку автономних бойових літаків, включаючи вивчення наукових досліджень, патентних даних та практичних прикладів впровадження АБЛ, що дозволить визначити основні тенденції та пріоритетні напрямки розвитку військової авіації, а також окреслити ключові виклики та можливості, пов'язані з використанням автономних систем у бойових умовах.

Метод дослідження: якісні та кількісні методи дослідження.

Результати дослідження: Дослідження визначає ключові технологічні напрямки в розробці автономних бойових літаків, включаючи досягнення в області штучного інтелекту, передові матеріали, автономні системи управління та етичні міркування. Інновації в матеріалознавстві, такі як термопластичні еластомери та керамічні композити, виділяються за їхню роль у підвищенні довговічності та зменшенні ваги літака. Автономні системи керування на основі штучного інтелекту відомі своїми можливостями щодо прийняття рішень у реальному часі, обробки даних та адаптивністю до мінливих умов. Аналіз патентних даних виявляє перспективні технології, зокрема системи на основі штучного інтелекту та нові матеріали, які мають вирішальне значення для майбутніх розробок.

Теоретична цінність дослідження: Дослідження сприяє теоретичному розумінню інтеграції передових технологій, таких як ШІ та нових матеріалів, у військової авіації. Хоча він явно не відкидає та не змінює існуючі теорії, він спирається на поточні знання в цій галузі, забезпечуючи всебічний аналіз стану та майбутніх перспектив автономних бойових літаків.

Практична цінність дослідження: Вивчення інтеграції ШІ у військові стратегії та тактику, зокрема в контексті динаміки бойових дій, що розвивається, наприклад переходу до позиційної війни та війни на виснаження. Аналіз потенційного впливу технологій ШІ між пілотованими та безпілотними літальними платформами у військової авіації.

Майбутні дослідження: Покращення можливостей прийняття рішень систем ШІ для автономних бойових літаків, включаючи адаптацію в режимі реального часу.

Purpose: there is a comprehensive analysis of innovations and prospects for the development of autonomous combat aircraft, including the study of scientific research, patent data and practical examples of the implementation of ABL, which will allow to determine the main trends and priority directions of the development of military aviation, as well as to outline the key challenges and opportunities related to using autonomous systems in combat conditions.

Method: qualitative and quantitative research methods.

Research results: The study identifies key technological areas in the development of autonomous combat aircraft, including advances in artificial intelligence, advanced materials, autonomous control systems and ethical considerations. Innovations in materials science, such as thermoplastic elastomers and ceramic composites, are highlighted for their role in increasing durability and reducing aircraft weight. Autonomous AI-based control systems are known for their real-time decision-making capabilities, data processing, and adaptability to changing conditions. Analysis of patent data reveals promising technologies, including artificial intelligence-based systems and new materials, that are critical to future developments.

The theoretical value of the research: The research contributes to the theoretical understanding of the integration of advanced technologies such as AI and new materials in military aviation. While it does not explicitly reject or change existing theories, it builds on current knowledge in the field, providing a comprehensive analysis of the state and future prospects of autonomous combat aircraft.

The value of the research: Exploring the integration of AI into military strategies and tactics, particularly in the context of evolving warfare dynamics, such as the transition to positional warfare and warfare of attrition. Analysis of the potential impact of AI technologies between manned and unmanned aerial platforms in military aviation.

Future research: Improving the decision-making capabilities of AI systems for autonomous combat aircraft, including real-time adaptation. Increasing the reliability and safety of autonomous systems based on artificial intelligence, solving cyber security problems and system failures. Exploring the

Підвищення надійності та безпеки автономних систем на основі штучного інтелекту, вирішення проблем кібербезпеки та системних збоїв. Вивчення інтеграції розширених алгоритмів машинного навчання для таких завдань, як розпізнавання цілей, планування місії та автономна навігація.

integration of advanced machine learning algorithms for tasks such as target recognition, mission planning, and autonomous navigation.

Papertype: Conceptual.

Тип статті: Концептуальна.

Ключові слова: автономні бойові літаки, інновації, штучний інтелект, військова авіація, етичні аспекти.

Key words: autonomous combat aircraft, innovations, artificial intelligence, military aviation, ethical aspects.

Вступ

Актуальність теми обумовлена зростаючими вимогами до технічних характеристик бойових літаків, які використовуються у військових конфліктах та для захисту національної безпеки. Сучасні тенденції в розвитку автономних систем вказують на значний потенціал для вдосконалення військової авіації за рахунок інтеграції ШІ та новітніх матеріалів, що дозволяє знизити ризики для пілотів, підвищити точність та ефективність бойових місій, а також забезпечити адаптацію до швидкозмінних умов.

Теоретичні основи дослідження

Розвиток автономних бойових літаків та інновацій у військовій авіації активно досліджується в наукових колах. Робота [2] містить комплексний огляд сучасних технологічних трендів у військовій авіації, зокрема, в області безпілотних літальних апаратів та автономних систем управління. Автор звертає увагу на вплив штучного інтелекту та новітніх матеріалів на підвищення ефективності та довговічності бойових літаків. Аналізуються передові технології, які забезпечують поліпшення аеродинамічних характеристик, зниження ваги та підвищення паливної ефективності.

У роботі [7] розглядаються інновації у розробці безпілотних літаків, що працюють на сонячних батареях. Зокрема, аналізується діяльність провідних компаній, таких як SZ DJI Technology, яка спеціалізується на виробництві дронів для комерційного, сільськогосподарського та промислового секторів. Ці технології дозволяють збільшити тривалість польоту та покращити енергоефективність безпілотних літальних апаратів.

У роботі [4] представлено аналіз світових тенденцій у розвитку військової техніки, включаючи автономні бойові системи. Автори розглядають вплив новітніх технологій на зміну стратегій та тактик у військових операціях. Важливим аспектом є також аналіз етичних та правових питань, пов'язаних із застосуванням автономних систем у бойових умовах.

Андрощук Г. О. та Кваша Т. К. у своїй статті [1] досліджують патентні дані для визначення перспективних напрямків розвитку військових технологій. Виявлено, що значний акцент робиться на розробку автономних систем управління та інноваційних матеріалів, що підвищують ефективність бойових літаків.

Коритько О. І. та Підчибій Л. В. у своїй праці [3] аналізують останні розробки тактичних літаків. Автори зазначають, що впровадження автономних систем та новітніх матеріалів є ключовими факторами підвищення бойової ефективності та безпеки літаків. Важливим аспектом є також інтеграція ШІ у системи управління літаком, що дозволяє підвищити точність та швидкість прийняття рішень в бойових умовах.

Ці дослідження підкреслюють важливість інновацій у розвитку військової авіації та необхідність подальшого дослідження автономних бойових літаків з метою підвищення їх ефективності та безпеки.

Постановка проблеми

Завданням дослідження є визначення основних напрямків розвитку автономних бойових літаків, аналіз поточних наукових досліджень та інновацій у цій галузі, а також оцінка

перспектив використання АБЛ у військових операціях. Необхідно розглянути технічні, етичні та нормативно-правові аспекти впровадження автономних систем у військовій авіації.

Метою статті є комплексний аналіз інновацій та перспектив розвитку автономних бойових літаків, включаючи вивчення наукових досліджень, патентних даних та практичних прикладів впровадження АБЛ, що дозволить визначити основні тенденції та пріоритетні напрямки розвитку військової авіації, а також окреслити ключові виклики та можливості, пов'язані з використанням автономних систем у бойових умовах.

Результати

Комплексний бібліометричний аналіз бази даних Web of Science виявляє найперспективніші наукові тренди у військовій авіації, включаючи БПЛА, проектування літаків на базі ШІ та новітні матеріали для підвищення продуктивності та довговічності. Аналіз патентних даних, проведений за допомогою бази Derwent Innovation, ідентифікує пріоритетні та перспективні технології у військовій авіації, до найбільш значущих досягнень належать інновації у конструкції літаків, роторних літальних апаратів, компонентів БПЛА та передових матеріалів, і серед найвідоміших заявників на патенти у цій галузі є компанії KDDI, яка спеціалізується на розробці невеликих комерційних дронів, та SZ DJI Technology, яка виробляє комерційні дрони для споживчого, сільськогосподарського та промислового секторів.

Інновації в матеріалознавстві мають вирішальне значення для покращення характеристик автономних літаків, включаючи ламінати з термопластичних еластомерів, крильчатки відцентрових вентиляторів та керамічні матричні композити для турбін, що підвищують довговічність, зменшують вагу та покращують паливну ефективність. БПЛА продовжують бути в центрі інновацій з розробкою сонячних електричних літаків та вдосконалених систем управління, які дозволяють збільшити тривалість польоту, покращити маскувальні можливості та підвищити універсальність. Китайська компанія SZ DJI Technology подала найбільшу кількість патентів на технології запуску дронів, вона виробляє комерційні дрони для споживчого, сільськогосподарського та промислового секторів і спеціалізується на високоякісних камерах та інтеграції з програмним забезпеченням. Системи на базі ШІ для автономних літаків включають вдосконалені можливості навігації, розпізнавання цілей та планування місій, що дозволяє досягати більшої автономії та точності у бойових операціях. Понад 180 інновацій формуватимуть майбутнє аерокосмічної та оборонної промисловості за даними GlobalData Technology Foresights [2].

Майбутнє автономних бойових літаків визначатиметься поточними дослідженнями та розробками провідних аерокосмічних та оборонних компаній, таких як Boeing, Lockheed Martin та Airbus, які активно інвестують у ШІ, передові матеріали та безпілотні системи для підтримання технологічної переваги. Звіти провідних оборонних компаній та дослідницьких організацій надають цінну інформацію щодо майбутніх напрямів розвитку технологій військової авіації, підкреслюючи потенціал для подальших досягнень в автономних бойових літаках, включаючи вдосконалені можливості ШІ, покращені матеріали та інтегровані системи. Штучний інтелект та машинне навчання дозволяють автономним бойовим літакам обробляти великі обсяги даних, приймати рішення та адаптуватися до змінних умов у реальному часі, а застосування ШІ в АБЛ включає можливість самонавчання та вдосконалення стратегій на основі отриманих даних [7]. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати польотні дані, щоб покращувати точність і ефективність бойових місій. Оснащені високоточними сенсорами, АБЛ можуть ефективніше виявляти та реагувати на загрози, а сенсори включають радіолокаційні системи, інфрачервоні камери, системи нічного бачення та інші датчики, які дозволяють літаку виявляти об'єкти в різних умовах видимості та погоди. Вдосконалені сенсори забезпечують точність і надійність виконання місій, зменшуючи ризик помилок та

підвищуючи оперативну ефективність. Безпечні та надійні системи зв'язку забезпечують можливість АБЛ діяти у тандемі з пілотованими літаками та наземними контрольними пунктами, дозволяючи передавати дані в реальному часі, координувати дії між різними одиницями та забезпечувати безперебійний зв'язок навіть у складних умовах [4].

АБЛ можуть збирати розвідувальні дані без ризику для людських життів, моніторити ворожі позиції, оцінювати пошкодження та збирати інформацію в реальному часі, дозволяючи військовим керівникам приймати обґрунтовані рішення. АБЛ можуть виконувати точні удари, зменшуючи побічні втрати, оснащуючись різноманітними видами озброєння, включаючи ракети та бомби, і атакувати стратегічно важливі об'єкти з мінімальним ризиком для людських життів. АБЛ можуть використовуватися для доставки вантажів та медичної евакуації в умовах ворожого середовища, включаючи доставку боєприпасів, медикаментів та інших матеріалів у важкодоступні зони, а також евакуацію поранених з поля бою, що підвищує оперативні можливості, економію коштів та зменшення ризиків для пілотів. Вони можуть виконувати місії в умовах, які є занадто небезпечними для пілотованих літаків, забезпечуючи при цьому високий рівень ефективності та надійності [1].

Технічні питання включають надійність систем ШІ та кібербезпеку, а забезпечення стабільної роботи ШІ в умовах бойових дій є критично важливим, тому захист від кібератак є необхідною умовою для збереження функціональності та безпеки АБЛ. Використання автономної зброї піднімає значні етичні питання щодо відповідальності та можливих непередбачуваних наслідків, тому існує необхідність у розробці міжнародних стандартів та регулювань для забезпечення етичного використання автономних бойових систем. Забезпечення безперебійної інтеграції з існуючими військовими системами та стратегіями може бути складним завданням, оскільки важливо враховувати взаємодію між різними компонентами військової інфраструктури та забезпечити їхню сумісність з АБЛ.

Сполучені Штати розробили X-47В, який демонструє значний прогрес у технології АБЛ, включаючи можливості автономного дозаправлення у повітрі та виконання точних ударів, а Китай розробив СН-5, який розширює автономні повітряні можливості країни, зосереджуючись на довготривалому спостереженні та бойових місіях. Ці приклади надають цінні інсайти щодо практичного застосування та ефективності АБЛ, демонструючи їхню здатність виконувати складні бойові завдання з високим рівнем ефективності [3].

Майбутнє АБЛ виглядає перспективно, з поточними дослідженнями, спрямованими на підвищення можливостей ШІ, поліпшення технології невидимості та розробку більш надійних автономних систем, а інновації, такі як технологія роєвих систем, де кілька АБЛ діють у координації, очікується, що революціонізують військові стратегії.

Розгортання АБЛ вимагає наявності міцної нормативно-правової бази для вирішення таких питань: відповідність міжнародному праву, забезпечення того, щоб використання АБЛ відповідало міжнародному гуманітарному праву, дотримання принципів пропорційності та необхідності у військових діях, запобігання невибірковим атакам, а етичне використання передбачає встановлення керівних принципів для запобігання зловживанням та забезпечення відповідальності в автономних операціях, тому важливо розробити етичні стандарти для використання АБЛ, які враховують питання відповідальності та гуманності у військових діях.

Поточна динаміка російсько-українського конфлікту вказує на перехід до етапів позиційної війни та війни вичерпання, що вимагає перегляду стратегій та концепцій захисту України. Особлива увага приділяється потребі технологічної переваги на полі бою та забезпеченню достатніх виробничих можливостей для постійного поповнення запасів сучасного озброєння та військової техніки.

Досвід військових дій підкреслює необхідність зміни пріоритетів у сфері виробництва озброєнь, з акцентом на системи, які забезпечують так звану «асиметричну» технологічну перевагу. Важливими є автономні безпілотні системи, безекіпажні бойові та розвідувальні

морські платформи для діяльності в Чорному морі, далекобійні системи точного ураження, крилаті ракети, оперативно-тактичні ракетні комплекси, системи радіоелектронної боротьби та системи протиповітряної та протиракетної оборони.

Генерал Валерій Залужний, Головнокомандувач ЗСУ (2021–2024), зазначає, що для досягнення успіху війська мають мати перевагу в повітрі, здатність до глибокого прориву мінних полів, ефективні засоби для контрбатареїної боротьби, а також інструменти для радіоелектронної боротьби та розвідки. Він підкреслює, що ключ до отримання цих бойових спроможностей полягає не в звичних методах ХХ століття, а в новітніх технологіях, які можуть забезпечити значний прорив і вийти з пастки позиційної війни [9].

З огляду на розвиток ситуації та глобальні умови, підходи, описані генералом Залужним, залишатимуться важливими на тривалий час, вказуючи на середньострокову та довгострокову орієнтацію розвиткових програм військового озброєння та технологій на зазначені технологічні напрями.

14 листопада 2024 року Європейська оборонна агенція прийняла 22 Європейські пріоритети розвитку оборонних здібностей – 2023, що сприятиме модернізації армій країн ЄС [8]. Як вказав голова EDA і Високий представник ЄС у закордонних справах Жозеп Боррель, «ці пріоритети забезпечать ефективний формат для координації оборонного планування і ініціатив у ЄС» [5]. Пріоритети базуються на оновленому Плані розвитку можливостей ЄС (Capability Development Plan, CDP) і враховують зміни в стратегічному середовищі ЄС та уроки війни Росії проти України. Відповідно до цих пріоритетів будуть оновлені Координований щорічний огляд оборони (CARD), проекти Постійної структурованої співпраці (PESCO), робота Європейського оборонного фонду (EDF) та інші інструменти оборони ЄС.

22 пріоритети об'єднані за ключовими напрямками, включаючи сухопутні, повітряні та морські сили, космос, кіберпростір, стратегічні системи забезпечення та розширення військових можливостей. Вони спрямовані на стимулювання спільних оборонно-промислових проектів у ЄС, що раніше стикалися з браком фінансування та мотивації для досягнення спільних оборонних цілей Європи. Серед ключових викликів залишається модернізація повітряних сил Європи з використанням перспективних багатофункціональних бойових літаків 5-6 поколінь. Незважаючи на те, що розробка таких платформ тривала багато років без особливого прогресу, США вдалося здійснити експансію свого F-35 Joint Strike Fighter на європейському ринку, де до 2030 року очікується базування до 550 таких літаків. В Європі зараз реалізуються два основних проекти в цій сфері: Франція, Німеччина та Іспанія розпочали проект SCAF, а Великобританія, Італія та Японія – проект GCAP. Параметри та перспективи обох проектів залишаються неясними, що викликає занепокоєння щодо їх майбутнього успіху [6].

Уроки війни між Росією та Україною показали, що розвиток безпілотних технологій відбувається з надзвичайною швидкістю, оскільки ці системи виконують все більше функцій на полі бою. Водночас пілотована авіація продовжує грати вирішальну роль у військових операціях, хоча баланс між пілотованими та безпілотними системами може зміщуватися на користь останніх. Штучний інтелект вже активно використовується для аналізу та пріоритизації тактичної інформації в рамках безпілотних систем, і передбачається, що до 2035-2040 років актуальність традиційних бойових авіаційних платформ може змінитися на користь гібридних або повністю безпілотних проектів.

Фрагментація зусиль європейських країн у цій сфері надає перевагу новітнім модифікаціям F-35 у порівнянні з європейськими ініціативами, такими як GCAP та SCAF. Оскільки рамки і результати цих проектів залишаються невизначеними до 2035-2040 років, участь України в них видається малоімовірною. Більш реалістичним є взаємодія України з Європейською оборонною агенцією, яка може бути модернізована для підтримки потреб ЗСУ. Кроком до зміцнення співпраці стало проведення в Києві у вересні 2023 року першого Міжнародного форуму оборонних індустрій (DFNC1) з участю 252 компаній з 30 країн, який

зосереджувався на створенні практичних проектів для виробництва озброєнь. Планується, що подібні форуми Україна-ЄС сприятимуть подальшій оборонно-промисловій співпраці між українськими та європейськими компаніями. Таким чином, в контексті сучасної воєнно-політичної обстановки Україна повинна переглянути свої оборонні стратегії, звертаючи увагу на необхідність технологічної переваги та забезпечення військових потреб ЗСУ передовими озброєннями та технологіями.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що автономні бойові літаки є важливим напрямком розвитку сучасної військової авіації, який значно впливає на ефективність та безпеку бойових операцій. Інновації в галузі штучного інтелекту та новітніх матеріалів забезпечують можливість підвищення автономності, точності та ефективності бойових місій. Зокрема, використання термопластичних еластомерів та керамічних матричних композитів підвищує довговічність, зменшує вагу та покращує паливну ефективність літаків. Автономні системи управління, основані на ШІ, дозволяють обробляти великі обсяги даних, приймати рішення в реальному часі та адаптуватися до змінних умов, що підвищує ефективність та безпеку виконання бойових завдань.

Разом з тим, використання автономної зброї піднімає значні етичні питання щодо відповідальності та можливих непередбачуваних наслідків. Тому необхідно розробити міжнародні стандарти та регулювання для забезпечення етичного використання автономних бойових систем. Важливим аспектом є також міжнародна співпраця, яка включає обмін технологіями, спільні дослідження та розробки, а також координацію нормативно-правової бази. Майбутнє автономних бойових літаків виглядає перспективним з огляду на поточні дослідження та інновації у галузі ШІ, новітніх матеріалів та автономних систем управління, однак для успішного впровадження цих технологій необхідно враховувати етичні та нормативно-правові аспекти, а також сприяти міжнародній співпраці у сфері військової авіації.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Андросчук Г.О., Кваша Т.К. Патентний ландшафт як інструмент прогнозування світових технологічних трендів: сфера озброєння та військової техніки. Наука, технології, інновації. 2019. № 4 (12). С. 28-40. <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-4-04>.
2. Богомазова В.М. Світові технологічні тренди у сфері "Військова авіація": монографія / В.М. Богомазова. – К.: УкрІНТЕІ, 2023. – 244 с.
3. Коритько О.І., Підчибій Л.В. Сучасні тенденції розвитку проектів тактичних літаків світу / О.І. Коритько, Л.В. Підчибій // Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ. 2021. URL: <https://znp.dndia.org.ua/index.php/znp/article/view/4/2>.
4. Писаренко Т.В. Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері: монографія [Електронний ресурс] / Т. Писаренко, Т. Кваша, Т. Гаврис та ін., за заг. редакцією Т.В. Писаренко. – К.: УкрІНТЕІ, 2021. – 110 с.

5. EU Defence Ministers agree to prioritise 22 military capabilities to bolster European armed forces. URL: <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2023/11/14/eu-defence-ministers-agree-to-prioritise-22-military-capabilities-to-bolster-european-armed-forces>.
6. How the F-35 swept Europe, and the competition it could soon face. URL: <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/09/04/how-the-f-35-swept-europe-and-the-competition-it-could-soon-face/>.
7. Innovation in drones: Leading companies in solar-powered electric aircraft. URL: https://www.airforce-technology.com/data-insights/innovators-drones-solarpowered-electric-aircraft-aerospace-defence/?utm_source=lgp1&utm_medium=6-229074&utm_campaign=recommended-articles-pi.
8. The 2023 EU Capability Development Priorities. URL: <https://eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/qu-03-23-421-en-n-web.pdf>.
9. The commander-in-chief of Ukraine's armed forces on how to win the war. URL: <https://www.economist.com/by-invitation/2023/11/01/the-commander-in-chief-of-ukraines-armed-forces-on-how-to-win-the-war>.

References

1. Androschuk G. O., Kvasha T. K. (2019). Patent landscape as a tool for forecasting global technological trends: the sphere of armaments and military equipment. *Science, technology, innovation*. 2019. № 4 (12). P. 28-40. <https://doi.org/10.35668/2520-6524-2019-4-04>.
2. Bogomazova V.M. World technological trends in the field of "Military Aviation": monograph. – Kyiv: UkrINTEI, 2023. – 244 p.
3. Korytko O.I., Pidchibiy L.V. (2021). Modern trends in the development of tactical aircraft projects of the world. *State Research Institute of Aviation*, Kyiv. 2021. Available from: <https://znp.dndia.org.ua/index.php/znp/article/view/4/2>.
4. Pisarenko T. V. Analysis of global technological trends in the military sphere: monograph [Electronic resource] / T. Pisarenko, T. Kvasha, T. Havrys, etc., according to the general edited by T.V. Pisarenko – Kyiv: UkrINTEI, 2021. – 110 p.
5. EU Defence Ministers agree to prioritise 22 military capabilities to bolster European armed forces. Available from: <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2023/11/14/eu-defence-ministers-agree-to-prioritise-22-military-capabilities-to-bolster-european-armed-forces>.
6. How the F-35 swept Europe, and the competition it could soon face. Available from: <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/09/04/how-the-f-35-swept-europe-and-the-competition-it-could-soon-face/>.
7. Innovation in drones: Leading companies in solar-powered electric aircraft. Available from: https://www.airforce-technology.com/data-insights/innovators-drones-solarpowered-electric-aircraft-aerospace-defence/?utm_source=lgp1&utm_medium=6-229074&utm_campaign=recommended-articles-pi.
8. The 2023 EU Capability Development Priorities. Available from: <https://eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/qu-03-23-421-en-n-web.pdf>.
9. The commander-in-chief of Ukraine's armed forces on how to win the war. Available from: <https://www.economist.com/by-invitation/2023/11/01/the-commander-in-chief-of-ukraines-armed-forces-on-how-to-win-the-war>.