

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2025. № 12.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.12.59>

УДК 656.07

*О. А. Цимбалістова,
к. е. н., заступник директора з освітньої та наукової діяльності,
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8565-3710>*

**УНІФІКАЦІЯ В СИСТЕМІ АВІАЦІЙНОЇ ЛОГІСТИКИ ДЛЯ
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ В АВІАЦІЙНИХ ПІДРОЗДІЛАХ
МІНІСТЕРСТВА ВНУТРІШНІХ СПРАВ РІЗНОГО
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*О. Tsymbalistova,
PhD in Economics,
Deputy Director for Educational and Scientific Activities,
Kremenchuk Flight College of Kharkiv National University of Internal Affairs*

**UNIFICATION IN THE AVIATION LOGISTICS SYSTEM FOR THE USE
OF EQUIPMENT IN AVIATION UNITS OF THE MINISTRY OF
INTERNAL AFFAIRS OF VARIOUS FUNCTIONAL PURPOSES**

У статті проведено комплексний аналіз сучасних підходів з уніфікації в системі авіаційної логістики для авіаційної техніки в системі Міністерства внутрішніх справ України, спрямований на підвищення ефективності

експлуатації, технічного обслуговування, матеріально-технічного забезпечення та оперативної взаємодії між підрозділами різного функціонального призначення. Розглянуто нормативно-правові, технічні й організаційні засади стандартизації повітряних суден, бортових систем і допоміжного обладнання, що використовуються в авіаційних підрозділах Національної поліції, Державної служби з надзвичайних ситуацій, Національної гвардії та Державної прикордонної служби. Проаналізовано вимоги міжнародних і національних стандартів, які визначають рівень технічної сумісності, безпеки польотів і взаємодії наземних служб, а також розглянуто можливості їх адаптації до потреб української системи внутрішньої безпеки. Визначено основні напрями уніфікації, які охоплюють інтеграцію систем зв'язку, навігації, управління, спостереження та технічного обслуговування на базі єдиних технічних регламентів і програмного забезпечення. Проведено порівняльний аналіз наявного парку авіаційної техніки, що виявив суттєву різноманітність у типах вертольотів, літаків і безпілотних систем, різницю в їх енергетичних, навігаційних та комунікаційних характеристиках, що ускладнює спільні операції, планування місій і логістику запасних частин. Визначено технічні критерії уніфікації як то взаємозамінність елементів, сумісність систем передачі даних і каналів зв'язку, узгодження процедур навчання, обслуговування та технічної сертифікації персоналу. Проаналізовано економічні та логістичні переваги уніфікації, серед яких скорочення витрат на технічне обслуговування, навчання екіпажів, централізовані закупівлі комплектуючих, оптимізація складів і скорочення часу простою техніки. Показано, що уніфікація сприяє підвищенню оперативної сумісності підрозділів у надзвичайних ситуаціях, формуванню інтегрованої системи авіаційної підтримки МВС, здатної забезпечити гнучке реагування, координацію дій і розподіл ресурсів у кризових сценаріях

The article provides a comprehensive analysis was conducted on modern approaches to the unification in the aviation logistics system for of aviation equipment within the system of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, aimed at enhancing

operational efficiency, maintenance, logistics support, and interoperability among units of different functional purposes. The study considered the legal, technical, and organizational foundations of standardizing aircraft, onboard systems, and auxiliary equipment used by the aviation divisions of the National Police, the State Emergency Service, the National Guard, and the State Border Guard Service. The requirements of international and national standards determining the levels of technical compatibility, flight safety, and coordination of ground services were analyzed, as well as the potential for adapting these standards to the needs of Ukraine's internal security system. The main directions of unification were identified, covering the integration of communication, navigation, control, observation, and maintenance systems based on unified technical regulations and software platforms. A comparative analysis of the existing aircraft fleet revealed significant heterogeneity in helicopter, airplane, and unmanned system types, as well as differences in their energy, navigation, and communication characteristics, which complicate joint operations, mission planning, and spare parts logistics. Technical unification criteria were defined, including component interchangeability, compatibility of data transmission systems and communication channels, and harmonization of training, maintenance, and certification procedures for personnel. The economic and logistical advantages of unification were analyzed — including reduced maintenance costs, decreased crew training time, centralized component procurement, optimized inventory, and minimized equipment downtime. It was demonstrated that unification enhances the operational interoperability of units in emergency situations and supports the formation of an integrated MIA aviation support system capable of flexible response, coordinated action, and resource allocation under crisis scenarios.

Ключові слова: авіаційна техніка, авіаційна логістика, модульна платформа, цифровізація технічного обслуговування, міжвідомча інтеграція, МВС України.

Keywords: aviation equipment, aviation logistics, modular platform, maintenance digitalization, interagency integration, Ministry of Internal Affairs of Ukraine.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасна система авіаційного забезпечення Міністерства внутрішніх справ України (МВС України) представлена широким спектром повітряних суден, які виконують завдання з охорони правопорядку, прикордонного контролю, реагування на надзвичайні ситуації, пошуку та рятування [1-3]. Така функціональна багатовекторність потребує узгодженості технічних стандартів, систем управління та процедур експлуатації, що визначає необхідність уніфікації авіаційної техніки як засобу підвищення ефективності та взаємодії між підрозділами (рис. 1). В умовах розвитку сучасних технологій, обмежених апаратних ресурсів і зростання ролі авіаційної підтримки у кризових сценаріях питання уніфікації в системі авіаційної логістики набуває стратегічного значення, що зумовлює ***високу актуальність*** задачі даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сфері організації авіаційного забезпечення в системі внутрішніх справ свідчить про поступове формування міжвідомчого підходу до стандартизації й оптимізації використання повітряних суден у силових структурах [2, 4-6].

У публікаціях останніх років простежується тенденція до розроблення інтегрованих моделей авіаційної підтримки, які поєднують технічні, логістичні та інформаційно-аналітичні складові управління флотом [2-4, 7-9]. Значна частина робіт присвячена питанням технічної сумісності та уніфікації бортових систем зв'язку, навігації та управління [3, 10-12], що у рамках дослідження розглядаються як базові чинники ефективності міжвідомчих операцій і зниження витрат на експлуатацію. Окрему увагу приділено проблемам підготовки персоналу, стандартизації технічного обслуговування та створення єдиних регламентів використання авіаційної техніки у кризових ситуаціях [5, 13-15]. Поряд із цим досліджуються можливості цифрової трансформації систем управління повітряним парком, як то застосування технологій IoT, систем машинного аналізу, нейромережових алгоритмів та цифрових двійників для прогнозування технічного стану літальних апаратів і координації дій підрозділів [16-18].

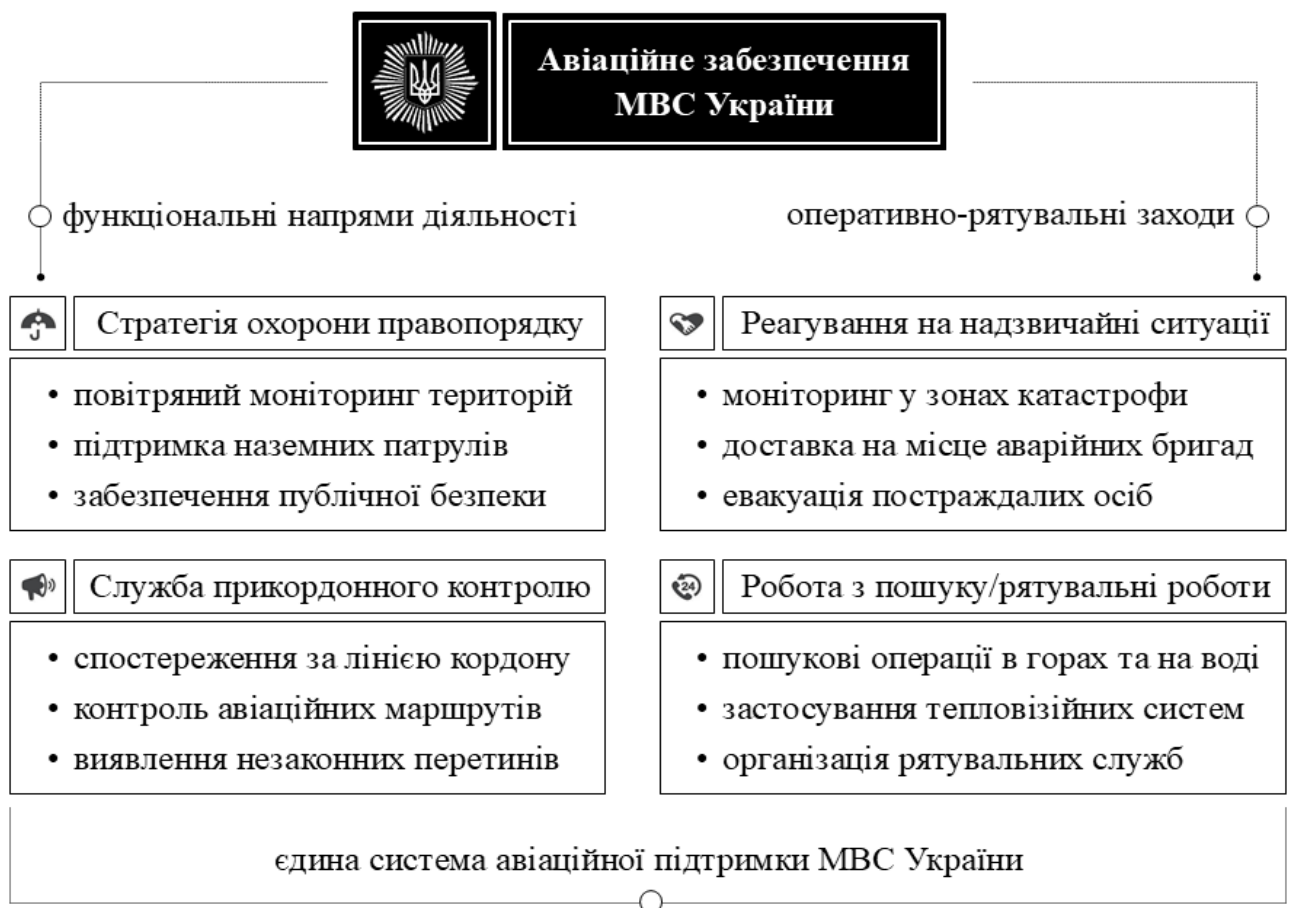


Рис. 1. Структура авіаційного забезпечення МВС України за функціональними та оперативно-рятувальними напрямками діяльності

Джерело: сформовано на основі [2, 4-6]

Проте основна більшість наведених у рамках літературного аналізу праць мають вузькогалузевий або технічний характер і не враховують комплексної взаємодії між організаційними, технічними та інформаційними рівнями управління у межах єдиної авіаційної системи МВС. Невирішеною частиною загального дослідження, таким чином, залишається проблема розроблення комплексної моделі уніфікації в системі авіаційної логістики для використання авіаційної техніки підрозділів МВС, яка б забезпечувала технічну сумісність, оперативну взаємодію та економічну ефективність у межах інтегрованої відомчої авіаційної інфраструктури.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Виходячи з вище викладеного, мета цього дослідження полягає у формуванні комплексної моделі уніфікації в системі авіаційної логістики для використання авіаційної техніки підрозділів МВС України, яка забезпечує

технічну сумісність, взаємозамінність ключових систем і агрегатів, а також підвищує рівень оперативної взаємодії між відомчими структурами. Для досягнення цієї мети передбачено узагальнення принципів стандартизації, розроблення організаційно-технічних рішень щодо інтеграції авіаційних платформ різного типу та оцінку економічної доцільності уніфікації в умовах цифрової трансформації авіаційної інфраструктури МВС.

Для досягнення мети дослідження вирішуються такі завдання:

- 1) розкриття теоретичних засад уніфікації авіаційної техніки;
- 2) проведення аналізу організаційно-технічних аспектів уніфікації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Попередній аналіз наукових праць та визначення невирішених аспектів проблеми уніфікації авіаційної техніки підрозділів МВС окреслили потребу у поглибленому вивченні її теоретичних і методологічних основ. Це вказує на необхідність уточнення понятійного апарату, що відображає взаємозв'язок між уніфікацією, стандартизацією, взаємозамінністю та технічною сумісністю в умовах міжвідомчого використання повітряних суден. Розгляд цих питань є ключовим для подальшого формування єдиних вимог до конструкції, експлуатації та технічного обслуговування авіаційних систем. Це, у свою чергу, включає у себе визначення теоретичної основи, на якій може бути побудована модель інтегрованої авіаційної платформи МВС, що має забезпечити узгодженість нормативних, технічних і функціональних компонентів системи. Таким чином, теоретичний етап дослідження уніфікації авіаційної техніки в системі МВС спрямований на формування методологічних засад і концептуального підґрунтя подальших прикладних рішень. Його логіка базується на послідовному розгляді ключових аспектів, які визначають сутність і напрям розвитку процесу уніфікації [4, 10-12, 19]. У межах цього етапу послідовно розглядаються наступні категорії:

1. Поняття уніфікації та стандартизації в системі МВС;
2. Класифікація авіаційної техніки підрозділів МВС та рівень технічної різноманітності наявного парку;

3. Сучасні тенденції уніфікації та інтеграції авіаційних систем у силових структурах провідних країн світу через аналіз міжнародного досвіду стандартизації для адаптації прогресивних практик у системі МВС України.

Таке структурування дозволяє забезпечити логічний перехід від осмислення базових понять і внутрішньої класифікації техніки до вивчення зовнішнього досвіду, створюючи підґрунтя для побудови національної моделі уніфікації авіаційних систем. На рис. 2 подано узагальнену логіко-структурну схему уніфікації та інтеграції авіаційної техніки системи МВС України, що демонструє послідовність переходу від етапу формування нормативно-методологічних засад до класифікації техніки та адаптації міжнародних стандартів. Таким чином, схема відображає системну взаємодію між понятійним, практичним і інтеграційним рівнями, які забезпечують єдність технічної політики та узгоджений розвиток відомчої авіації

Уніфікація авіаційної техніки в системі МВС України є стратегічним напрямом розвитку авіаційного забезпечення, що передбачає створення єдиних технічних, експлуатаційних та організаційних підходів до використання повітряних суден у підрозділах різного функціонального призначення. Як було зазначено вище, у контексті сучасних викликів безпеки, інтеграції європейських стандартів та необхідності ефективного використання державних ресурсів уніфікація виступає не лише технічним, а й системно-управлінським процесом. Її сутність полягає у забезпеченні взаємозамінності вузлів, систем і агрегатів, уніфікації програмного забезпечення, а також стандартизації процедур експлуатації, технічного обслуговування та підготовки персоналу в межах єдиної відомчої авіаційної інфраструктури [14-16, 19]. З теоретичної точки зору, уніфікація може розглядатися як процес зниження варіативності технічних рішень з метою підвищення узгодженості систем і мінімізації ресурсних витрат. Вона спирається на принципи системності, функціональної взаємодії, технологічної сумісності та оптимізації життєвого циклу авіаційної техніки.

Водночас у практичному вимірі уніфікація забезпечує зменшення витрат на логістику, ремонт, підготовку кадрів та матеріально-технічне забезпечення.

Важливим наслідком є створення умов для оперативної взаємодії між підрозділами поліції, ДСНС, Національної гвардії та прикордонної служби під час виконання набору міжвідомчих завдань, що зазначені на схемі (рис. 2). Стандартизація, тісно пов'язана з уніфікацією, і, таким чином, виконує функцію нормативного забезпечення цього процесу. Вона регламентує вимоги до авіаційної техніки, засобів зв'язку, навігаційних і діагностичних систем, а також до технічного обслуговування й сертифікації авіаційного персоналу.



Рис. 2. Логіко-структурна схема уніфікації та інтеграції авіаційної техніки системи МВС України

Джерело: власна розробка автора

На рівні відомчих структур МВС стандартизація виступає інструментом формування єдиної технічної політики [10, 15-19], узгодженої з положеннями Державної авіаційної служби України, ICAO, EASA, а також з національними стандартами. Нормативно-правова база процесу уніфікації включає державні стандарти, технічні регламенти, накази МВС та внутрішні положення авіаційних підрозділів. Їхня взаємодія формує багаторівневу систему регулювання, де визначено вимоги до технічного стану, безпеки польотів, технічного контролю та кадрової підготовки.

У рамках дослідження, наукове осмислення уніфікації як складової системного управління МВС дозволяє розглядати її не лише як технічний процес, а як інституційну категорію, що інтегрує організаційні, правові й технологічні чинники. Відповідно до цього підходу уніфікація постає елементом відомчої трансформації, яка забезпечує перехід від фрагментарного використання повітряних суден до створення єдиного авіаційного континууму МВС. Це закладає методологічну основу для подальшого дослідження структури авіаційної техніки, її класифікації та визначення можливостей практичної інтеграції уніфікованих платформ.

Авіаційна техніка, що перебуває на озброєнні підрозділів Міністерства внутрішніх справ України, охоплює широкий спектр літальних апаратів, призначених для виконання завдань різного рівня складності [1-5]. Класифікація цієї техніки ґрунтується на функціональному призначенні, конструктивних особливостях, типі силової установки, а також на специфіці застосування у конкретному підрозділі. Уніфікований підхід до такої класифікації дозволяє структурувати наявний парк авіаційної техніки, визначити ступінь сумісності платформ і потенціал для технічної інтеграції. У системі МВС виділяють кілька основних категорій авіаційних засобів, як то літаки, вертольоти, безпілотні літальні апарати (БПЛА) та спеціальні авіаційні комплекси. Вони різняться не лише за технічними параметрами, а й за сценаріями використання, що відображено у таблиці 1. Такий розподіл відображає не лише технологічне різноманіття авіаційного парку, а й потребу уніфікації технічних стандартів між підрозділами. Використання спільних

платформ і агрегатів, як то наприклад, бортових систем зв'язку, навігаційного обладнання або сенсорних модулів, забезпечує оперативну сумісність і спрощує технічне обслуговування. У цьому контексті класифікація виступає основою для подальшого визначення напрямів стандартизації та створення інтегрованої системи авіаційної підтримки МВС, де уніфікація стає ключовим чинником підвищення ефективності управління ресурсами та оперативного реагування.

Таблиця 1. Класифікація авіаційної техніки підрозділів МВС України

Категорія	Представники	Функції та завдання	Підрозділи
Вертольоти багатоцільові	Airbus H225, Bell 429, Mi-8MSB,	пошуково-рятувальні операції, медична евакуація, транспортування персоналу	ДСНС, Нацгвардія, Нацполіція
Вертольоти легкі	Airbus H125, Robinson R44	повітряне патрулювання, моніторинг руху транспорту, супровід спецоперацій	Нацполіція, ДПСУ
Літаки фіксованого крила	An-26, L-410	авіаційне спостереження, доставка вантажів, транспортно-логістичне забезпечення	ДСНС, ДПСУ
БПЛА	Leleka-100, DJI Mavic, Bayraktar TB2	аеророзвідка, моніторинг надзвичайних ситуацій, контроль кордону, виявлення правопорушень	ДСНС, ДПСУ, Нацгвардія, Нацполіція
Спеціалізовані авіаційні комплекси	авіаційні системи з ГЧ-сенсорами та опт.-камерами	координація дій у кризових ситуаціях, спостереження у складних погодних умовах, розвідка місцевості	Нацгвардія, ДСНС

Джерело: сформовано на основі [1-5, 12]

Міжнародний досвід провідних держав демонструє, що уніфікація авіаційної техніки силових структур є не лише засобом оптимізації витрат, а й важливим інструментом підвищення бойової готовності, мобільності та міжвідомчої взаємодії. У більшості країн НАТО та ЄС процес інтеграції авіаційних систем базується на стандартах STANAG та принципах спільного використання повітряних ресурсів у межах об'єднаних операцій [19].

Узагальнюючи міжнародний досвід, можна констатувати, що сучасна уніфікація в авіаційних силах провідних країн світу має комплексний

характер, поєднуючи технічну стандартизацію, організаційне узгодження, цифрову інтеграцію та економічну доцільність. Ці підходи формують концептуальну основу для створення єдиної уніфікованої авіаційної системи МВС України, спроможної функціонувати за принципами взаємної сумісності, гнучкості та технологічної незалежності.

Стандартизація компонентів і систем управління є базовим елементом процесу уніфікації авіаційної техніки у системі МВС України, оскільки саме вона визначає рівень технічної сумісності, надійності та інтегрованості відомчого авіаційного парку. У сучасних умовах, коли підрозділи МВС експлуатують техніку різного походження та покоління, від вітчизняних літаків і вертольотів до імпорتنих платформ типу Airbus H125 або Bell 429, що наведені у табл. 1, формування єдиних стандартів забезпечує узгодженість експлуатаційних процесів, підвищує безпеку польотів і знижує витрати на обслуговування.

Розкриття організаційно-технічних аспектів уніфікації в системі авіаційної логістики передбачає послідовне проходження кількох взаємопов'язаних етапів, кожен з яких формує логічну основу для побудови єдиної системи відомчої авіації.

Як показано на рис. 3, уніфікація систем управління повітряними суднами здійснюється поетапно: від стандартизації компонентів і нормативно-технічних вимог до впровадження модульного підходу, що забезпечує взаємозамінність агрегатів і підсистем. Завершальним етапом при цьому є експлуатація уніфікованих платформ у різних структурах МВС, де відбувається апробація принципів уніфікації з урахуванням специфіки службових завдань. Така послідовність формує єдину методологічну та технічну основу підвищення ефективності управління авіаційними системами.

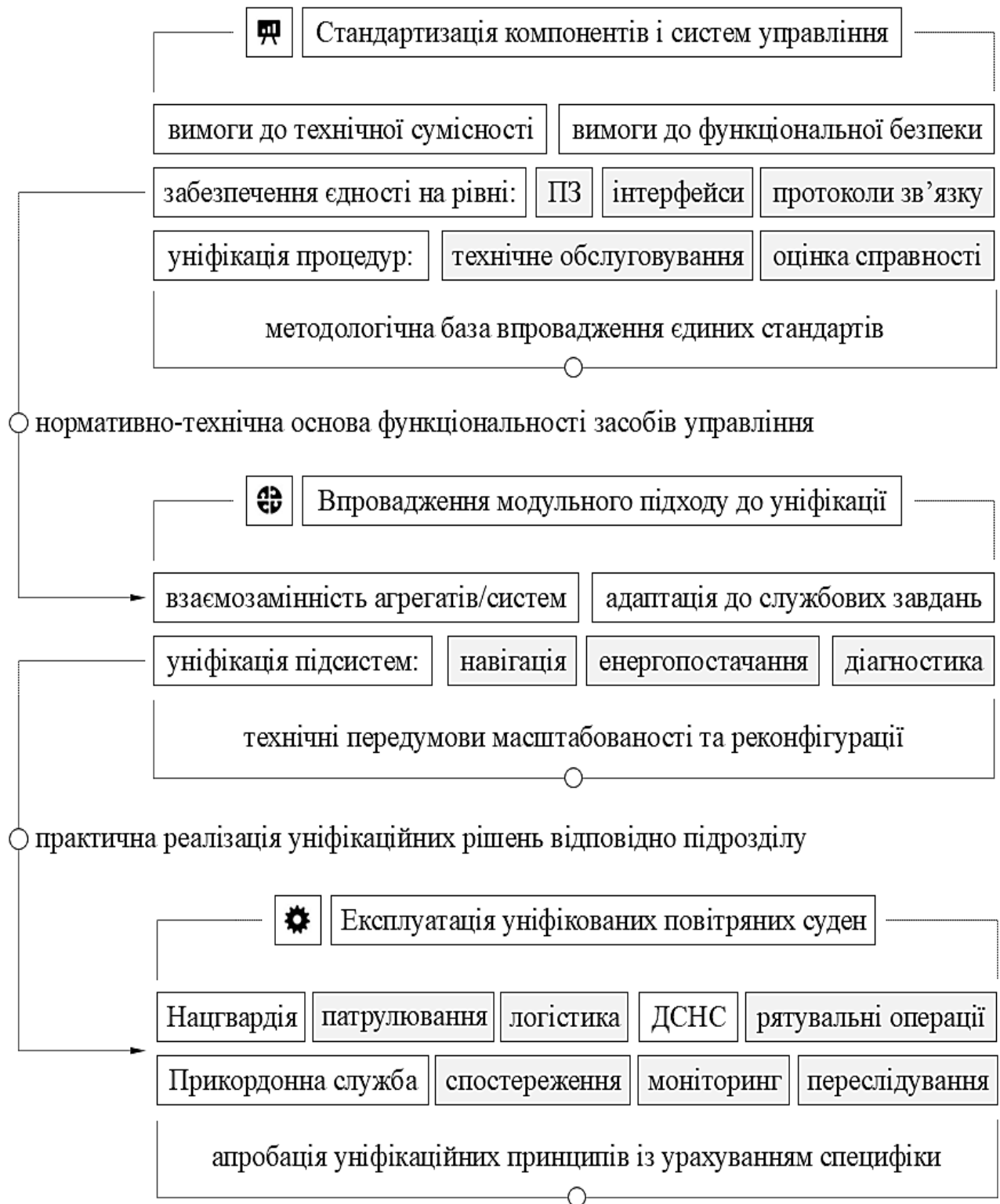


Рис. 3. Етапи та структурні рівні уніфікації систем управління повітряними суднами МВС України

Джерело: сформовано на основі [10-11]

Економічна ефективність уніфікації авіаційної техніки в системі МВС визначається здатністю скоротити витрати на життєвий цикл повітряних суден. Завдяки стандартизації агрегатів, бортових систем і процедур обслуговування забезпечується єдина логістична база, що зменшує потребу в утриманні надлишкових запасів запчастин і спрощує систему постачання на рис.4.

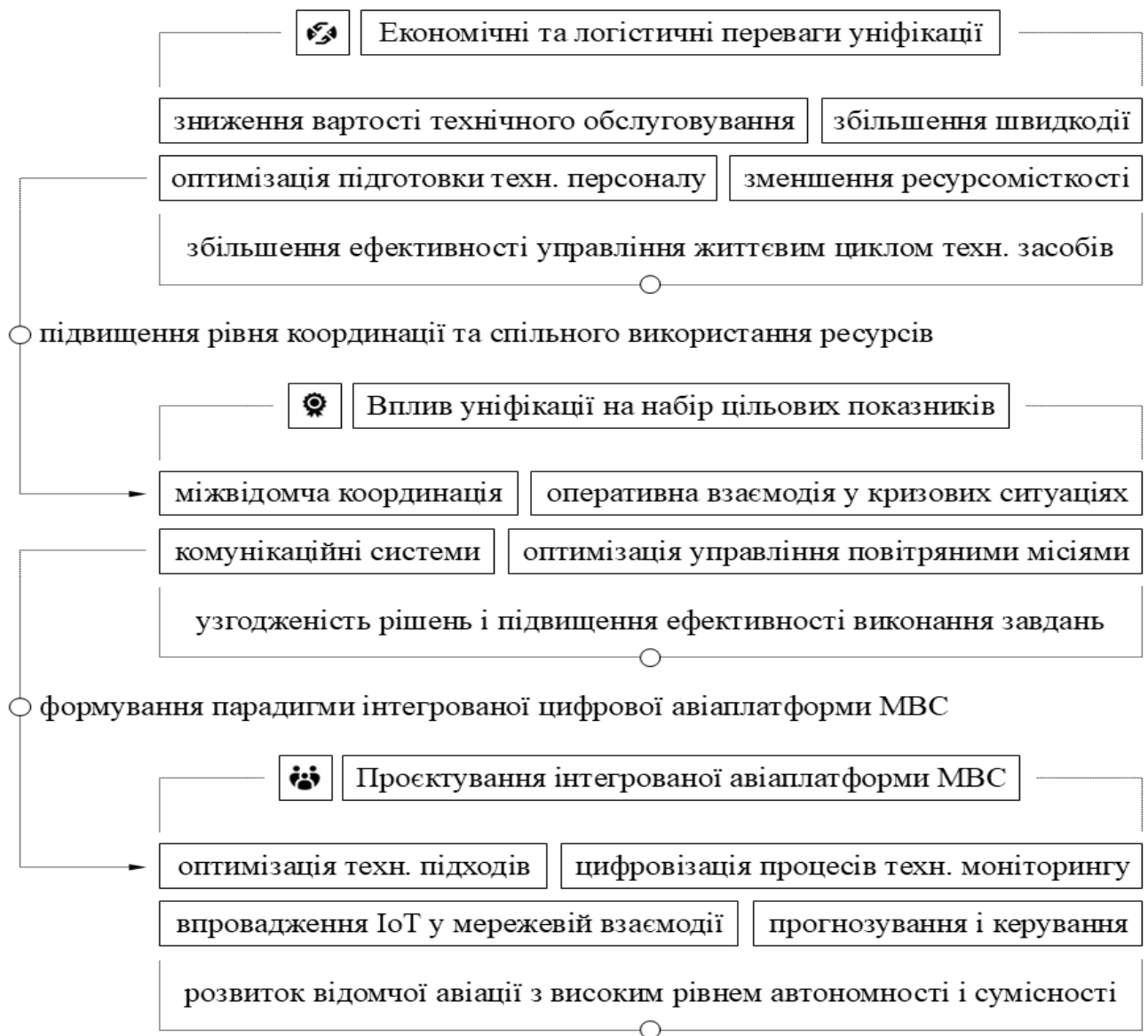


Рис. 4. Економічні, організаційні та технологічні ефекти уніфікації авіаційних систем МВС України

Джерело: власна розробка автора

З логістичної точки зору, уніфікація забезпечує скорочення часу технічного обслуговування та підвищення коефіцієнта готовності повітряних

суден. Застосування уніфікованих інтерфейсів і стандартних процедур діагностики дає змогу швидко виявляти несправності та проводити заміну компонентів без додаткової калібрування або сертифікації.

Уніфікація авіаційної техніки забезпечує формування єдиного технічного простору, який сприяє підвищенню ефективності взаємодії між підрозділами МВС у режимі спільних операцій, виступає операційно-організаційним інструментом, який підвищує узгодженість дій, ефективність розподілу ресурсів і загальну керованість системи авіаційної підтримки МВС.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Дослідження присвячено комплексному аналізу процесів уніфікації в системі авіаційної логістики для використання авіаційної техніки в системі МВС України, спрямованому на підвищення ефективності експлуатації, технічного обслуговування та оперативної взаємодії між підрозділами різного функціонального призначення. У роботі розкрито теоретичні, організаційно-технічні аспекти уніфікації, визначено її роль як стратегічного напрямку розвитку відомчої авіаційної інфраструктури в умовах цифрової трансформації та зростання вимог до міжвідомчої сумісності.

Література

1. Yefimenko, I. M. (2022), “Modern possibilities of using unmanned aerial vehicles by police authorities and units: Analysis of foreign and Ukrainian experience”, *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs*, vol. 27(3). [PDF] elar.navs.edu.ua.
2. Khalymon, S., Hryenko, S., Zolka, V., Hryenko, R., and Volynets, N. (2021), “Legal regulation of unmanned aerial vehicles application in the surveillance of the state border of Ukraine”, *Amazonia Investiga*, vol. 10(40), pp. 190-200. <https://doi.org/10.34069/AI/2021.40.04.19> tech.vernadskyjournals.in.ua.
3. Mykhailov, V., et al. (2021), “Aviation search and rescue personnel training by the means of e-learning platforms in the system of the State Aviation of

Ukraine”, *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 11(2). [PDF] lib.iitta.gov.ua.

4. Hatfield, M., Cahill, C., Webley, P., Garron, J., and Beltran, R. (2020), “Integration of Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System—Efforts by the University of Alaska to Support the FAA/NASA UAS Traffic Management Program”, *Remote Sensing*, vol. 12(19), pp. 3112. <https://doi.org/10.3390/rs12193112>.

5. AL-Dosari, K., and Fetais, N. (2023), “A New Shift in Implementing Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in the Safety and Security of Smart Cities: A Systematic Literature Review”, *Safety*, vol. 9(3), pp. 64. <https://doi.org/10.3390/safety9030064>.

6. Heimsch, D., Speckmaier, M., Gierszewski, D., Schwaiger, F., Mbikayi, Z., and Holzapfel, F. (2024), “Development and Implementation of a Mission Data-Handling Algorithm for an Automatic Flight Guidance System”, *Aerospace*, vol. 11(2), pp.115. <https://doi.org/10.3390/aerospace11020115> .

7. Werbińska-Wojciechowska, S., Giel, R., and Winiarska, K. (2024), “Digital twin approach for operation and maintenance of transportation system — Systematic review”, *Sensors*, vol. 24(18), pp. 6069. <https://doi.org/10.3390/s24186069> .

8. Kabashkin, I. (2024), “The iceberg model for integrated aircraft health monitoring based on AI, blockchain, and data analytics”, *Electronics*, vol. 13(19), pp. 3822. <https://doi.org/10.3390/electronics13193822> .

9. Kwakye, A. D., Jennions, I. K., and Ezhilarasu, C. M., (2024), “Platform health management for aircraft maintenance—A review”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, vol. 238(1), pp. 3-33. <https://doi.org/10.1177/09544100231219736> .

10. Han, P., Sun, X., Zhang, S., Tang, C., and Zhou, J. (2024), “A model-based optimization method of ARINC 653 partition scheduling for Integrated Modular Avionics”, *Aerospace*, vol. 11(11), pp. 915. <https://doi.org/10.3390/aerospace11110915>.

11. Kozlyuk, I. O., and Kovalenko, Y. B. (2020), “Functional bases of the software development and operation in avionics”, *Problems of Informatization and Control*, vol. 63. pp. 49-63. <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/PIU/article/view/14999/21628>.

12. Aretoulaki, E., Ponis, S. T., and Plakas, G. (2023), “Complementarity, Interoperability, and Level of Integration of Humanitarian Drones with Emerging Digital Technologies: A State-of-the-Art Systematic Literature Review of Mathematical Models”, *Drones*, vol. 7(5), pp. 301. <https://www.mdpi.com/2504-446X/7/5/301> .

13. Servaty-Seib, H. L., and Brown, A. (2021), “Emergency preparedness and response education in aviation management programs in the United States”, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, vol. 30(2). <https://doi.org/10.15394/jaaer.2021.1897> .

14. Ainakulov, Z., Pirmanov, I., Koshekov, K., Astapenko, N., Fedorov, I., Zuev, D., and Kurmankulova, G. (2022), “Risk assessment of the operation of aviation maintenance personnel trained on virtual reality simulators”, *Transport and Telecommunication*, vol. 23(4), pp. 320-333. <https://doi.org/10.2478/ttj-2022-0026> .

15. Żyluk, A., Zieja, M., Kawka, K., and Głównicz, B. (2025), “Monitoring and improving aircraft maintenance processes using IT systems”, *Applied Sciences*, vol. 15(3), pp. 1374. <https://doi.org/10.3390/app15031374> .

16. Kabashkin, I. (2024), “Digital Twin Framework for Aircraft Lifecycle Management Based on Data-Driven Models”, *Mathematics*, vol. 12(19), pp. 2979. <https://doi.org/10.3390/math12192979>

17. Kwakye, A. D., Jennions, I. K., and Ezhilarasu, C. M. (2024), “Platform health management for aircraft maintenance—A review”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, vol. 238(3). <https://doi.org/10.1177/09544100231219736>

18. Fu, S., Zhou, L., Xu, Z., and Zhang, Y. (2023), “Prognostic and health management of critical aircraft systems and components: An overview”, *Sensors*, vol. 23(19), pp. 8124. <https://www.mdpi.com/424-8220/23/19/8124>

19. Machulska-Maziarczyk, B. (2022), “The Role of STANAG Testing in Strengthening Interoperability of the Polish Armed Forces within NATO Forces”, *Aviation and Security Issues*, vol. 2(2), pp. 79-90. <https://doi.org/10.55676/asi.v2i2.12>.

References

1. Yefimenko, I.M. (2022), “Modern possibilities of using unmanned aerial vehicles by police authorities and units: Analysis of foreign and Ukrainian experience”, *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs*, vol. 27(3).

2. Khalymon, S. Hrynko, S. Zolka, V. Hrynko, R. and Volynets, N. (2021), “Legal regulation of unmanned aerial vehicles application in the surveillance of the state border of Ukraine”, *Amazonia Investiga*, vol. 10(40), pp. 190-200. <https://doi.org/10.34069/AI/2021.40.04.19> tech.vernadskyjournals.in.ua.

3. Mykhailov, V., et al. (2021), “Aviation search and rescue personnel training by the means of e-learning platforms in the system of the State Aviation of Ukraine”, *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, vol. 11(2).

4. Hatfield, M. Cahill, C. Webley, P. Garron, J. and Beltran, R. (2020), “Integration of Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System—Efforts by the University of Alaska to Support the FAA/NASA UAS Traffic Management Program”, *Remote Sensing*, vol. 12(19), pp. 3112. <https://doi.org/10.3390/rs12193112>.

5. AL-Dosari, K. and Fetais, N. (2023), “A New Shift in Implementing Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in the Safety and Security of Smart Cities: A Systematic Literature Review”, *Safety*, vol. 9(3), pp. 64. <https://doi.org/10.3390/safety9030064>.

6. Heimsch, D. Speckmaier, M. Gierszewski, D. Schwaiger, F. Mbikayi, Z. and Holzapfel, F. (2024), “Development and Implementation of a Mission Data-Handling Algorithm for an Automatic Flight Guidance System”, *Aerospace*, vol. 11(2), pp.115. <https://doi.org/10.3390/aerospace11020115> .
7. Werbińska-Wojciechowska, S. Giel, R. and Winiarska, K. (2024), “Digital twin approach for operation and maintenance of transportation system — Systematic review”, *Sensors*, vol. 24(18), pp. 6069. <https://doi.org/10.3390/s24186069> .
8. Kabashkin, I. (2024), “The iceberg model for integrated aircraft health monitoring based on AI, blockchain, and data analytics”, *Electronics*, vol. 13(19), pp. 3822. <https://doi.org/10.3390/electronics13193822> .
9. Kwakye, A.D. Jennions, I.K. and Ezhilarasu, C.M. (2024), “Platform health management for aircraft maintenance—A review”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, vol. 238(1), pp. 3-33. <https://doi.org/10.1177/09544100231219736> .
10. Han, P. Sun, X. Zhang, S. Tang, C. and Zhou, J. (2024), “A model-based optimization method of ARINC 653 partition scheduling for Integrated Modular Avionics”, *Aerospace*, vol. 11(11), pp. 915. <https://doi.org/10.3390/aerospace11110915>.
11. Kozlyuk, I.O. and Kovalenko, Y.B. (2020), “Functional bases of the software development and operation in avionics”, *Problems of Informatization and Control*, vol. 63, pp. 49-63, available at: <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/PIU/article/view/14999/21628> (Accessed 05 Nov 2025).
12. Aretoulaki, E. Ponis, S.T. and Plakas, G. (2023), “Complementarity, Interoperability, and Level of Integration of Humanitarian Drones with Emerging Digital Technologies: A State-of-the-Art Systematic Literature Review of Mathematical Models”, *Drones*, vol. 7(5), pp. 301, available at: <https://www.mdpi.com/2504-446X/7/5/301> (Accessed 05 Nov 2025).

13. Servaty-Seib, H.L. and Brown, A. (2021), “Emergency preparedness and response education in aviation management programs in the United States”, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, vol. 30(2). <https://doi.org/10.15394/jaaer.2021.1897> .
14. Ainakulov, Z. Pirmanov, I. Koshekov, K. Astapenko, N. Fedorov, I. Zuev, D. and Kurmankulova, G. (2022), “Risk assessment of the operation of aviation maintenance personnel trained on virtual reality simulators”, *Transport and Telecommunication*, vol. 23(4), pp. 320-333. <https://doi.org/10.2478/ttj-2022-0026> .
15. Żyluk, A. Zieja, M. Kawka, K. and Głowczyk, B. (2025), “Monitoring and improving aircraft maintenance processes using IT systems”, *Applied Sciences*, vol. 15(3), pp. 1374. <https://doi.org/10.3390/app15031374> .
16. Kabashkin, I. (2024), “Digital Twin Framework for Aircraft Lifecycle Management Based on Data-Driven Models”, *Mathematics*, vol. 12(19), pp. 2979. <https://doi.org/10.3390/math12192979>
17. Kwakye, A.D. Jennions, I.K. and Ezhilarasu, C.M. (2024), “Platform health management for aircraft maintenance—A review”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, vol. 238(3). <https://doi.org/10.1177/09544100231219736>
18. Fu, S. Zhou, L. Xu, Z. and Zhang, Y. (2023), “Prognostic and health management of critical aircraft systems and components: An overview”, *Sensors*, vol. 23(19), pp. 8124, available at: <https://www.mdpi.com/424-8220/23/19/8124> (Accessed 05 Nov 2025).
19. Machulska-Maziarczyk, B. (2022), “The Role of STANAG Testing in Strengthening Interoperability of the Polish Armed Forces within NATO Forces”, *Aviation and Security Issues*, vol. 2(2), pp. 79-90. <https://doi.org/10.55676/asi.v2i2.12>.

Стаття надійшла до редакції 19.11.2025 р.