

# АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА

УДК 629.7.01

DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-2/02>**Бойко С.М.**

Криворізький національний університет

**Ножнова М.О.**

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

**Журід В.І.**

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

**Олійник Ю.Л.**

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

**Ємець В.В.**

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

## ДО ПИТАННЯ ЛЬОТНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СФЕРИ ЇХ УПРОВАДЖЕННЯ

Безпілотні літальні апарати та їх впровадження в різні сфери сьогодні є дуже актуальною темою для дослідження. Безпілотні літальні апарати на тепер застосовуються в таких сферах, як археологія, архітектура, сільське господарство, містобудування, аеротаксі, картографія, кінозйомка тощо. На даний момент ведуться розробки безпілотних літальних апаратів для польотів у відкритому космосі, для роботи в агресивному середовищі й на інших планетах. Безпілотні літальні апарати активно використовуються у військових цілях. Безпілотні літальні апарати є ефективними в застосуванні для моніторингу навколишнього середовища. Також безпілотні літальні апарати застосовуються для забезпечення правопорядку підрозділами Міністерства внутрішніх справ як України, так й інших країн світу. Розвиток функціональних можливостей безпілотних літальних апаратів дає додаткові можливості під час їх експлуатації та покращує їхні льотні характеристики. Водночас у залежності від сфер упровадження безпілотних літальних апаратів та від завдань, які перед ними ставляться, залежать і їхні тактико-технічні характеристики. Зважаючи на різноманітні задачі та специфіку умов застосування безпілотних літальних апаратів у різних сферах застосування, виникає необхідність урахування особливостей та специфіки льотної експлуатації тих чи інших типів безпілотних літальних апаратів під час виконання завдань у нових сферах застосування. Проте слід зауважити, що певну роль у льотній експлуатації безпілотних літальних апаратів відіграє людський фактор, який теж слід урахувати. У статті обґрунтовано необхідність подальшого вивчення питання льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів у залежності від сфери їх упровадження. Запропоновано надалі, під час формування підходів до льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів урахувати не тільки специфіку їх експлуатації, а і людський фактор у залежності від сфери впровадження різних типів безпілотних літальних апаратів.

**Ключові слова:** безпілотні літальні апарати, льотна експлуатація, модернізація безпілотних літальних апаратів, безпека польотів, людський фактор.

**Постановка проблеми.** Безпілотні літальні апарати (далі – БПЛА) та їх упровадження в різні сфери нині є дуже актуальною темою для дослідження [1]. БПЛА застосовуються в таких сферах, як археологія, архітектура, сільське господарство, містобудування, аеротаксі, картографія, кінозйомка тощо. Натепер ведуться розробки БПЛА для польотів у відкритому космосі, для роботи в агресивному середовищі й на інших планетах [2]. БПЛА активно використовуються у військових цілях. БПЛА є ефективними в застосуванні для моніторингу навколишнього середовища. Також БПЛА застосовуються для забезпечення правопорядку підрозділами як МВС України, так й інших країн світу.

Розвиток функціональних можливостей БПЛА дає додаткові можливості під час їх експлуатації та покращує їхні льотні характеристики. Водночас у залежності від сфер упровадження БПЛА та від завдань, які перед ними ставляться, залежать і їхні тактико-технічні характеристики. Зважаючи на різноманітні задачі та специфіку умов застосування БПЛА у різних сферах застосування, виникає необхідність урахування особливостей та специфіки льотної експлуатації тих чи інших типів БПЛА під час виконання завдань у нових сферах застосування [3].

Однак слід зауважити, що певну роль у льотній експлуатації БПЛА відіграє людський фактор, який теж слід ураховувати.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Більшість досліджень направлено на поліпшення льотних характеристик існуючих БПЛА за допомогою вдосконалення конструкції апарату або внесення змін у систему управління БПЛА [1–10].

БПЛА використовуються не тільки в дослідницьких цілях, але й для транспортних, військових, рятувальних потреб. Багато в чому тип БПЛА залежить від мети його застосування [1–13].

**Мета статті** – обґрунтування необхідності врахування особливостей льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів у залежності від сфери їх впровадження.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Безумовно, БПЛА мають ряд переваг у порівнянні з пілотованою авіатехнікою. Серед них – насамперед відсутність екіпажу, відносно невисока собівартість і низькі витрати на їх експлуатацію. Різноманітність типів БПЛА сприяє їх впровадженню в різних сферах для виконання все нових і нових завдань.

Однак у порівнянні з пілотованою авіатехнікою БПЛА мають низку недоліків. Поміж іншого,

БПЛА характеризуються меншою автономністю застосування, сучасне програмне забезпечення не має можливості функціонально повністю компенсувати відсутність екіпажу на борту [6].

Зважаючи на вказані недоліки БПЛА, слід зазначити, що в подальшому застосуванні є ряд аспектів, що унеможливають вирішення таких завдань, як [7]:

- транспортування пасажирів, що вимагає підвищеної надійності та безумовної присутності на борту екіпажу, здатного управляти відповідним типом повітряного судна в ручному режимі пілотування та за нештатних ситуацій спроможного вжити дії щодо порятунку повітряного судна;

- виконання високоточного та вибіркового візуального спостереження швидкоплинної наземної обстановки в складних умовах неможливе без прийняття нестандартних рішень пілотом повітряного судна;

- під час використання в надзвичайних ситуаціях повітряного судна важливу роль у пілотуванні відіграє миттєве прийняття рішень, часто не стандартних, пілотом.

Водночас БПЛА актуальні для застосування у вирішенні завдань, недоступних пілотованому аналогу повітряного судна, до яких можна віднести такі [8]:

- велику тривалість польоту, що екіпаж фізично не має можливості виконати;

- політ на великих швидкостях, що характеризується тривалою дією різних тривалих перевантажень на організм пілота;

- маневри під час експлуатації повітряного судна, які характеризуються кутовими швидкостями, що перевищують порогові значення, які здатен витримати організм пілота;

- експлуатація на борту повітряного судна обладнання, що негативно впливає на стан здоров'я пілота;

- виконання небезпечних завдань за умови можливого ураження повітряного судна;

- експлуатація повітряного судна в умовах біологічного, хімічного або радіоактивного зараження.

До основних сфер, де застосовуються БПЛА, належать [9]:

1. Спектроналізна зйомка.
2. Аерофотозйомка місцевості.
3. Моніторинг стану нафтопроводів і газопроводів.
4. Моніторинг стану забруднення навколишнього середовища.
5. Охорона великих територій зі складним рельєфом у денний і нічний час.

6. Моніторинг стану природних ресурсів.
7. Моніторинг стану повітряних ліній електропередач.
8. Моніторинг стану будівель.
9. Моніторинг дорожньої обстановки, виявлення заторів та аварій.
10. Охорона правопорядку на великих територіях зі складним рельєфом місцевості.
11. Використання для контролю прикордонної території.
12. Застосування в силових структурах.
13. Сфера обслуговування.
14. Використання для пошуку та порятунку людей.

Все це – далеко не повний перелік сфер удосконалення БПЛА.

Ця різноманітність зумовлена технологічністю БПЛА, яка характеризується ознаками, що визначають види цих літальних апаратів, причому збільшення сфер їх використання, безумовно, породжує збільшення кількості цих ознак. Сучасні класифікації не є досить повними, оскільки не розглядають всі види БПЛА, які існують сьогодні, у зв'язку з динамічним розвитком цієї технології [10].

Між тим, передпольотна підготовка відіграє дуже важливу роль у виконанні польотів. Екіпажі повітряних суден мають бути забезпечені різноманітною інформацією, необхідною для прийняття рішення на виліт та безпечного виконання польоту. Обов'язки забезпечення передпольотною інформацією та надання рекомендацій стосовно подальшого польоту покладено на льотних диспетчерів, що забезпечують польоти в кожній сучасній авіакомпанії. Дуже часто не менш важлива інформація, що надходить до льотного диспетчера, має динамічний характер, та час на її сприйняття та аналіз стає значно меншим. Тому доцільно розробити систему підтримки прийняття рішень льотного диспетчера під час підготовки передпольотної інформації [11].

Статистика показує, що майже 50% авіаційних подій сталося через порушення національних авіаційних правил, експлуатаційних посібників, інструкцій та вимог передпольотної підготовки. У деяких випадках тимчасові економічні вигоди мають пріоритет, і безпека польоту має високий ризик.

Іноді через брак часу льотний екіпаж виконує підготовку до польоту в недостатній строк, що призводить до невідомості ситуацій, а найгірше – до авіаційних подій. Характер, зміст та складність інформації різняться, тому важливо надати інформацію таким чином, щоб пілоти могли легко її осягнути [12].

Існує можливість підвищити ефективність підготовки передпольотної інформації за допомогою інформаційного забезпечення офіцера льотних операцій під час надання рекомендацій льотним бригадам щодо можливості вильоту вертольотів. Такі програми допомагають створити оптимальні оперативні польотні плани з високою точністю щодо вітру, температури, приймати графіки погоди та звіти, графічні зображення маршруту та профілю польоту й іншу інформацію, яка передбачається відповідним польотом. Кожен оператор вертольоту вибирає власну систему планування польотів, що підходить для цілей, стратегії та вимог польотних операцій.

Під час планування польотів та підготовки передпольотної інформації спеціаліст аеронавігаційної інформації стикається з низкою труднощів, наприклад, комп'ютер обчислює лише найкоротший маршрут, не враховуючи особливостей експлуатації даного ПС (обмеження, пов'язані з технічним статусом) або особливостей зон ОПП. Крім того, такі системи не дозволяють виводити часткову інформацію, коли необхідно підтримувати льотний екіпаж у процесі прийняття рішень [13].

Тому необхідно розробити інформаційну підтримку для прийняття правильних, безпечних рішень, що надасть у такому динамічному середовищі точну, повну та упереджену інформацію для оцінки всіх факторів, які можуть впливати на рішення про виліт та намір продовжувати безпечний рейс.

Відповідно до вимог ІКАО щодо планування польотів, автоматизовані передпольотні інформаційні системи для проведення інструктажів та планування польотів повинні мати можливість:

а) забезпечувати постійне та своєчасне оновлення системної бази даних та моніторинг дійсності й цілісності інформації, що зберігається перед польотом;

б) дозволяти доступ до системи операторами та членами льотного екіпажу, а також іншими зацікавленими користувачами аеронавігації за допомогою відповідних засобів зв'язку;

в) використовувати процедури доступу та опитування на основі скороченої простої мови, користувальницького інтерфейсу, керованого меню або інших відповідних механізмів;

г) забезпечити швидке реагування на запит користувача на інформацію.

Система повинна мати два режими роботи [14]:

– передпольотний інформаційний режим;

– режим підтримки рішення про виїзд.

У передпольотному інформаційному режимі роботи встановлюються вихідні дані:

- аеродром вильоту [13];
- маршрут польоту;
- аеродром призначення;
- альтернативний аеродром;
- тип ACFT.

Інформація, що взята з бази даних, зібрана та розподілена в інформаційні блоки відповідно до встановлених початкових даних (DEP AD (аеродром вильоту), DES AD (пункт призначення – аеродром), FLT ROUTE (маршрут польоту), ALT AD (альтернативний аеродром), ACFT (операційна інформація за типом ACFT) [14].

У режимі підтримки рішення про виліт система аналізує можливість вильоту ПС щодо фактичних умов. Для аналізу можливості вильоту система бере інформацію з вибраних інформаційних блоків та вхідних даних і поміщає їх у модуль підтримки прийняття рішень. Після запиту диспетчера база даних збирає дані, необхідні для оцінки кожного коефіцієнту, отримує та порівнює результат кожного із затвердженими умовами. Відповідно до оцінки кумулятивних факторів система видає рекомендації щодо можливості вильоту ПС і в разі негативної відповіді повідомляє, який фактор не задовольняє. На цьому етапі система для підготовки передпольотної інформації виконує такі завдання [15]:

- аналіз придатності відправлення вертодрому за встановленими стандартами фактичних метеорологічних умов;
- аналіз прогнозованих небезпечних погодних явищ на маршруті польоту;

- аналіз фактичних та прогнозованих метеорологічних умов призначення вертодрому;
- аналіз технічного стану вертодрому вильоту та призначення;
- аналіз повітряної обстановки;
- вибір альтернативного вертодрому;
- аналіз готовності льотного екіпажу;
- аналіз технічної готовності та льотної придатності ПС;
- перевірка поданого та підтвердженого плану польоту;
- перевірка наявності обмежень ваги ПС.

Таким чином, результати аналізу показали, що, незважаючи на льотну експлуатацію БПЛА без пілотів на борту, значну роль в їх експлуатації відіграє оператор. А різноманітність сфер застосування БПЛА і велика кількість їх типів, що мають різні характеристики, підтверджує необхідність ретельного вивчення льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів у залежності від типу та сфери їх впровадження.

**Висновки.** 1. У статті обґрунтовано необхідність подальшого вивчення питання льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів у залежності від сфери їх упровадження.

2. Запропоновано далі, під час формування підходів до льотної експлуатації безпілотних літальних апаратів урахувати не тільки специфіку їх експлуатації, а і людський фактор у залежності від сфери впровадження різних типів безпілотних літальних апаратів.

#### Список літератури:

1. Безпека авіації / В.П. Бабак та ін. Київ : Техніка, 2004. 584 с.
2. Козейчук Е.Ю. Стан сучасного проектування дронів, системи управління дронами, конструкції коптерів, елементи коптерів, solidworks. *Automation and development of electronic devices aded*. 2019. С. 64–66.
3. Цимбалістова О. А. Розвиток ринку послуг безпілотних літальних апаратів як основний напрямок інноваційного прогресу сучасної авіації. *Економічний аналіз* : зб. наук. праць ; Тернопільський національний економічний університет. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2015. Том 19. № 1. С. 116–122.
4. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами : монография. Казань : ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования». Серия «Современная прикладная математика и информатика», 2013. 768 с.
5. Петров А.М. Применение дронов в сельском хозяйстве. *Молодой ученый*. 2014. № 2. С. 182–184.
6. Глотов В., Церклевич А. Аналіз і перспективи аерознімання з безпілотного літального апарата. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Сер.: Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка». 2014. Вип. I (27). С. 131–136.
7. Кутовий О.П. Тенденції розвитку безпілотних літальних апаратів. *Наука і озброєння*. 2014. № 4. С. 39–47.
8. Луцький М.Г. Розвиток міжнародного регулювання та нормативної бази використання безпілотних літальних апаратів. *Вісник НАУ* / М.Г. Луцький та ін. 2015. № 4. С. 5–14.
9. Харченко О.В., Кулешин О.В., Коцуренко Ю.В. Класифікація та тенденції створення безпілотних літальних апаратів військового призначення. *Наука і оборона*. 2015. № 6 С. 47–54.
10. Класифікація безпілотних літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка* / О.І. Тимочко та ін. 2007. Вип. 1 (9). С. 61.



11. Ростопчин В.В., Бурдун І.Е. Безпілотні авіаційні системи: основні поняття. *Електроніка: Наука, Технологія, Бізнес*. 2016. № 7. С. 82–88.
12. Аналіз доцільності створення та застосування багатофункціональних безпілотних авіаційних комплексів цивільного призначення. *Системи озброєння і військова техніка* / А.В. Приймак та ін. 2010. № 3 (23). С. 142–145.
13. Reg Austin, Unmanned aircraft systems : UAVS design, development and deployment. 2010. John Wiley & Sons Ltd.
14. Shmelova T., Sikirda Y. Models of Decision Making Operators of Socio-Technical System. International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania, 2018. P. 33–75.
15. Shmelova T., Sikirda Y. Analysis of the Development Situation and Forecasting of Development of Emergency Situation in Socio-Technical Systems. International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania, 2018. P. 76–107.

**Boiko S.M., Nozhnova M.O., Zhurid V.I., Oliinyk Yu.L., Yemets V.V.**

**ON THE ISSUE OF FLIGHT OPERATION OF UNMANNED AIRCRAFT DEPENDING  
ON THE FIELD OF THEIR IMPLEMENTATION**

*Unmanned aerial vehicles and their implementation in various fields today are a very relevant topic for research. Unmanned aerial vehicles are currently used in such areas as archeology, architecture, agriculture, urban planning, aerotaxi, cartography, filming, and others. Currently, unmanned aerial vehicles are being developed for spaceflight, for work in aggressive environments and on other planets. Unmanned aerial vehicles are actively used for military purposes. Unmanned aerial vehicles are effective when used for environmental monitoring. Also, unmanned aerial vehicles are used to ensure law and order by units of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine and other countries. The development of the functionality of unmanned aerial vehicles gives them additional capabilities during operation and improves their flight characteristics. Meanwhile, depending on the areas of implementation of unmanned aerial vehicles and the tasks set before them, their tactical and technical characteristics also depend. Given the various tasks and specifics of the conditions of application of unmanned aerial vehicles in different areas of application, there is a need to take into account the features and specifics of flight operation of certain types of unmanned aerial vehicles when performing tasks in new applications. Meanwhile, it should be noted that a certain role in the flight operation of unmanned aerial vehicles is played by the human factor, which should also be taken into account. The article substantiates the need for further study of the flight operation of unmanned aerial vehicles depending on the scope of their implementation. It is proposed in the future, when forming approaches to the flight operation of unmanned aerial vehicles to take into account not only the specifics of their operation, but also the human factor depending on the scope of implementation of different types of unmanned aerial vehicles.*

**Key words:** *unmanned aerial vehicles, flight operation, modernization of unmanned aerial vehicles, flight safety, human factor.*