

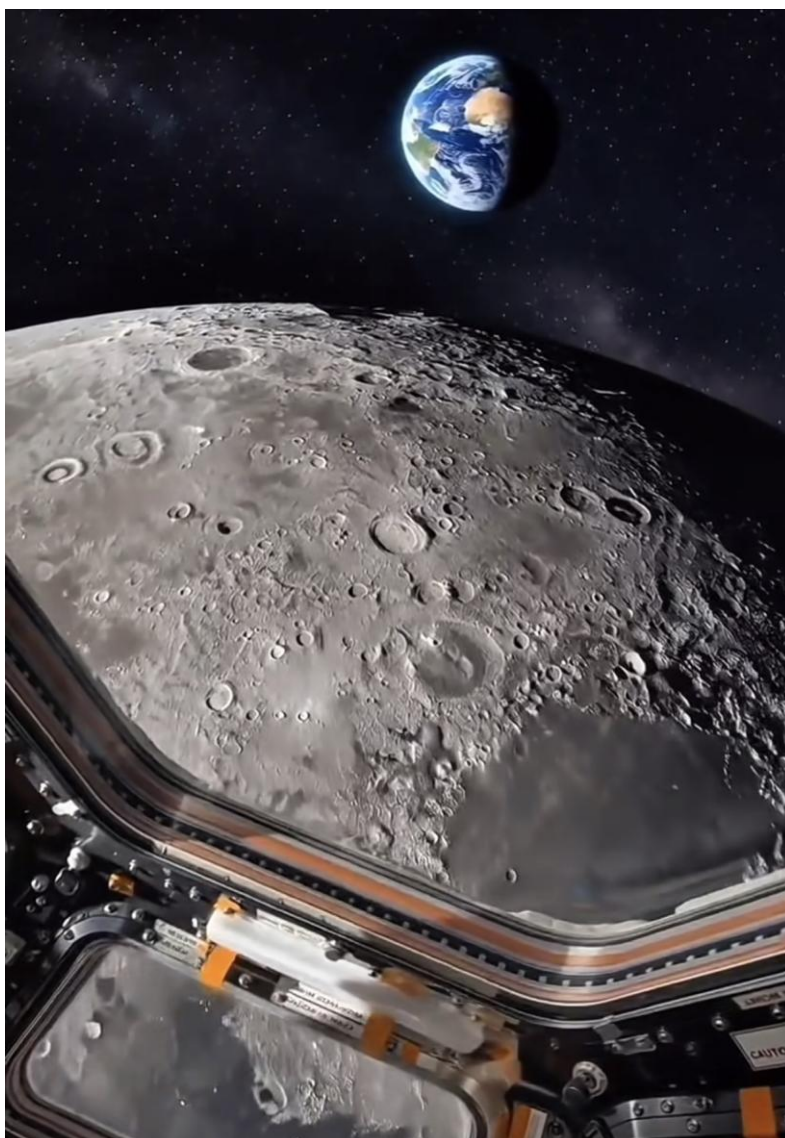


ПРИСВЯЧЕНО

75-річчю
Української
державної льотної
академії,
Міжнародному дню
авіації і
космонавтики та
Дню працівників
ракетно-космічної
галузі України
8 квітня 2026 року
Кропивницький

МАТЕРІАЛИ

XLIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених, здобувачів вищої освіти
«АВІАЦІЯ ТА КОСМОНАВТИКА: НАПРЯМИ
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ»



DEDICATED TO
The 75th anniversary
of the Ukrainian
State Flight
Academy, the
International Day of
Aviation and
Cosmonautics, and
the Day of Rocket
and Space Industry
Workers of Ukraine
8 April 2026
Kropyvnytskyi

PROCEEDINGS

of the XLIII All-Ukrainian Scientific and
Practical Conference of Early-Career Researchers,
PhD and University Students
“AVIATION AND COSMONAUTICS:
DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT”

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА ЛЬОТНА АКАДЕМІЯ**



МАТЕРІАЛИ

**XLIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих
учених, здобувачів вищої освіти**

**«АВІАЦІЯ ТА КОСМОНАВТИКА: НАПРЯМИ
ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ»**

*(присвяченої 75-річчю Української державної льотної академії, Міжнародному
дню авіації і космонавтики та Дню працівників ракетно-космічної галузі України)*

8 квітня 2026 року

Кропивницький

2026

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE FLIGHT ACADEMY



PROCEEDINGS

**of the XLIII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of
Early-Career Researchers, PhD and University Students**

**“AVIATION AND COSMONAUTICS: DIRECTIONS OF
INNOVATIVE DEVELOPMENT”**

*(Dedicated to the 75th anniversary of the Ukrainian State Flight Academy, the
International Day of Aviation and Cosmonautics, and the Day of Rocket and Space
Industry Workers of Ukraine)*

8 April 2026

Kropyvnytskyi

2026

УДК: 656.7

A20

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19650422>

Рекомендовано до друку рішенням Методичної ради
Української державної льотної академії

(протокол № 8 від 15 квітня 2026 року)

A20 АВІАЦІЯ ТА КОСМОНАВТИКА: НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ: Збірник матеріалів XLIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та здобувачів вищої освіти (Кропивницький, 8 квітня 2026 р.), присвяченої 75-річчю Української державної льотної академії, Міжнародному дню авіації і космонавтики та Дню працівників ракетно-космічної галузі України. Кропивницький: УДЛА, 2026. 491 с.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ УДЛА

Голова редакційної колегії: Подопрігора Наталія Володимирівна – д.пед.н., проф., в.о. проректора з наукової роботи та міжнародної діяльності.

Члени редакційної колегії:

Невиніцин Андрій Миколайович – к.т.н., доц., в.о. декана факультету льотної експлуатації;

Неділько Сергій Миколайович – д.т.н., проф., в.о. завідувача кафедри льотної експлуатації та безпеки польотів;

Пальоний Андрій Сергійович – к.т.н., доц., в.о. завідувача кафедри аеронавігації, метеорології та організації повітряного руху;

Панченко Володимир Анатолійович – д.е.н., д.н. з держ.упр., проф., завідувач кафедри менеджменту авіаційної діяльності;

Письменна Марія Сергіївна – д.е.н., проф., в.о. декана факультету авіаційного менеджменту;

Півень Вікторія Василівна – к.пед.н., доц., завідувач кафедри професійної та авіаційної мовної підготовки;

Романько Ірина Іванівна – к.і.н., доц., доцент кафедри педагогіки вищої школи та соціально-гуманітарних дисциплін;

Сахненко Яна Сергіївна – к.пед.н., доц., завідувач кафедри пошуку, рятування та спеціальної фізичної підготовки;

Сікірда Юлія Володимирівна – к.т.н., проф., завідувач кафедри конструкції повітряних суден, авіаційних двигунів та підтримання льотної придатності;

Супрун Володимир Миколайович – к.ю.н., доц., в.о. завідувача кафедри права та правового забезпечення авіаційної діяльності;

Суркова Катерина Вікторівна – к.пед.н., доц., завідувач кафедри інформаційних технологій та авіаційних робототехнічних систем.

Відповідальний секретар: Черноглазова Ганна Віталіївна – к.пед.н., начальник відділу міжнародних зв'язків.

Збірник містить матеріали доповідей учасників XLIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та здобувачів вищої освіти (Кропивницький, 8 квітня 2026 р.), присвяченої 75-річчю від дня заснування Української державної льотної академії.

У матеріалах висвітлено результати сучасних наукових досліджень за напрямками інноваційного розвитку авіаційної галузі, безпеки польотів, експлуатації повітряних суден та аеронавігації. Значну увагу приділено актуальним питанням економіки, права, менеджменту та гуманітарним аспектам підготовки авіаційних фахівців у контексті євроінтеграційних процесів. Окремий акцент зроблено на впровадженні інтелектуальних систем, безпілотних авіаційних технологій та цифрових рішень у сучасному авіаційному просторі.

Видання зареєстроване у міжнародному реєстрі Zenodo із присвоєнням цифрового ідентифікатора DOI, що забезпечує відкритість матеріалів для світової наукової спільноти та їх індексацію у наукометричних базах.

Розраховано на науковців, викладачів, молодих учених, здобувачів вищої освіти, а також фахівців авіаційної галузі та всіх, хто цікавиться перспективними напрямками розвитку авіаційної науки і техніки.

Матеріали надруковані в авторській редакції. Відповідальність за зміст доповідей, точність наведених даних, цитат та посилань несуть автори.

© Українська державна льотна академія, 2026

© Автори тез, 2026

UDC: 656.7

A20

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19650422>

Recommended for publication by the
decision of the Methodological Council of
the Ukrainian State Flight Academy
(Minutes No. 8 dated April 15, 2026)

A20 AVIATION AND COSMONAUTICS: DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT:

Proceedings of the XLIII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Early-Career Researchers, PhD and University Students (Kropyvnytskyi, April 8, 2026), dedicated to the 75th anniversary of the Ukrainian State Flight Academy, the International Day of Aviation and Cosmonautics, and the Day of Rocket and Space Industry Workers of Ukraine. Kropyvnytskyi: USFA, 2026. 491 p.

EDITORIAL BOARD OF USFA

Head of the Editorial Board: Podoprygora Nataliia Volodymyrivna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Acting Vice-Rector for Scientific Work and International Activity.

Members of the Editorial Board:

Nevynitsyn Andrii Mykolaiovych – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Acting Dean of the Flight Operation Faculty;

Nedilko Serhii Mykolaiovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Acting Head of the Flight Operation and Flight Safety Department;

Palionyi Andrii Serhiiiovych – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Air Navigation, Meteorology and Air Traffic Management Department;

Panchenko Volodymyr Anatoliiovych – Doctor of Economic Sciences, Doctor of Public Administration, Professor, Head of the Aviation Management Department;

Pysmenna Mariia Serhiivna – Doctor of Economic Sciences, Professor, Acting Dean of the Aviation Management Faculty;

Piven Viktoriia Vasylivna – PhD in Education, Associate Professor, Head of the Professional and Aviation Language Training Department;

Romanko Iryna Ivanivna – PhD in Historical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Higher Education Pedagogy and Social-Humanitarian Disciplines Department;

Sakhnenko Yana Serhiivna – PhD in Education, Associate Professor, Head of the Search, Rescue and Special Physical Training Department;

Sikirda Yuliia Volodymyrivna – PhD in Technical Sciences, Professor, Head of the Aircraft Structures, Aviation Engines and Maintenance of Airworthiness Department;

Suprun Volodymyr Mykolaiovych – PhD in Law, Associate Professor, Acting Head of the Law and Legal Support of Aviation Activity Department;

Surkova Kateryna Viktorivna – PhD in Education, Associate Professor, Head of the Information Technologies and Aviation Robotic Systems Department.

Executive Secretary: Chornohlazova Hanna Vitaliivna – PhD in Education, Head of the International Relations Department.

The proceedings contain the materials of the reports of the participants of the XLIII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Early-Career Researchers, PhD and University Students (Kropyvnytskyi, April 8, 2026), dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Ukrainian State Flight Academy.

The materials highlight the results of modern scientific research in the areas of innovative development of the aviation industry, flight safety, aircraft operation, and air navigation. Considerable attention is paid to pressing issues of economics, law, management, and humanitarian aspects of aviation specialists' training in the context of European integration processes. A special emphasis is placed on the implementation of intellectual systems, unmanned aerial vehicles (UAV), and digital solutions in the modern aviation space.

The publication is registered in the international Zenodo registry with a digital object identifier (DOI), which ensures the openness of the materials to the global scientific community and their indexing in scientometric databases.

Designed for scientists, academic staff, early-career researchers, PhD and university students, as well as aviation industry professionals and anyone interested in promising directions of aviation science and technology development.

The materials are published in the author's original edition. The authors are responsible for the content of the reports, the accuracy of the given data, quotes, and references.

© Ukrainian State Flight Academy, 2026

© Authors of the papers, 2026

Зміст

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПІЛОТАЖНО-НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ	218
¹ Горобець Павло Вікторович, ² Калашник-Рибалко Мирослава Анатоліївна	218
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ АТМОСФЕРНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРОГНОЗУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ.....	221
Голубенко Богдан Владиславович	221
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АЕРОНАВІГАЦІЇ: ВІД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО РУХУ ДО ІНТЕГРАЦІЇ U-SPACE.....	224
Данильченко Дар'я Анатоліївна	224
ТЕХНОЛОГІЇ ВІДДАЛЕНИХ ВЕЖ (RTS) ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ВІДНОВЛЕННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ АЕРОПОРТІВ УКРАЇНИ	227
Данильченко Дар'я Анатоліївна	227
ЛІЗИНГ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО РУХУ	229
¹ Ельміра Джафарова, ² Мирослава Калашник-Рибалко	229
АНАЛІЗ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БПЛА ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ.....	231
Дикій Богдан Олександрович	231
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ДИНАМІЧНОГО ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ДИСПЕТЧЕРА УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ..	234
Мордован Андрій Віталійович	234
ПОСТАНОВКА НАУКОВОГО ЗАВДАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ УМОВАХ	237
Нестеренко Олександр Миколайович.....	237
ПОСТАНОВКА НАУКОВОГО ЗАВДАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОГОДНИХ УМОВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ БПЛА	240
Одайник Борис Володимирович.....	240
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ СЦЕНАРІЇВ ДЛЯ СУЧАСНИХ ДИСПЕТЧЕРСЬКИХ ТРЕНАЖЕРІВ	243
Пасічна Вікторія Вікторівна	243
СЕКЦІЯ 4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РОБОТОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ: МОДЕЛЮВАННЯ, ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ І ПРОФЕСІЙНЕ НАВЧАННЯ.....	246
ВИКОРИСТАННЯ GOOGLE-СЕРВІСІВ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПРАВНИКА: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ.....	246
Биков Михайло Сергійович	246
ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	249
Волобосев Артур Олегович	249
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ІЗ ПРОТИДІЇ КІБЕРЗАГРОЗАМ В АВІАЦІЙНОМУ СЕКТОРІ.....	253
Волобосева Злата Олегівна.....	253
СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ПОЛЬОТІВ.....	256
Гіруліс Оксана Віталіївна	256

ПОСТАНОВКА НАУКОВОГО ЗАВДАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ УМОВАХ

Нестеренко Олександр Миколайович

Українська державна льотна академія, м. Кропивницький, Україна

alexnest1973@gmail.com

Науковий керівник: Калашник Г. А., д.геол.н., професор, професор кафедри аеронавігації, метеорології та організації повітряного руху УДАА

kalashnik_anna1@ukr.net

Розвиток безпілотних авіаційних систем демонструє парадигмальний зсув від дистанційного керування до повної автономності в умовах високого ступеня невизначеності. Ефективність виконання місій безпосередньо залежить від здатності бортових систем підтримувати стабільність та точність навігації в дестабілізуючих умовах, до яких належать відсутність сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS-denied), активна радіоелектронна протидія (РЕБ), складні метеоумови та динамічні перешкоди. Традиційні підходи до навігації, що покладаються на GPS/IMU-фільтрацію, виявляються недостатніми при зіткненні з нелінійними збуреннями та негауссівськими шумами, що характерні для зон активного конфлікту.

Метою роботи є постановка наукового завдання вдосконалення методів навігації, стабілізації та управління малорозмірних безпілотних літальних апаратів (БпЛА) в дестабілізуючих умовах на основі інтеграції алгоритмів візуальної локалізації, робастної фільтрації та адаптивного планування траєкторій.

Поряд із штучним радіоелектронним придушенням, значний дестабілізуючий вплив на навігацію БпЛА мають природні явища. Зокрема, результати експериментальних досліджень якості приймання сигналів супутникових систем навігації (GNSS) одночастотними приймачами в умовах варіацій космічної погоди свідчать, що за таких перешкод у вимірах з'являються аномальні викиди або багато аномальних вимірів різної тривалості [1, с. 129]. У цьому випадку точність оцінювання суттєво знижується, а деякі джерела помилок, що виникають при роботі GNSS, дуже важко усунути традиційними алгоритмами приймачів.

В умовах впливу засобів РЕБ або сильних електромагнітних завад вимірювання сенсорів піддаються впливу аномальних викидів (outliers), що робить класичні алгоритми (наприклад, розширений фільтр Калмана – EKF) неефективними.

Оптимальним рішенням для оцінки стану є поєднання критерію максимальної корентропії (MCC) з парадигмою Н ∞ -управління. Алгоритми типу Н ∞ -MCUKF дозволяють одночасно придушувати вплив імпульсних завад та забезпечувати гарантовану точність у найгіршому випадку (worst-case scenario), розглядаючи шум як сигнал з обмеженою енергією [2].

Одночасно з цим, для подолання залежності від GNSS необхідне застосування алгоритмів візуальної одночасної локалізації та побудови карти (Visual SLAM), що

дозволяють БпЛА використовувати візуальну інформацію з камер для визначення місцеположення [3].

Інтеграція даних інерціальних модулів (IMU) та оптимізація замкненого циклу (closed-loop optimization) суттєво підвищують надійність системи, зменшуючи накопичену похибку.

Для безпечного планування траєкторії в невідомих середовищах простої хмари точок недостатньо, тому доцільним є використання полів евклідових знакових відстаней (ESDF), що дозволяє обчислювати відстань до перешкод у кожній точці простору для генерації безпечних маршрутів [4, с. 168].

Крім того, системи управління еволюціонують у бік використання штучного інтелекту, зокрема навчання з підкріпленням (RL), для прийняття рішень у реальному часі при неповноті сенсорних даних [5, с. 6030].

Новизна роботи полягає у комплексній інтеграції робастних методів оцінювання, візуальної навігації та інтелектуального управління для малорозмірних БпЛА з обмеженими обчислювальними ресурсами.

Таким чином, виділено актуальні наукові завдання, які доцільно вирішити у процесі дослідження:

Розробити та вдосконалити алгоритми Visual SLAM з інтеграцією ESDF-карт для забезпечення автономної прецизійної навігації БпЛА в середовищах без доступу до сигналів супутникових систем (GNSS-denied).

Розробити алгоритми робастного оцінювання стану (на базі H^∞ -MCUKF або AMEECKF) для ефективного придушення негауссівських шумів та аномальних вимірювань сенсорів, спричинених радіоелектронною протидією [6, с. 740].

Створити інтелектуальні алгоритми адаптивного планування траєкторій та управління на основі глибокого навчання з підкріпленням (RL), які здатні мінімізувати вплив завад та безпечно уникати динамічних перешкод за умов часткової спостережуваності.

Дослідити та імплементувати архітектури на базі рекурентних нейронних мереж (RNN) для компенсації часових затримок у контурах управління та точного прогнозування стану БпЛА в умовах короткочасної повної втрати візуальних або сенсорних даних.

Розробити методологію програмно-апаратного (SITL/HiTL) моделювання та провести практичну валідацію запропонованих алгоритмів робастної фільтрації і навігації на базі сучасних польотних контролерів з обмеженими обчислювальними ресурсами для оцінки їх ефективності при імітації активних завад.

Розробити критерії оцінки ефективності застосування комплексної обробки інформації (KOI) та алгоритми ефективної компенсації похибок інерціальних навігаційних систем (ІНС) в автономному режимі для випадків зникнення або спотворення сигналів GNSS на інтервалах різної тривалості, що виникають під впливом варіацій космічної погоди.

Сформульоване наукове завдання визначає критичну необхідність переходу від класичних алгоритмів навігації до комплексних автономних систем, здатних функціонувати в умовах глибокої невизначеності та агресивного середовища (відсутність сигналів GNSS, активна дія засобів РЕБ, аномалії космічної погоди).

Вирішення окресленого комплексу завдань — зокрема, синергетичне поєднання алгоритмів візуальної локалізації (Visual SLAM), робастної фільтрації (на базі H^∞ -MCUKF) та методів штучного інтелекту (навчання з підкріпленням і рекурентних нейромереж) — дозволить створити принципово нову архітектуру бортового комплексу управління.

Практична реалізація цього підходу забезпечить високу стабільність, адаптивність та гарантовану точність виконання місій малорозмірними БпЛА навіть за умови жорстких обчислювальних обмежень та втрати зовнішньої сенсорної інформації. У підсумку це закладе надійне науково-методичне підґрунтя для розробки стійких до дестабілізуючих впливів безпілотних авіаційних систем нового покоління.

Список використаних джерел:

1. Калашник-Рибалко М. А., Калашник Г. А. Результати експериментального дослідження якості приймання сигналів супутникових систем навігації одночастотними приймачами в умовах варіацій космічної погоди. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2018. № 4 (33). С. 128–137.
2. Liu J., Zhao X., Wu X. [et al.]. Robust and stable H^∞ -maximum correlation entropy traceless Kalman filter UAV position estimation. *Geocarto International*. 2025. Vol. 40, no. 1. DOI: 10.1080/10106049.2025.2596968.
3. Huang K., Zhang J., Zhang W. [et al.]. Research on Autonomous Navigation Algorithm of UAV Based on Visual SLAM. *Proceedings of the 3rd International Conference on Futuristic Technology (INCOFT 2025)*. Scitepress, 2025.
4. Chen M., Lu Q., Liu X. Map-Change-Driven Closed-Loop Replanning for UAV Navigation in Unknown Indoor Environments. *Drones*. 2026. Vol. 10, no. 3. P. 168.
5. Semenov S., Krupska-Klimczak M., Wasiuta O. [et al.]. Intelligent Assurance of Resilient UAV Navigation Under Visual Data Deficiency for Sustainable Development of Smart Regions. *Sustainability*. 2025. Vol. 17, no. 13. P. 6030.
6. Liu X., Zhao H., Liu Y. [et al.]. Adaptive Minimum Error Entropy Cubature Kalman Filter in UAV-Integrated Navigation Systems. *Drones*. 2025. Vol. 9, no. 11. P. 740.

SCIENTIFIC ASSIGNMENT FOR IMPROVING THE NAVIGATION AND CONTROL SYSTEMS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN DESTABILIZING CONDITIONS

Nesterenko Oleksandr Mykolaiovych

Ukrainian State Flight Academy, Kropyvnytskyi, Ukraine

Scientific supervisor: Kalashnyk H. A., DSc in Geology, Professor, Department of Aeronavigation, Meteorology and Air Traffic Management, Ukrainian State Flight Academy

Abstract. The paper analyzes methods for autonomous UAV navigation and control in destabilizing conditions, such as GNSS-denied environments and electronic countermeasures. The impact of non-Gaussian noise and outliers on inertial system accuracy is examined. The study proposes integrating Visual SLAM with Euclidean Signed Distance Fields (ESDF) for safe trajectory planning. Reliability is enhanced through robust filtering (H^∞ -MCUKF and AMEUCKF) to suppress interference and stabilize state estimation. The prospects of using AI, including reinforcement learning and recurrent neural networks, for adaptive control and obstacle avoidance under sensor data deficiency are substantiated.

