

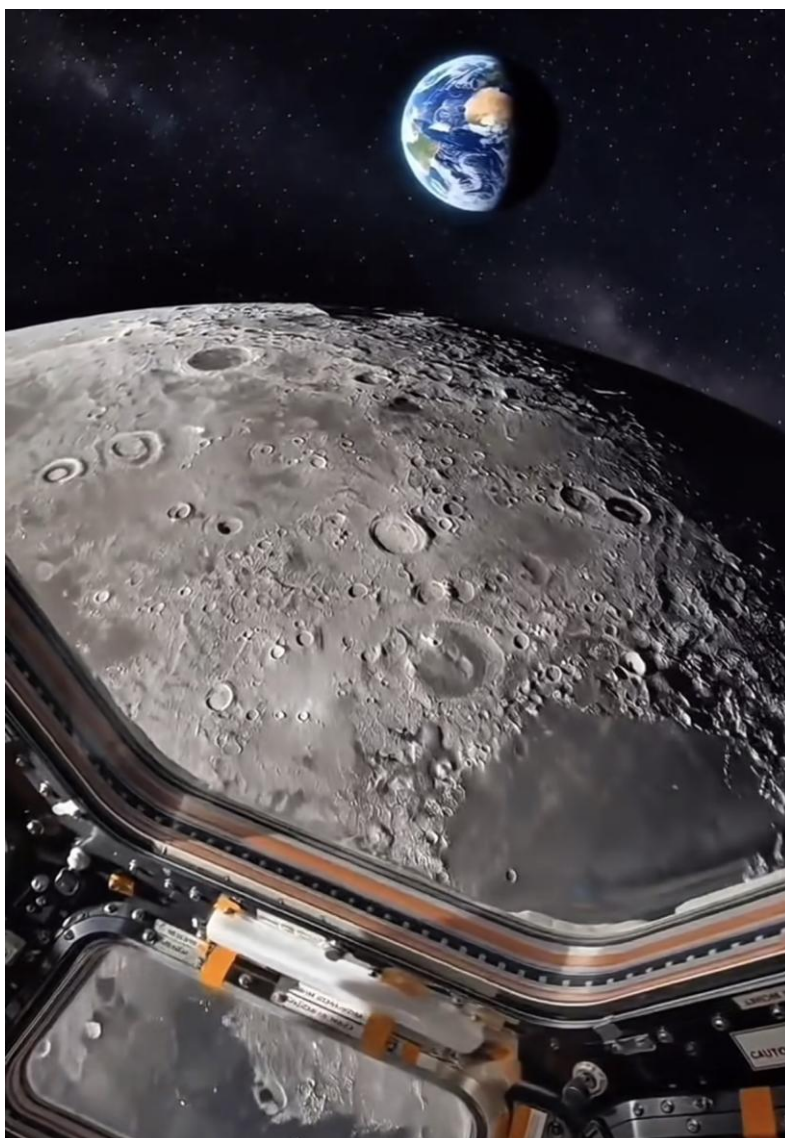


ПРИСВЯЧЕНО

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

Жеруха Юлія Олегівна	176
ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕРГАТИЧНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИМИ АВІАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ.....	180
Зеленський Артем Сергійович	180
ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ.....	182
¹ Кашуба Тарас Павлович, ² Сагун Єлизавета Сергіївна	182
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМ ВИРОБНИЦТВОМ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ.....	184
Маслій Ярослав Юрійович.....	184
ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АЕРОПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	186
¹ Пічугін Роман Вікторович, ² Коваленко Надія Олегівна	186
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГВИНТОКРИЛИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН У СИСТЕМІ МЕДИЧНОЇ ЕВАКУАЦІЇ	188
Рева Максим Сергійович.....	188
ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ АВІАКОМПАНІЙ УКРАЇНИ	191
¹ Синицька Анна Валеріївна, ² Кушнеров Олег Олександрович, ³ Несенко Катерина Костянтинівна	191
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АДМІНІСТРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТАМИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ АЕРОНАВІГАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ	194
¹ Шевченко Даніїл Андрійович, ² Тараненко Зоряна Сергіївна, ³ Мустафаєв Заур Мубаріз огли ...	194
INNOVATIVE APPROACHES TO AIRLINE MANAGEMENT: DIGITAL SOLUTIONS AND DATA ANALYTICS.....	197
Breus Danyil Pavlovych.....	197
СЕКЦІЯ 3. АЕРОНАВІГАЦІЙНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ.....	200
ІНЕРЦІАЛЬНІ НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЯК РЕЗЕРВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ GNSS.....	200
Бордей Мартін Євгенійович.....	200
ДОСВІД ЄВРОКОНТРОЛЮ У ВПРОВАДЖЕННІ AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE - BROADCAST (ADS-B) ЯК ДОРОЖНЯ КАРТА ДЛЯ УКРАЇНИ.....	204
Брикалін Михайло Олександрович	204
ПОСТАНОВКА НАУКОВОГО ЗАВДАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ БПЛА НА ВСІХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ	208
Бублик Анастасія Сергіївна	208
КОНЦЕПЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ВІЛЬНИХ МАРШРУТІВ У СУЧАСНОМУ АЕРОНАВІГАЦІЙНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ.....	212
Бурага Марія Сергіївна.....	212
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ВТОМИ АВІАДИСПЕТЧЕРІВ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПРОВАЙДЕРІВ АЕРОНАВІГАЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	215
Гасленко Анна Сергіївна	215

КОНЦЕПЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ ВІЛЬНИХ МАРШРУТІВ У СУЧАСНОМУ АЕРОНАВІГАЦІЙНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ

Бурага Марія Сергіївна

Українська державна льотна академія, м. Кропивницький, Україна

720001@sfa.org.ua

Науковий керівник: Невиніцин А. М., к.т.н., доцент, в.о. декана факультету льотної експлуатації, доцент кафедри аеронавігації, метеорології та організації повітряного руху УДАА.

andriinevynitsyn@sfa.org.ua

Впровадження концепції повітряного простору вільних маршрутів (Free Route Airspace, FRA) почалося на початку 1998 року в країнах Центральної Європи та Євроконтролі. Основним рушієм цієї ініціативи став перехід від традиційної фіксованої мережі маршрутів до пропонування прямих та адаптованих траєкторій. Це дозволило авіакомпаніям обирати оптимальні профілі польоту залежно від погодних умов та інтенсивності руху, що суттєво підвищило ефективність, пропускну спроможність та екологічність авіаперевезень.

Метою роботи є комплексне дослідження процесу впровадження концепції FRA та аналіз її впливу на ключові показники ефективності системи організації повітряного руху (АТМ) у європейському регіоні. Таким чином, робота спрямована на обґрунтування переходу від жорсткої мережі фіксованих маршрутів до гнучкого та ефективного середовища FRA, яке забезпечує високий рівень безпеки за одночасного зниження витрат та негативного впливу на довкілля.

Впровадження концепції повітряного простору вільних маршрутів демонструє значні позитивні результати у сферах безпеки польотів, екологічної стійкості та операційної ефективності управління повітряним рухом у Європі. Дослідження реального впливу транскордонного впровадження FRA, зокрема на прикладі північноєвропейського простору (NEFRA), підтверджують суттєве покращення показників безпеки [1].

Основними результатами є:

- зниження конфліктності: кількість потенційних порушень мінімумів ешелонування (SoI) на 1000 польотів скоротилася на 35% [3, с. 225];
- зменшення ризиків: індекс експозиції ризику, що враховує тривалість та тяжкість можливих конфліктів, знизився майже на 70% [3, с. 231];
- розподіл трафіку: на відміну від фіксованої мережі, де конфліктні ситуації концентрувалися у вузлових точках перетину маршрутів, у середовищі FRA спостерігається кращий просторовий розподіл трафіку, що полегшує диспетчерам виявлення потенційних конфліктів на ранніх етапах [2, 3].

Результати моделювання за допомогою Advanced Emission Model (AEM3) підтверджують гіпотезу про те, що FRA сприяє зменшенню шкідливих викидів завдяки скороченню траєкторій та оптимізації профілів польоту [2, с. 31]:

- споживання пального та викиди CO₂: спостерігається економія палива та відповідне зменшення викидів вуглекислого газу на 1,6-2% [2, с. 19];

- викиди NO_x : обсяги викидів оксидів азоту в середньому скорочуються на 1,6%;
- глобальний ефект: очікується, що повне впровадження FRA на європейському рівні дозволить щорічно заощаджувати шість мільйонів тонн пального та зменшувати викиди CO_2 на 20 мільйонів тонн.
- скорочення дистанцій: завдяки FRA подовження маршрутів (різниця між фактичною траєкторією та ортодромією) скоротилося з 3,58% у 2007 році до 1,57% у серпні 2025 року [2, 4, 5].

Експлуатація FRA забезпечує стабільніші траєкторії та підвищує передбачуваність повітряного руху. Дослідження вказують на: зниження робочого навантаження – авіадиспетчери (ATCO) відзначають невелике зниження навантаження завдяки зменшенню кількості радіообмінів, завдань з моніторингу та координації; задоволеність користувачів – авіадиспетчери, які працюють у середовищі FRA, категорично не бажають повертатися до фіксованої мережі маршрутів через вищу ефективність нових інструментів виявлення конфліктів [6, 7].

Незважаючи на успіхи, процес розширення FRA потребує ретельної координації та вирішення низки технічних завдань, а саме:

Для отримання максимальних переваг необхідно створювати транскордонні зони FRA, що вимагає узгодження процедур між різними провайдерами (ANSP) та синхронізації планів впровадження.

Державам рекомендовано встановлювати нижню вертикальну межу FRA на максимально низькому доцільному рівні, забезпечуючи при цьому надійний зв'язок з підстилаючою мережею маршрутів та термінальними зонами (TMA).

Впровадження FRA базується на принципах гнучкого використання повітряного простору (FUA), що вимагає обміну даними про статус зарезервованих військових зон у реальному часі для уникнення зайвих обльотів.

Було виявлено проблеми з обробкою планів польотів через дублювання ідентифікаторів засобів навігації (NAVAID) та обмеження довжини прямих ділянок (DCT) у застарілих системах, що потребує модернізації наземного обладнання [8, 9].

Отже, впровадження концепції повітряного простору вільних маршрутів стало ключовим етапом модернізації європейської авіації, що дозволяє авіакомпаніям використовувати прямі та гнучкі траєкторії, забезпечуючи щорічну економію близько шості мільйонів тонн пального та зменшення викидів CO_2 на 20 мільйонів тонн. Реальні дані експлуатації FRA демонструють значне підвищення безпеки польотів: на прикладі північноєвропейського простору (NEFRA) встановлено, що кількість потенційних порушень ешелонування скоротилася на 35%, а загальний індекс ризику знизився на 70% завдяки кращій передбачуваності траєкторій та ефективному розподілу конфліктних ситуацій у просторі.

Завершення повномасштабного розгортання цієї системи наприкінці 2025 року, відповідно до вимог Регламенту (ЄС) 2021/116, дозволило подолати фрагментацію європейського неба та сформувало фундамент для задоволення потреб користувачів повітряного простору на наступні 50 років, включаючи безпілотні системи та космічні апарати.

Список використаних джерел:

1. Free route airspace (FRA). EUROCONTROL. URL: <https://www.eurocontrol.int/concept/free-route-airspace> (дата звернення: 30.03.2026).
2. Jelinek F., Quesne A., Carlier S. The Free Route Airspace Project (FRAP) Environmental Benefit Analysis. *EUROCONTROL Experimental Centre*. 2002. 56 p. (EEC / BA / ENV / Note 004/2002).
3. Pejovic T., Lazarovski A., Pavlovic G. Impact of Free Route Airspace Implementation on Safety Performance: Ex-post Analysis of Northern Europe Free Route Airspace (NEFRA). *9th SESAR Innovation Days*. Brussels, 2019.
4. Cross-border free route airspace enables more efficient – and sustainable – flights. *SESAR Joint Undertaking*. URL: <https://www.sesarju.eu> (дата звернення: 30.03.2026).
5. Chynchenko Yu. Free Route Airspace Implementation in European Airspace. *Biblioteka Nauki*. Kyiv : National Aviation University, 2023.
6. Free Routes Airspace (FRA) Design Guidelines. Edition June 2019. *EUROCONTROL*. 2019. 31 p.
7. FAB CE/FABEC – Expansion of cross-border free route airspace for climate-friendly air traffic. *CANSO*. 18.03.2022. URL: <https://canso.org> (дата звернення: 30.03.2026).
8. Commission Implementing Regulation (EU) 2021/116 of 1 February 2021 on the establishment of the Common Project One. *Official Journal of the European Union*. 2021. L 36. P. 1-32.
9. Todorov T. Free Route Airspace (FRA) : Webinar for ICAO APAC Region. *EUROCONTROL*. 29.08.2023. URL: <https://www.eurocontrol.int> (дата звернення: 30.03.2026).

FREE ROUTE AIRSPACE CONCEPT IN MODERN AIR NAVIGATION SERVICES

Buraba Mariia Serbiivna

Ukrainian State Flight Academy, Kropyvnytskyi, Ukraine

Scientific supervisor: Nevynitsyn A. M., PhD in Engineering, Associate Professor, Acting Dean of the Flight Operations Faculty, Department of Aeronavigation, Meteorology and Air Traffic Management, Ukrainian State Flight Academy

Abstract. The article considers the concept of Free Route Airspace (FRA) as an important element of modern air navigation services. The main principles of FRA implementation and its role in the digitalization of air traffic management are analyzed. The research provides empirical evidence from the Northern Europe Free Route Airspace (NEFRA), demonstrating a 35% reduction in potential separation violations and a 70% decrease in the risk exposure index. Environmental modeling indicates that FRA allows for an annual global saving of six million tons of fuel, reducing CO₂ emissions by 20 million tons through the optimization of 4D trajectories.

Special attention is paid to the influence of FRA on the efficiency and safety of air traffic control operations, noting that route extensions have decreased significantly to just 1.57% by August 2025. The study shows that the implementation of FRA contributes to the optimization of airspace use and the elimination of European sky fragmentation. Strategically, the full-scale deployment completed in late 2025 under EU Regulation 2021/116 has formed a robust foundation for future unmanned and space-traffic management. The development of digital technologies, integrated with the Flexible Use of Airspace (FUA) principle, plays a significant role in the further expansion of this concept, ensuring a sustainable and resilient aviation ecosystem for the next decades.