

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА АЕРОДИНАМІКИ ТА БЕЗПЕКИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**  
**(ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ, ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

**ВИПУСКНИК ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

**ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ** ~~ПРОГРАМОЮ~~ **Мониторинг Бондік О.С.**

**“Управління авіаційними транспортними системами та комплексами”**

**Тема: «Методика організації та управління авіаційними перевезеннями  
із застосуванням методів зональної навігації та кількісних показників  
повітряного руху»**

В  
И  
К  
К  
Е  
Р  
Б  
В  
Н  
Ф  
К  
Н  
Н  
Б  
Н  
О  
Н  
О  
Н  
О  
Н  
О

\_\_\_\_\_  
Столяров Н.Д.

Київ 2023

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Аерокосмічний факультет

Кафедра: Аеродинаміки та безпеки літальних апаратів

Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма:

Транспорт», 272 «Авіаційний транспорт», «Управління авіаційними транспортними системами та комплексами».

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

к.н., доцент Бондік О.С.

р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи (проекту)**

**Столярова Нікіти Дмитровича**

1. Тема роботи «Методика організації та управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації та кількісних показників повітряного руху»
2. Термін виконання роботи: з 01.10.2023 по 26.12.2023
3. Вихідні дані роботи: Наукові праці вітчизняних та іноземних спеціалістів, бухгалтерський та статистична звітність Украерорух, нормативно-правова та законодавча база України та Європейського Союзу в сфері регулювання повітряного руху, інтернет – ресурси.
4. Зміст пояснювальної записки: Необхідно: дослідити теоретичні основи побудови сучасної світової зональної навігації та концепцій побудови повітряного простору, провести аналіз господарської та фінансово-економічної діяльності Украерорух; розробити шляхи удосконалення управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації; провести оцінку економічної ефективності пропозицій удосконалення управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

6. Календарний план-графік

<i>№ з/п</i>	<i>Завдання</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Підпис керівника</i>
	Огляд та аналіз предметної області	01.10.23 –	
	Збір необхідної інформації щодо теоретичних та практичних засад	10.10.23 –	
	Розгляд теоретичних положень та практичного досвіду управління авіаційними комплексами	25.10.23 –	
	Написання аналітичної частини	– 18.11.23	
	Написання практичної частини	1 8	
	Оформлення пояснювальної записки	05.12.23 –	
	Графічне оформлення матеріалів	02.11.23 –	
	Підготовка до захисту	19.12.23 –	

. Дата видачі завдання: 1 жовтня 2023 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_ Власенко Г.М.

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Столяров Н.Д.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Методика організації та управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації та кількісних показників повітряного руху»: 95 с., 19 рис., 8 табл.,

Об'єкт дослідження: Державне підприємство Украерорух.

Предмет дослідження: підходи, методи, інструменти формування та розвитку системи оперативного управління виробничою діяльністю Украерорух на основі застосування сучасних методів зональної навігації.

Мета роботи: розробка теоретичних та науково-методичних положень удосконалення оперативного управління виробничою діяльністю Украерорух, використовуючи сучасні методи зональної навігації.

Теоретико-методологічною основою дослідження стали: Наукові праці зарубіжних вчених у галузі оперативного управління рухом ПС в повітряному просторі; нормативна документація ІКАО, публікації в періодичній пресі тощо.

У дослідженні використані методи індукції, порівняльного та економічного аналізу, економіко-статистичного аналізу, експертних оцінок, соціологічних методів тощо.

Методи наукових досліджень. Методична основа дослідження складається з діалектичного методу пізнання економічних явищ і комплексного системного підходу до вивчення питання оперативного управління рухом ПС в повітряному просторі; методи статистичного аналізу - для вивчення, оцінки, порівняння тенденцій розвитку виробничо-фінансової діяльності підприємства; методи схематичного та графічного представлення даних тощо. Завдання роботи були досягнуті за допомогою системного і функціонального підходу.

Результати магістерської роботи: рекомендується використовувати в наукових дослідженнях та практичній сфері для фахівців в галузі авіації. Ці висновки можуть служити основою для подальшого розвитку та вдосконалення методів управління та організації авіаційних перевезень, сприяючи підвищенню рівня безпеки та ефективності авіаперевезень.

Науковою новизною дипломної роботи є розглянута взаємодія методів зональної навігації та кількісних показників повітряного руху в контексті сучасних вимог до авіаційного сектору та глибокий аналіз економічної об'єктивності запропонованих нововведень. Дослідження враховує витрати та ефективність впровадження методів зональної навігації та кількісних показників у модель організації та управління авіаційними перевезеннями.

Ключові слова: НАВІГАЦІЯ, ПОВІТРЯНИЙ РУХ, АВІАЦІЙНИЙ ТРАНСПОРТ, АВІАЦІЙНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, УПРАВЛІННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ, ПОВІТРЯНЕ СУДНО, АВІАЦІЙНА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, БЕЗПЕКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПОВІТРЯНИЙ ПРОСТІР.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ .....	8
ВСТУП .....	11
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 4
1.1. Основні поняття та принципи організації авіаційних перевезень .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 5
1.2. Нормативно правова база авіаційних перевезень	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 9
1.3. Зональна навігація RNAV. Навігація яка ґрунтується на характеристиках PBN .....	25
1.4. Навігаційні специфікації. Концепції повітряного простору. Сучасна навігаційна інфраструктура .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 4
1.5. Висновок до 1 розділу .....	43
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	45
2.1. Загальна характеристика Украероруху.....	46
2.2. Аналіз виробничо-фінансової діяльності Украерорух.....	52
2.3. Сучасні вимоги до автоматизованих систем управління повітряним рухом на операційному рівні .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 2
2.4. Висновок до 2 розділу .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 6
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 8
3.1. Шляхи вдосконалення технології оперативного управління виробничими процесами Украерорух.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 9
3.2. Пропозиції щодо вдосконалення оперативного управління виробничими процесами Украерорух.....	75
3.3. Оцінка ефективності запропонованих заходів.....	88
3.4. Висновок до 3 розділу .....	97
ВИСНОВКИ .....	99
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	103

4.1. Шляхи вдосконалення технології оперативного управління виробничими процесами Украерорух.....	106
4.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.....	108
4.3. Розрахунок враження людини електричним струмом .....	109
4.4. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при обслуговуванні електричного обладнання КАК .....	111
4.5. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні електричного обладнання КАК .....	112
<b>РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>114</b>
5.1. Вплив авіації на довкілля .....	115
5.2. Акустичне забруднення атмосфери .....	115
5.3. Емісії авіаційних двигунів .....	118
<b>СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>122</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

<b>АТ</b>	Авіаційний транспорт
<b>АТС</b>	Авіаційна транспортна система
<b>АБ</b>	Авіаційна безпека
<b>АП</b>	Авіаційні перевезення
<b>БП</b>	Безпека польотів
<b>ПС</b>	Повітряне судно
<b>ІСАО</b>	International Civil Aviation Organization (Міжнародна організація цивільної авіації)
<b>ІАТА</b>	International Air Transport Association (Міжнародна асоціація повітряного транспорту)
<b>RNAV</b>	Area Navigation (Зональна навігація)
<b>RNP</b>	Required Navigation Performance (Необхідний показники точності навігації)
<b>PBN</b>	Performance-Based Navigation (Навігація яка ґрунтується на характеристиках)
<b>NDB</b>	Non-Directional Beacon (Неспрямований радіомаяк)
<b>VOR</b>	Very High Frequency Omnidirectional Range
<b>DME</b>	Distance Measuring Equipment
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System (Глобальна система супутникового позиціювання)

<b>INS</b>	Inertial Navigation System (Інерційна навігаційна система)
<b>RNC</b>	Радіонавігаційна система
<b>NM</b>	Nautical mile (морська миля)
<b>ОПР</b>	Організація повітряного руху
<b>МПП</b>	Міжнародне повітряне право
<b>s</b>	(Стандарти і рекомендована практика)

**ЕСАС**

**A**

Federal Aviation Authority

Комплекс льотної радіотехнічної підтримки

Radio Telephony Operations

**СУБП**

Системи управління безпекою польотів

**ОЦВС**

Об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України

**СОПР**

Система управління повітряним рухом

**VFR**

Visual flight Rules

**IFR**

Instrument Flight Rules

**АНОП**

Аеронавігаційне обслуговування польотів

**ADS-B**

**CNS/ATM**

**УКХ**

Ультра коротко хвильовий

**ATM**

Air Traffic Management

**АСУ**

автоматизованих систем управління

**АНС**

Аеронавігаційна система

Концепції спільного прийняття рішень

**С**

Aircraft Communication Addressing and  
Reporting System

## ВСТУП

Події останніх років стали для світової авіації справжніми випробуваннями, висуваючи нові вимоги до можливостей системи адаптуватись до динамічних та несподіваних змін. Пандемія COVID-19 буквально паралізувала міжнародні та регіональні авіаційні перевезення (АП) по всій планеті та стала поштовхом для повного переосмислення методів безпеки та організації АП з урахуванням нових вимог до епідеміологічних заходів. Повномасштабне вторгнення Російської Федерації (РФ) в Україну також стало болісним ударом по системі авіаційного транспорту (АТ), адже виникла необхідність негайної реорганізації повітряних маршрутів у регіоні для забезпечення безпеки польотів (БП), авіаційної безпеки (АБ) та системи управління повітряним рухом. Нові виклики відобразились на необхідності впровадження стратегій гнучкості та швидкісної реакції на несподівані обставини, а також на удосконалення систем координації та співпраці між структурами, задіяними в авіаційній діяльності для забезпечення необхідного рівня безпеки в умовах геополітичних та безпекових викликів.

Спостереження за поточною динамікою розвитку авіаційних перевезень свідчать на поступове відновлення галузі та навіть тенденцію до швидкого росту обсягів авіаперевезень в найближчому майбутньому. Оптимізму додає дослідження, яке провели Міжнародна Асоціація Авіаційного Транспорту (англ. International Air Transport Association) IATA, європейська авіабудівна компанія Airbus та інтернет-проект онлайн моніторингу повітряного руху Flightradar24. Аналіз цього дослідження представлений на графіку (рис. №1 [1]), який відображає кількісні

показники обсягу авіап перевезень від січня 2020 року до січня 2021 року, а також їхні прогнозовані значення до січня 2025 року. [1]

## Forecast traffic evolution

Domestic traffic expected to recover sooner than international traffic

Source: IATA, FlightRadar24, Airbus (March 2021)

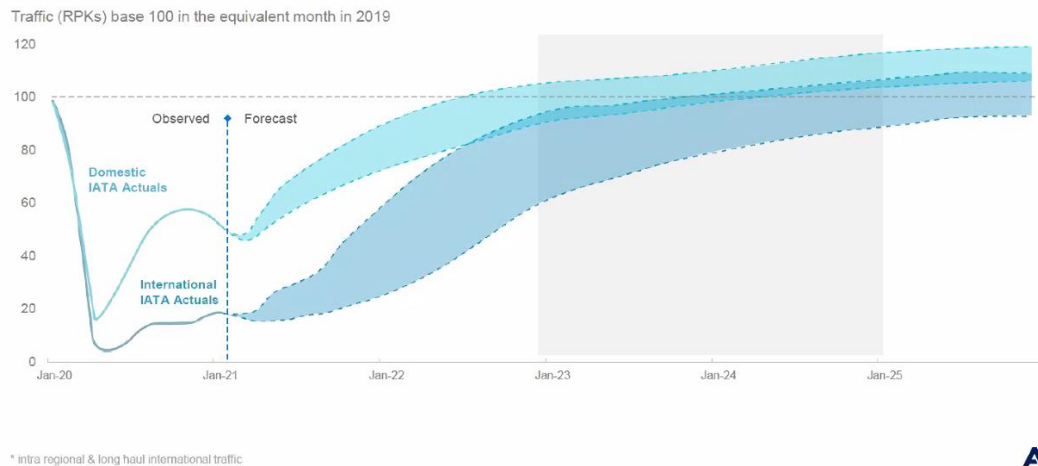


рис. №1 «Обсяги міжнародних і регіональних авіап перевезень та їх прогнозовані значення»

В умовах сталого відновлення галузі та зростанні обсягів авіатранспортних операцій, питання оптимізації та управління авіаційними перевезеннями стає надзвичайно актуальним.

Актуальність теми дослідження «Методика організації та управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації та кількісних показників повітряного руху» підкреслюється необхідністю розробки і впровадження інноваційних стратегій в управлінні авіаційним транспортом. Зміни в геополітичному середовищі та технологічній сфері, а також нові вимоги до екологічної та епідеміологічної стійкості визначають нові вектори розвитку авіаційного сектора. В контексті цих викликів, методи зональної навігації та використання кількісних показників

повітряного руху виступають як потенційні інструменти для підвищення ефективності та безпеки АП.

Метою цієї роботи є дослідження сучасних підходів до організації та управління авіаційними перевезеннями у моделі використання методів зональної навігації та розробка методики покращення їх ефективності.

Основними завданнями магістерської роботи є:

провести аналіз актуальних тенденцій у галузі авіаційних перевезень, розглянути вплив сучасних подій, таких як глобальна пандемія та геополітичні фактори, на авіаційний транспорт.

ослідити методи зональної навігації та їхні переваги в порівнянні з традиційними методами.

ослідити технічні аспекти та можливості впровадження зональної навігації для оптимізації маршрутів та підвищення безпеки авіаційних перевезень.

порівняти ефективність методів зональної навігації з традиційними підходами, провести аналіз переваг та недоліків впровадження зональної навігації у порівнянні з класичними методами.

визначити кількісні показники повітряного руху для оцінки ефективності систем управління, проаналізувати кількісні параметри для оцінки ефективності та безпеки повітряного руху.

розробити рекомендації щодо впровадження методів зональної навігації та використання кількісних показників повітряного руху в системі авіаційних перевезень, на основі отриманих результатів розробити конкретні рекомендації для практичного впровадження нових методів та підходів у структуру світової авіаційної транспортної системи.

Об'єктом дослідження є авіаційна транспортна система, що є комплексною структурою яка представляє собою інтегровану мережу повітряних суден (ПС), аеропортів, навігаційних систем, диспетчерських служб, служб авіаційної безпеки, безпеки польотів та управлінських структур, яка забезпечує реалізацію виконання авіаційної діяльності.

Предметом дослідження є методика організації та управління авіаційними перевезеннями із застосуванням методів зональної навігації та кількісних показників повітряного руху в контексті сучасних викликів та змін у галузі авіації.

Предмет дослідження охоплює конкретні стратегії, технічні підходи та методи, що використовуються для оптимізації та керування авіаційними перевезеннями. В основу дослідження покладено вивчення методів зональної навігації як сучасного інструменту для вдосконалення маршрутів та забезпечення безпеки повітряного руху. Також розглядаються кількісні показники повітряного руху як ключовий аспект для визначення ефективності та надійності авіаційних систем управління.

Для досягнення мети дослідження використовуються наступні методи:

1. Детальний огляд наукових робіт, публікацій та статей, що стосуються зональної навігації, організації та управління авіаційними перевезеннями, та кількісних показників повітряного руху. Цей метод дозволяє здобути теоретичний фундамент та визначити ключові аспекти обраної теми.
  2. Збір та аналіз практичних даних, включаючи статистику авіаційних перевезень, щоб зробити об'єктивну оцінку про тенденції в авіаційній галузі. Цей метод надає можливість підтвердити або спростувати теоретичні положення та отримати конкретні практичні висновки.
- озгляд системи АТС та комплексів як цілісної структури, включаючи повітряні судна, аеропорти, повітряний рух та навігаційні системи і підходи. Системний аналіз дозволяє визначити взаємозв'язки та дослідити взаємодії між компонентами системи, визначаючи можливі шляхи оптимізації управління авіаційними перевезеннями.

**РОЗДІЛ 1**  
**ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

<b>Кафедра</b>				<b>НАУ</b>			
Виконавець	Столяров Н.Д.			МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ЗОНАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЇ ТА КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОВІТРЯНОГО РУХУ	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Власенко Г.М.						
Консультант							
Н.Контроль	Косогов О.М.						

## **Основні поняття та принципи організації авіаційних перевезень.**

Авіаційні перевезення є однією з найважливіших складових авіаційного транспорту. Їх організація та управління є ключовими аспектами забезпечення економічної ефективності та безпеки авіаційної транспортної системи. Це вимагає високого рівня координації та планування, для забезпечення оптимального використання ресурсів та забезпечення необхідного рівня безпеки.

Безпека польотів та авіаційна безпека є основними пріоритетами авіаційних перевезень. Забезпечення їх найвищого рівня не лише гарантує захист пасажирів та вантажів від можливих ризиків, але й впливає на економічні показники авіаційних організацій які займаються авіаційними перевезеннями. Непередбачувані зміни вимагають від галузі не лише вищого рівня готовності до викликів, але й активного пошуку інноваційних рішень для забезпечення стабільності та надійності авіаційної транспортної системи.

У даному розділі будуть розглянуті головні теоретичні аспекти, які лежать в основі організації та управління авіаційними перевезеннями, адже впровадження новітніх методик до системи організації та управління АП вимагає розуміння та аналізу необхідних основ і принципів.

**Авіаційні перевезення** – це комплексна система транспортних послуг, яка використовує повітряні судна для перевезення пасажирів, вантажів та пошти. Цей вид транспорту включає в себе пасажирські та вантажні авіаперельоти, а також інші послуги, пов'язані з використанням повітряного транспорту. [2]

Авіаперевезення можуть бути класифікованими за різними категоріями, такими як вид вантажу, призначення, вид перевезень та іншими. Основні класифікації авіаперевезень включають: [3]

*За регулярністю перевезень.* Авіаперевезення бувають регулярними чи періодичними (чартерними).

*За типом повітряного судна.* Авіаперевезення можуть бути виконані, використовуючи різні ПС, такі як: літаки, гелікоптери, безпілотні літальні апарати (БПЛА), аеростати.

*За типом корисного навантаження.* Можуть перевозитись пасажирів, вантажі, пошта, тварини та їх комбінації.

*За призначенням.* Також можна класифікувати авіаперевезення як:

- Транспортні - для перевезення пасажирів, багажу, вантажів, пошти;
- Тренувальні - для тренування й перевірки кваліфікації льотного складу;
- Експериментальні - для випробування ПС або встановленого на них нового обладнання;
- Перевірка наземних систем і радіотехнічних;
- Пошуково-рятувальні;
- Демонстраційні

*За оплатою:*

- Комерційні - виконуються за плату або по найму;
- Некомерційні - виконуються безоплатно.

*За характером виконання:*

- Внутрішні – виконуються повністю в межах території країни;
- Міжнародні – при виконанні перетинається державний кордон країни.

*За умовами пілотування:*

- Візуальні - виконуються в умовах, коли просторове положення ПС і його місцезнаходження визначаються екіпажем візуально по природному обрію і земним орієнтирам;

- Польоти за приладами - виконуються в умовах, коли просторове положення ПС і його місцезнаходження визначаються екіпажем повністю або частково за пілотажними і навігаційними приладами.

**Організація та управління авіаційними перевезеннями** - це комплекс систематизованих заходів, методів, технік та стратегій, спрямованих на ефективне та безпечне здійснення авіаційних перевезень.

Організація та управління авіаційними перевезеннями включає в себе аналіз, планування маршрутів та авіарейсів, координацію робіт персоналу задіяного в авіаційній діяльності, технічного обслуговування літаків, навігацію, а також вирішення питань економічної ефективності та дотримання вимог безпеки та регулювань в авіаційній галузі. Організація та управління авіаційними перевезеннями спрямовані на оптимальне використання ресурсів, забезпечення ефективного та безпечного перевезення пасажирів та вантажів, а також підтримку сталого функціонування АТС.

Безпека польотів та авіаційна безпека, також, є одними з найголовніших понять в системі управління авіаційних перевезень, адже їх забезпечення є найпріоритетнішою метою при організації авіаційної діяльності на всіх її етапах.

**Безпека польотів - це стан авіаційного транспорту та авіаційних робіт**, при якому ризик заподіяння шкоди чи збитків, пов'язаний з авіаційною діяльністю, обмежується до прийняттого рівня, що визначається стандартами та рекомендованими практиками авіаційних організацій забезпечуючи оптимальний рівень безпеки для всіх учасників авіаційного процесу. [5]

**Авіаційна безпека** – це комплекс заходів, який включає людські та матеріальні ресурси, призначені для захисту цивільної авіації від актів незаконного втручання в її діяльність. Метою авіаційної безпеки є

попередження можливих загроз, запобігання та мінімізація ризиків, пов'язаних із безпекою авіаційних процесів та об'єктів, для забезпечення безпечного та ефективного функціонування системи цивільної авіації. [6]

Міжнародна асоціація повітряного транспорту (IATA) визначає основні принципи сучасної організації та управління авіаперевезеннями, беручи до уваги досвід отриманий при кризі викликаню пандемією COVID19 та сучасної геополітичної нестабільності: [7]

віація завжди ставитиме на перше місце безпеку польотів та безпекові стандарти. Забезпечення найвищих стандартів безпеки у всіх підсистемах АТС, включаючи льотну експлуатацію, технічне обслуговування, аеронавігаційне забезпечення та охорону праці.

віація динамічно та гнучко реагуватиме на зміни в кризових ситуаціях та науково-технічний прогрес.

віація буде ключовим механізмом економічного відновлення світової економіки.

віація буде відповідати своїм екологічним цілям, виконуючи зобов'язань перед світом у сфері збереження довкілля, зокрема зменшуючи викиди CO<sub>2</sub>, шляхом модернізації флоту, двигунів, видів палива та енергоносіїв, тощо.

віація буде діяти відповідно до загальноприйнятих світових стандартів та рекомендованих практик, які є узгодженими та отримали визнання всіма національними урядами. Реалізація авіаційних перевезень буде здійснюватися в рамках єдиної системи глобальних норм, які є узгодженими та отримали визнання від усіх

країн, з метою забезпечення єдності та забезпечення безпеки міжнародних авіаційних перевезень.

## **Нормативно правова база авіаційних перевезень**

Авіаційні перевезення становлять комплексну систему, в якій чітка координація процесів має вирішальне значення. Точні, узгоджені та ефективні процедури, описані в нормативно-правовій базі, грають ключову роль у забезпеченні стандартів безпеки та регулярності авіаційних перевезень. Тому є вкрай важливим розуміння нормативно-правового підґрунтя, яке є фундаментом на якому базуються всі процедури організації та управління авіаперевезеннями.

Перш ніж розглядати конкретні документа варто дати визначення основним поняттям. [18 ст.5]

**Повітряне право** - галузь права, сукупність нормативно-правових актів, що регулюють взаємовідносини суб'єктів права з питань використання повітряного простору з метою аеронавігації та забезпечення безпеки. Існує міжнародне повітряне право та національне повітряне право (НВП).

Під **міжнародним повітряним правом** (МПП) слід розуміти частину міжнародного права, що являє собою сукупність принципів і норм, які регулюють відносини між державами і міжнародними авіаційними організаціями з приводу використання повітряного простору над державною територією і за її межами з метою здійснення повітряних перевезень. Держава є головним суб'єктом міжнародного повітряного права, оскільки кожна держава володіє повним суверенітетом над повітряним простором своєї території (стаття.1 «Чиказької» конвенції). [19]

**Національне повітряне право** - це частина національної правової системи, що регулює відносини між її суб'єктами (державними органами,

юридичними і фізичними особами) з приводу використання повітряного простору в цілях авіап перевезень та авіаційних робіт, їхніх відносин у цій сфері з іноземними суб'єктами права, а також правове становище і діяльність останніх у межах території держави.

Основним джерелом міжнародного повітряного права є міжнародний договір.

**Міжнародний договір** - явно виражена юридична форма досягнутої між суб'єктами права (головним чином між державами) угоди про створення або зміну певного правила як норми МПП. Найпоширеніша угода в МПП - це конвенція.

**Конвенція** - одна з назв міжнародних договорів, що встановлюють взаємні права та обов'язки держав, як правило, в якійсь спеціальній галузі.

Основним джерелом національного повітряного права слугує **Повітряний кодекс**, який встановлює правові засади діяльності в галузі авіації.

Державне регулювання діяльності в галузі авіації та використання повітряного простору України спрямоване на гарантування безпеки авіації, забезпечення інтересів держави, національної безпеки та потреб громадян і економіки в повітряних перевезеннях та авіаційних роботах.

Універсальною угодою (джерелом) МПП слугує «Чиказька конвенція», яка є одночасно і Статутом ІКАО. [18 ст.9]

**Конвенція про міжнародну цивільну авіацію «Чиказька конвенція»** — це міжнародний договір, підписаний 7 грудня 1944 року у Чикаго. Його метою є правове регулювання авіаційної діяльності та встановлення основних принципів, що стосуються прав та обов'язків держав в галузі цивільної авіації. Суть конвенції полягає в створенні міжнародної правової основи для регулювання авіаційних відносин між державами та міжнародними авіаційними організаціями.

Основні принципи «Чиказької конвенції» включають визначення повноважень держав у галузі аеронавігації, безпеки польотів, регулюванні авіаперевезень, визначенню *стандартів та рекомендованих практик* експлуатації повітряних суден, а також вирішення питань, пов'язаних з міжнародним авіаційним правом. «Чиказька конвенція» стала основоположним документом, що визначає норми та принципи, за якими функціонує світова цивільна авіація.

Важливими видами нормативно-правової бази є стандарти і рекомендована практика (SARPs).

**Стандарт** - це будь-яка вимога до фізичних характеристик, конфігурації, матеріальної, технічної частини, технічних характеристик, персоналу або процедур, виконання яких визнається *необхідним* для забезпечення безпеки та регулярності міжнародної аеронавігації. [20]

У разі неможливості дотримання Стандарту в обов'язковому порядку направляється повідомлення відповідно до статті 38. [19]

**Рекомендована практика** – на відміну від стандарту це будь-яка вимога до фізичних характеристик, конфігурації, матеріальної частини, технічних характеристик, персоналу або правил, виконання якої визнається *бажаним* в інтересах безпеки, регулярності та ефективності міжнародної аеронавігації. [20]

Реалізація стандартів і рекомендованих практик є процесом, який характеризується високою складністю та вимагає значних витрат, як фінансових, так і часових. З метою спрощення даного завдання, SARPs формалізуються у вигляді **Додатків** до «Чиказької конвенції». Нині існує 19 додатків до Чиказької Конвенції: [21]

видача свідоцтв авіаційному персоналу.

правила польотів.

метеорологічне забезпечення міжнародної аеронавігації.

аеронавігаційні карти.

диниці виміру, що підлягають використанню в повітряних і наземних.  
експлуатація повітряних суден.  
ержавні та реєстраційні знаки повітряних суден.  
ьотна придатність повітряних суден.  
прошення формальностей при міжнародних повітряних  
перевезеннях.  
Авіаційний електрозв'язок.  
Обслуговування повітряного руху.  
Пошук і рятування.  
Розслідування авіаційних подій.  
Аеродроми.  
Служби аеронавігаційної інформації.  
Охорона навколишнього середовища.  
Безпека. Захист міжнародної цивільної авіації від актів незаконного  
втручання.  
Безпечне перевезення небезпечних вантажів повітрям.  
Управління безпекою польотів.

Важливу роль в нормативно-правовому регулюванні організації авіаційних перевезень грають міжнародні авіаційні організації. Найважливішою можна вважати Міжнародну організацію цивільної авіації установа ООН, що встановлює міжнародні норми цивільної авіації та координує її розвиток з метою підвищення безпеки та ефективності. ІКАО заснована Конвенцією про міжнародну цивільну авіацію – «Чиказькою конвенцією». Цілями і завданнями ІКАО є розробка принципів і методів міжнародної аеронавігації та сприяння плануванню і розвитку міжнародного повітряного транспорту з тим, щоб забезпечувати безпечний та впорядкований розвиток міжнародної цивільної авіації в усьому світі,

заохочувати розвиток повітряних маршрутів, аеропортів та аеронавігаційних засобів для міжнародної цивільної авіації. [22]

Міжнародна цивільна авіація регулюється й іншими міжнародними авіаційними організаціями, серед них основними є: [18 ст. 27-30]

*європейська конференція цивільної авіації (ECAC - European Civil Aviation Conference)* - статистичних даних про діяльність повітряного транспорту в Європі та розроблення рекомендацій щодо його розвитку та координації.

*ВРОКОНТРОЛЬ (EUROCONTROL - European Organization for the Safety of Flight)* - політики щодо структури повітряного простору, засобів аеронавігації, аеронавігаційних зборів, координація та узгодження національних програм забезпечення ОВД.

*європейське агентство авіаційної безпеки (EASA)*. Функцією EASA є аналіз і дослідження в галузі безпеки, видача дозволів іноземним авіакомпаніям, консультації під час розроблення європейського авіаційного законодавства, впровадження та відстеження правил.

*іжнародна асоціація повітряного транспорту (IATA)*. Метою є сприяння розвитку безпечного, регулярного та економічного повітряного транспорту, заохочення авіаційної комерційної діяльності та вивчення пов'язаних із цим проблем.

Нормативно-правова база, що регулює діяльність цивільної авіації України, містить близько тисячі нормативно-правових актів. Згідно переліку Державної авіаційною служби України на момент 16 лютого 2022 року забезпечення безпеки авіаційних перевезень регламентують 3 закони України, 2 укази Президента, 36 постанов і наказів міністерств та 19 міжнародних документи. [23]

Основний правовий документ авіаційного законодавства України – це *Повітряний кодекс*. Чинний Повітряний кодекс України було ухвалено ще в 1993 році одночасно з формуванням авіаційної системи України. З метою урахування вимог ІКАО Європейського Союзу, ЕСАС, EUROCONTROL, а також змін в нормах українського законодавства, які відбулися за період після уведення в дію Повітряного кодексу України в 1993 році, було розроблено проект нового Повітряного кодексу України. Цей документ надійшов до Верховної Ради України у квітні 2009 року.

Також, надзвичайно важливими документами, які регламентують організацію та управління авіаційними перевезеннями в Україні є Накази № повітряних перевезень та обслуговування пасажирів і багажу» [25], адже вони визначають права та обов'язки учасників авіаційної діяльності в контексті АП.

Загальні правила польотів у повітряному просторі України описані в однойменному документі Авіаційних правил України [26], проте проаналізувавши даний документ одразу ж можна помітити, що інформації стосовно правил та методів застосування зональної навігації при забезпеченні АП в даному документі майже не описано, лише визначення, що говорить про новизну даної технології аеронавігаційного забезпечення польотів. Проте, не можна сказати, що зональна навігація взагалі не описана в нормативно-правовому полі української цивільної авіації, адже в такому документі як «Правил польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України» зазначено, що організація повітряного руху для польотів повітряних суден, що оснащені обладнанням зональної навігації, установлюються відповідно до положень ІКАО (Керівництво з навігації, заснованої на характеристиках). [27 п. 2.2.26].

Отже, було описано основні поняття та принципи міжнародного та національного законодавства, описано головні міжнародні авіаційні організації та міжнародні нормативно-правові акти, що регламентують діяльність міжнародної цивільної авіації. Також було проаналізовано основні документи, що формулюють національне авіаційне законодавство України.

## **Зональна навігація RNAV. Навігація яка ґрунтується на характеристиках PBN**

Як уже було зазначено раніше, сучасна модель організації та управління авіаційними перевезеннями вимагає впровадження новітніх методів для забезпечення необхідних показників ефективності та безпеки. Ключовою складовою системи авіаперевезень є аеронавігаційне забезпечення польотів, адже саме цей аспект визначає структуру повітряного простору. Саме від навігації залежить можливість безпечного та ефективного перебування повітряних суден як у повітрі так і на робочій поверхні аеродромів.

Зональна навігація RNAV (Area Navigation) є одним із найсучасніших методів навігації, який дозволяє виконувати польоти за заданими траєкторіями без необхідності використання наземних радіотехнічних засобів як точок маршруту.

У цьому розділі будуть розглянуті теоретичні основи та головні принципи зональної навігації RNAV та її специфікацій, які є основою для ефективного використання в моделі організації та управлінні авіаційними перевезеннями.

Останніми роками, під час польоту, на авіаційних частотах можна почути «CLEARED DIRECT TO», що означає «дозволено політ прямо на», в той час як точка маршруту, на яку був дозволений політ, як правило, не

маркована якимось радіонавігаційним засобом (NDB, VOR, DME, тощо), а просто визначена геодезичними координатами. Це було б неможливо без використання методів зональної навігації RNAV.

**Зональна навігація (RNAV)** — це метод навігації, який дозволяє повітряним суднам виконувати політ за будь-якою бажаною траєкторією в межах зони дії навігаційних засобів або в межах, визначених можливостями автономних засобів, або їх комбінацій. [8 ст.12]

Функціонування зональної навігації забезпечується різними навігаційними засобами, які можна розділити на три основні групи:

#### *Супутникові системи GNSS.*

Вони є найпоширенішими засобами зональної навігації, адже забезпечують високоточне визначення місцеположення повітряного судна в будь-якому місці земної кулі, незалежно від наявності наземних радіонавігаційних засобів. Супутникові системи працюють за принципом **тривимірного трилатерації**. Для визначення місцеположення повітряного судна приймач приймає сигнали від трьох або більше супутників. Супутники передають свої координати та час передачі сигналу. Приймач обробляє отриману інформацію та визначає своє місцеположення. [9 ст.22-

На рисунку [10] схематично зображений принцип тривимірної трилатерації визначення положення об'єкта в просторі за допомогою трьох супутників.

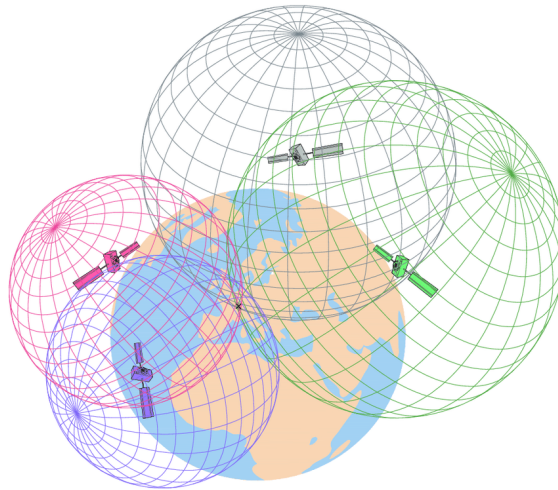


Рис.1.1 «Принцип тривимірної трилатерації»

GNSS має ряд переваг порівняно з традиційними радіонавігаційними системами, зокрема:

глобальне покриття, адже можуть використовуватися в будь-якому місці земної кулі, з деякими обмеженнями в полярних районах.

незалежність від наземних засобів, адже для свого функціонування вимагають космічну інфраструктуру та бортове обладнання. Наземні комплекси лише доповнюють та удосконалюють супутникову систему.

висока точність. Нижче наведена таблиця з чисельними значеннями показників точності визначення місцеположення системою GNSS. [9 ст.13]

	Середнє значення за 95% часу експлуатації	Найгірше значення за 95 % часу експлуатації
<i>Похибка визначення місцеположення в горизонт. площині</i>	<b>9м (30 фут)</b>	<b>17м (56 фут)</b>
<i>Похибка визначення місцеположення в вертикальній площині</i>	<b>15м (49 фут)</b>	<b>37м (121 фут)</b>

### *Автономні інерційні системи (INS)*

Ще одним способом забезпечення функціонування зональної навігації є Інерційні системи. Принцип їх роботи полягає в використанні бортових акселерометрів, гіроскопічних, або фотонних (використовують зміни інтерференційної картини для визначення динаміки руху ПС). [12 ст. 32]

Такі системи мають ряд безспірних переваг порівняно з іншими системами навігації, зокрема:

- INS не залежать від зовнішніх джерел інформації, таких як супутники або наземні радіонавігаційні засоби. Необхідне лише бортове обладнання та передпольотна процедура встановлення координат відліку. Це дозволяє використовувати їх у районах, де відсутнє зовнішнє аеронавігаційне забезпечення польоту.
- Визначають всі основні параметри польоту, необхідні для навігації.
- Інерційні системи забезпечують достатньо високу точність визначення місцеположення в короткі терміни. Наприклад, визначення курсу польоту визначається з похибкою не більше  $0,5^\circ$ , швидкість польоту відносно земної поверхні – не більше  $1,5^\circ$ . [12 ст. 31]

Але INS має і свої недоліки, серед яких:

- Обов'язкова необхідність виставки початкових координат відліку перед початком руху, яка може займати деякий час.
- Необхідність визначення якомога біль точних координат відліку для забезпечення подальшої точності експлуатації інерційного обладнання.

- Прогресуюче зростання похибок визначення навігаційних параметрів з часом польоту.
- Необхідність постійної корекції координат та положення ПС. [12 ст. 31]

### *Наземні радіонавігаційні системи VOR, DME, та їх комбінації*

Також для забезпечення концепцій RNAV використовуються і традиційні наземні радіотехнічні засоби.

- це наземна кутомірна радіонавігаційна система радіомаячного типу, яка визначає напрямок на РНС. VOR-маяки випромінюють радіохвилі, які аналізуються бортовим обладнанням ПС. Приймач визначає напрямок на радіомаяк за допомогою фазового зсуву радіохвиль. [13 ст.32]

це дальномірна наземна радіонавігаційна система, яка визначає відстань від ПС до РНС. [13 ст.49]

Як у традиційній моделі навігаційного забезпечення, так і у RNAV, VOR та DME, як правило, використовуються в комбінації – VOR вимірює кут між північним меридіаном і лінією між ПС та радіомаяком, а DME допомагає дізнатись відстань між РНС та літаком. Проте, найцікавішою комбінація радіонавігаційних систем є **DME/DME**, адже дозволяє визначити не просто відстань, а й місцезнаходження ПС.

Принцип роботи DME/DME чимось нагадує, описану раніше тривимірну трилатерацію, яка використовується супутниковими навігаційними системами. Вимірюється відстань до кожного DME. За допомогою цих відстаней описується трикутник, вершинами якого є DME-маяки та повітряне судно. Далі за допомогою тригонометричних формул автоматично обчислюється місцеположення відносно РНС. Точність такої

системи є однією з найточніших, поступаючись лише GNSS, до того ж система також дозволяє виконувати RNAV маршрути, тобто по будь-яким бажаним траєкторіям в зоні покриття. [13 ст. 53]

На рисунку 1.2 [13 ст.52] схематично зображений принцип визначення положення ПС за допомогою системи DME/DME.

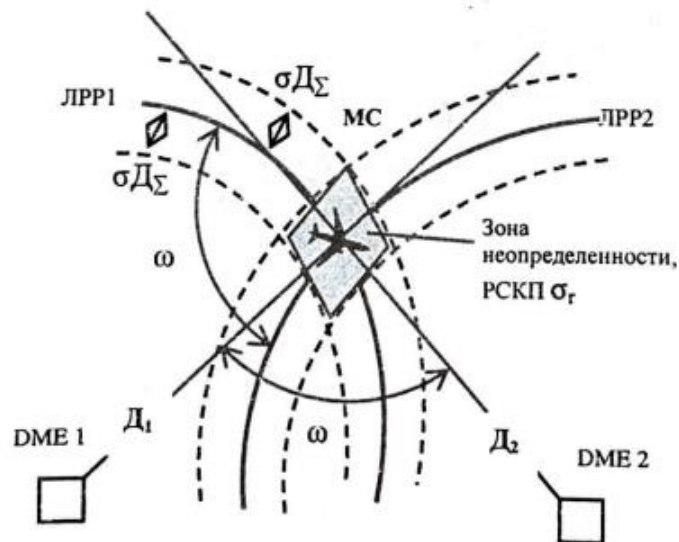


Рис.1.2 «Визначення положення ПС за DME/DME»

Модернізація принципів побудови повітряних маршрутів від традиційних методів навігації до впровадження технологій RNAV призвела до суттєвих змін у галузі авіації. Ці зміни одразу ж дозволили підвищити пропускну здатність повітряного простору, покращити його гнучкість, зменшити витрати на аеронавігаційне забезпечення польотів, шляхом поступової відмови від коштовних наземних РНС, та підвищити безпеку польотів.

Авіаційна галузь не стояла на місці, і продовжувала роботу над пошуками шляхів вдосконалення вже існуючих передових методів зональної навігації. Так з'явилася **навігація яка ґрунтується на характеристиках (PBN).**

Перш ніж описувати принципи PBN, варто розглянути проміжну ланку еволюції аеронавігації – RNP.

- це підхід до проектування та експлуатації навігаційних систем, який базується не просто на необхідних технічних чи процедурних системах, які забезпечать концепцію повітряного простору RNAV (концепції повітряного простору будуть описані у наступному розділі), а на визначенні характеристик точності навігаційних систем та можливості ПС їх витримувати. RNP дозволяє експлуатантам повітряних суден використовувати комбінації різних системи навігації, які забезпечують потрібні характеристики. [8 ст.16]

Через недостатній опис необхідних навігаційних характеристик й експлуатаційних вимог, реалізація концепції RNP була не достатньо зрозуміла, тому робота над вдосконаленням методів зональної навігації продовжилась. Таким чином у 80-х роках була розроблена навігація яка ґрунтується на характеристиках (PBN), та з 2000-х почалося її активне впровадження.

– це принцип зональної навігації, оснований на характеристиках навігаційних, технічних і процедурних параметрах, в якому чітко описано й визначено необхідні характеристика ПС, структури повітряного простору, точності визначення місцеположення, залежно від задіяної концепції RNAV. Головне – забезпечити вимоги до характеристик, а яким чином – справа експлуатанта.

PBN має ряд переваг порівняно з RNP та звичайним RNAV, зокрема: вимагає більш високу точність визначення положення для всіх ПС, які використовують цю концепцію. Це дозволяє створювати більш гнучкі та компактні маршрути, що підвищує ефективність використання повітряного простору.

- РВН забезпечує підвищену надійність навігації. Це дозволяє безпечно виконувати польоти у складних погодних умовах та умовах підвищеної навантаженої повітряного простору.
- РВН забезпечує більшу гнучкість у виборі технічних засоби навігації. Це дозволяє експлуатантам повітряних суден використовувати різні системи навігації, які забезпечують задані характеристики.

В концепції РВН вказується, що вимоги до характеристик мають бути визначеними такими параметрами як:

точність;  
цілісність;  
непереривність;  
функціональність.

які мають бути забезпечені при виконанні польотів в концепції конкретного повітряного простору та при використанні конкретної інфраструктури РНС.

З цих вимог витікає ще одне важливе поняття зональної навігації – **навігаційні специфікації**. Це конкретні вимоги до повітряного судна, екіпажу, процедур та РНС. В навігаційних специфікаціях деталізуються:

отрібні від системи характеристики (точність, цілісність та непереривність);  
навігаційні функціональні можливості, якими система має бути забезпечена для виконання вимог до характеристик;  
вимоги до льотних екіпажів.

На рисунку 1.3 [11] схематично зображена еволюція проектування повітряних маршрутів від використання традиційних методів навігацій (політ від одного РНС до іншого) до впровадження принципів та технологій

RNAV, та її вдосконаленої модифікації – навігації, яка ґрунтується на характеристиках RNP (PBN).

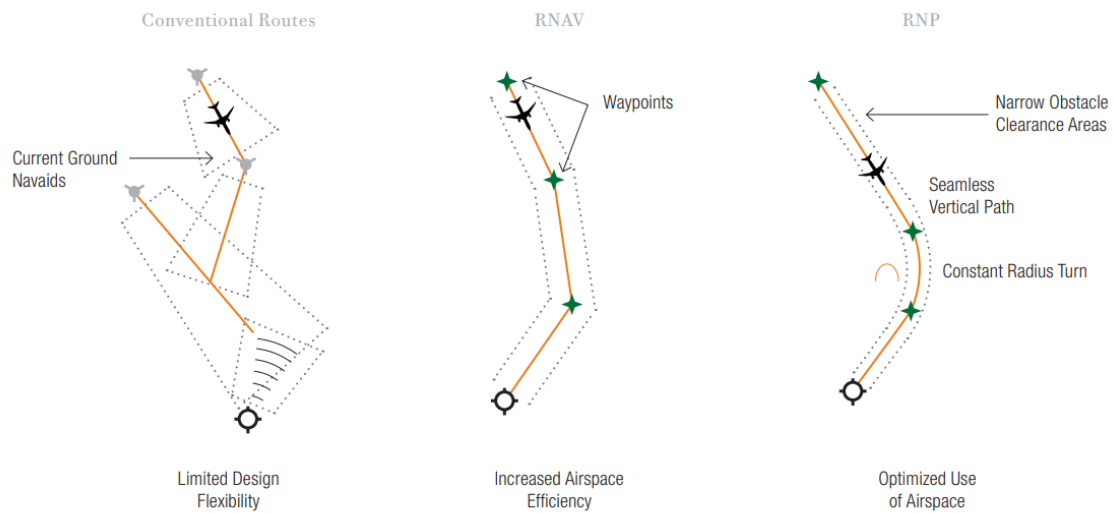


Рис.1.3 «Еволюція повітряної навігації»

Навіть не вдаючись до глибокого аналізу технічного підґрунтя, стає очевидним, що впровадження методів зональної навігації має потенціал кардинально покращити організацію та управління авіаційними перевезеннями. Впровадження RNAV дозволяє забезпечити більш точні та гнучкі маршрути, що в свою чергу призводить до покращення ефективності організації авіаційної діяльності.

Ці технології відкривають нові перспективи для підвищення безпеки авіаційних перевезень, оскільки системи зональної навігації дозволяють уникати конфліктів повітряного руху та оптимізувати використання повітряного простору.

## **Навігаційні специфікації. Концепції повітряного простору. Сучасна навігаційна інфраструктура**

З розвитком методів зональної навігації виникла необхідність перегляду та вдосконалення правил і процедур для забезпечення ефективності та безпеки польотів. Сучасні вимоги виникають внаслідок потреби урахування різноманітних конфігурацій повітряного простору, навігаційних технічних засобів та різних типів повітряних суден, які одночасно перебувають у ньому. З'являється необхідність перегляду традиційних підходів до організації та управління повітряним рухом.

Нові правила та процедури повинні враховувати не лише технічні засоби, які забезпечують необхідні навігаційні характеристики точності та неперервності, але й узгодженість їх застосування в різних частинах повітряного простору та на різних етапах польоту повітряних суден.

Очевидно, що необхідні показники точності навігаційних параметрів мають бути адаптованими відповідно до специфіки кожного повітряного простору, висоти польоту та конкретного етапу льотної експлуатації. Застосування зональної навігації вимагає гнучкості у визначенні вимог до точності навігаційних систем та постійного вдосконалення стандартів для відповідності змінним умовам та вимогам безпеки повітряного руху.

Першим етапом диференціювання вимог до навігаційних характеристик для забезпечення методів зональної навігації став опис **навігаційних специфікацій**.

**Навігаційні специфікації** – це набір вимог до повітряного судна та льотного екіпажу, необхідних для забезпечення навігації, що базуються на ефективності, точності та неперервності, у визначеному повітряному просторі.

Навігаційних специфікацій можна розділити на два основних типи:

*Специфікація RNP.* Навігаційна специфікація, яка вимагає постійний моніторинг за витримуванням навігаційних характеристик та оповіщення про їх порушення;

*Специфікація RNAV.* Навігаційна специфікація, яка на відміну від RNP НЕ включає вимоги до моніторингу та оповіщення. [14]

На рисунку 1.4 [15 ст.35] схематично зображено розділення навігаційних специфікацій на дві головні підгрупи.

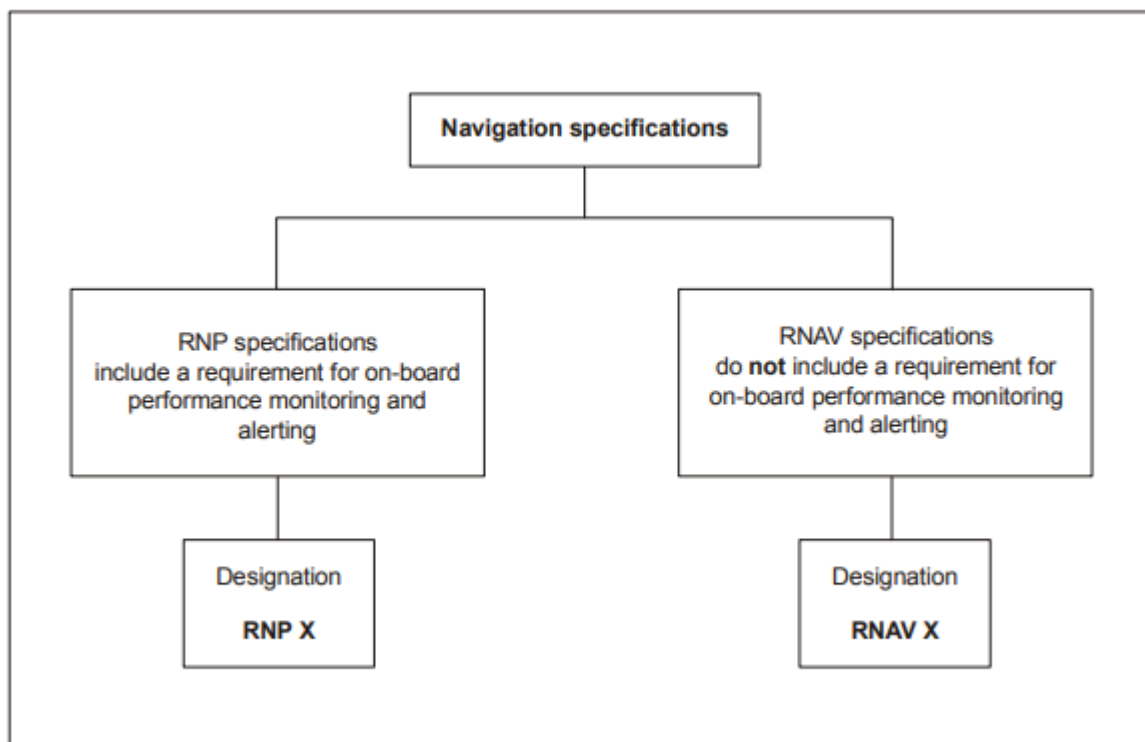


рис 1.4 «Навігаційні специфікації»

Головні підгрупи навігаційних специфікацій теж діляться на менші компоненти, зображені на рисунку 1.5 [15 ст.36]

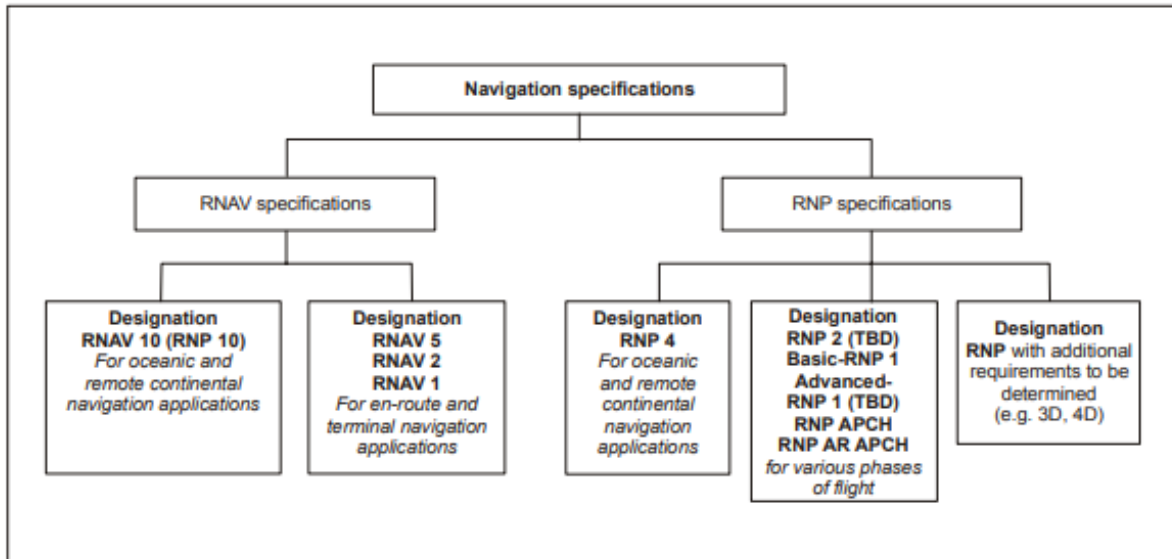


рис 1.5 «Підгрупи навігаційних специфікацій»

### *специфікації*

RNAV використовує різні навігаційні системи, такі як GPS, INS та DME, щоб дозволити повітряним суднам літати по будь-якому бажаному маршруту, а не обмежуватися встановленими повітряними шляхами. RNAV класифікується на різні рівні залежно від вимог до точності:

Найменш суровий рівень RNAV, вимагає точності  $\pm 10$  морських миль

Більш суворий рівень RNAV, вимагає точності  $\pm 5$  NM.

Ще суворіший рівень RNAV, вимагає точності  $\pm 2$  NM.

Найбільш суворий рівень RNAV, вимагає точності  $\pm 1$  NM.

### *RNP специфікації*

RNP зосереджується на здатності повітряного судна підтримувати заданий рівень бічного та поздовжнього значення відхилення від заданої траєкторії. Також, як вже було сказано раніше, RNP вимагає постійного

моніторингу за рівнем відхилення та оповіщення про порушення вимог. Рівні RNP також класифікуються залежно від вимог до точності:

Найменш суворий RNP, вимагає точності  $\pm 0,4$  NM в бічному напрямку та  $\pm 2$  NM в поздовжньому напрямку.

Більш суворий рівень RNP, вимагає точності  $\pm 0,9$  NM в бічному напрямку та  $\pm 4$  NM в поздовжньому напрямку.

Найбільш суворий рівень RNP, вимагає точності  $\pm 1,5$  NM в бічному напрямку та  $\pm 6$  NM в поздовжньому напрямку.

#### *Розширений RNP (A-RNP)*

- це покращена концепція RNP, яка використовує передові навігаційні системи та процедури для досягнення вищих рівнів точності та надійності. Вона вимагає рівня RNP 0,1 NM або менше.

- це процедура заходу на посадку, заснована на RNP, яка забезпечує більш точні та ефективні заходи на посадку в аеропорти. Вона використовує RNP для надання повітряним суднам більш гнучких передпосадкових траєкторій, можливості виконання розвертань у точках, визначених супутниковими системами GNSS, а не радіонавігаційними засобами. Також, при задіянні характеристик забезпечується як у горизонтальній площині так і у вертикальній, може бути задіяна процедура **Continuous Descent** – неперервного зниження, це призводить до більш ефективного використання палива та зниження шуму від двигунів при посадці.

) - це процедура заходу та вильоту, заснована на RNP, яка дозволяє здійснювати більш точні та ефективні операції заходу та вильоту. Вона використовує RNP для надання повітряним суднам більш точних та вивірених маневрів від зльоту до виходу на повітряну трасу, та навпаки – від місця виходу з повітряної траси і до моменту посадки.

Отже, RNAV та RNP - це концепції навігації, засновані на характеристиках, які дозволяють повітряним суднам літати по точнішим та ефективнішим маршрутам. Ці концепції є важливими для підвищення безпеки, ефективності та пропускної здатності глобальної системи повітряних перевезень.

Враховуючи чітку класифікацію навігаційних характеристик відповідно до вимог до точності та необхідності моніторингу їх забезпечення, можна систематизувати характеристики повітряного простору, визначивши конкретні вимоги для ефективної та безпечної організації авіаційних перевезень. Це дає можливість описувати конкретні параметри повітряного простору, що сприяє прогнозуванню виконання польотів та визначенню оптимальних процедур для їх організації та управління. Такий підхід дозволяє адаптувати вимоги до навігаційних характеристик відповідно до специфіки конкретних регіонів, висот та фаз польоту, забезпечуючи баланс між ефективністю та безпекою в авіаційному просторі.

Орієнтирами для розробки та проектування повітряного простору та процедур, спрямованого на досягнення конкретних цілей, таких як підвищення безпеки, ефективності та пропускної здатності, виділяючи конкретні зони повітряного простору залежно від поставлених цілей називають **концепціями повітряного простору**. [17 ст.39]

Конкретна концепція описує польоти в межах повітряного простору та організацію повітряного простору й повітряних перевезень, яка дозволяє

виконувати такі польоти. Забезпечення даної концепції буде включати в себе вимоги до наземного технічне обладнання, бортових систем, процедур організації та управління авіап перевезеннями, навігаційних специфікацій та інших компонентів необхідних для забезпечення ефективності та безпеки авіаційної діяльності в межах повітряного простору.

Концепції повітряного простору розробляються з метою задоволення як конкретних так і загальних стратегічних цілей, таких як:

- ідвищення або підтримання безпеки польотів;
- більшення пропускної здатності системи повітряного руху;
- ідвищення ефективності авіап перевезень;
- икористання більш точних та ефективних траєкторій польотів;
- меншення негативного впливу на довкілля;
- ідвищення доступності аеропортів.

Сучасна структура концепцій повітряного простору, розроблена ІКАО, ще в 80-х роках має назву CNS-ATM. Її фундаментальними компонентами є:

- в'язок (Communication),
- авіація (Navigation),
- постереження (Surveillance)
- рганізація повітряного руху (Air Traffic Management).

Кожен елемент є обов'язковим, і вони тісно пов'язані між собою. Виключення будь-якого елемента із системи призведе до її колапсу. На рисунку 1.6 [17 ст. 41] схематично зображена структура системи концепції повітряного простору.

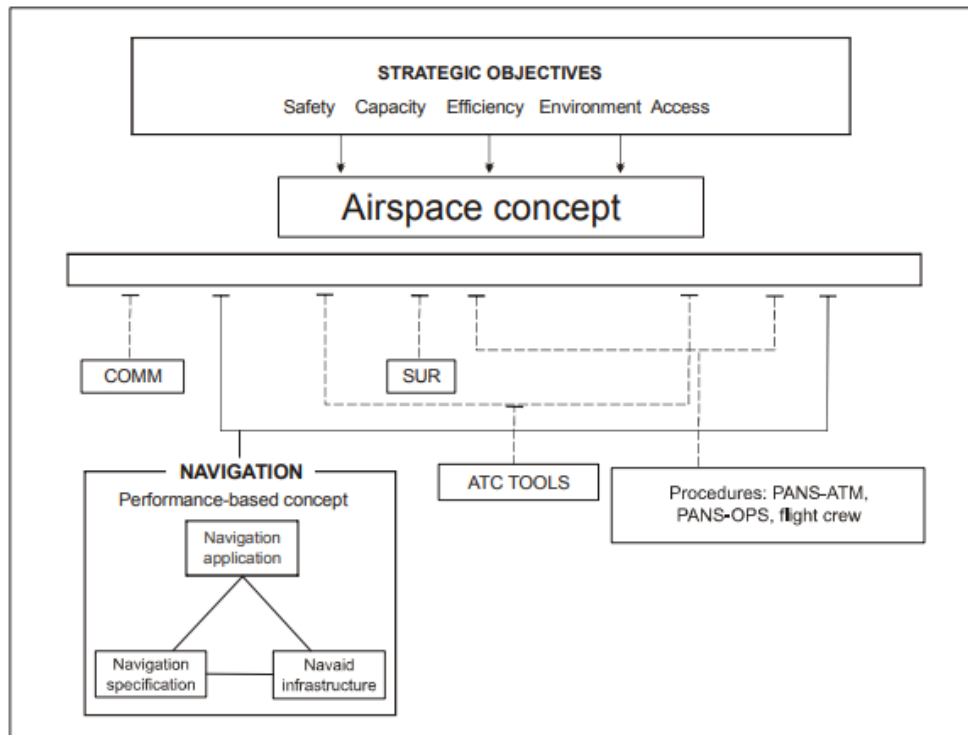


рис. 1.6 «Концепції повітряного руху»

В контексті даної роботи детальніше буде розглянуто саме навігаційних компонент цієї структури.

Як видно зі схеми, навігаційний елемент сучасних концепцій повітряного простору має базуватись на принципах зональної навігації, а саме PBN. Складається він з трьох головних частин:

- авігаційних специфікацій;
- авігаційного прикладного процесу;
- авігаційних засобів інфраструктури.

Для кращого розуміння цих складових розглянемо концепції повітряного простору в залежності з різних районів польотів (конфігурації повітряного простору). [17 ст.41-43]

*Океанічний та віддалено-континентальний повітряний простір.*

Концепції океанічного і віддалено-континентальний повітряного простору на сьогоднішній день забезпечуються трьома навігаційними прикладними процесами: RNAV 10, RNP 4 та RNP 2.

Основним видом навігаційної інфраструктури, який забезпечує дану концепцію є GNSS, при польотах в полярних районах з недостатнім супутниковим покриттям можуть бути застосовані інерційні навігаційні системи INS, також в окремих випадках може бути задіяне спостереження служб організація повітряного руху (ОПР).

#### *Континентальний маршрутний повітряний простір.*

Концепція континентального маршрутного повітряного простору забезпечується навігаційними специфікаціями як RNAV так і RNP. На Близькому сході, у Південній Америці та Європі використовується специфікація RNAV 5. В США навігаційний прикладний процес забезпечується за допомогою RNAV 2. В регіонах, де використовується зв'язок. В найближчому майбутньому в Європі очікується запровадження польотів за специфікацією A-RNP.

У континентальному повітряному просторі використовуються чотири категорії розподілення повітряного простору.

інтервалом розділення маршрутів в 16,5 NM для односторонніх маршрутів та 18 NM для двосторонніх. Вимоги до навігаційної складової CNS-ATM складають: інфраструктура навігаційних засобі мають забезпечувати операції RNP 5, а навігаційні характеристики до донесення свого місцезнаходження пілотом.

інтервалом між маршрутами в 16,5 NM для односторонніх маршрутів з радіолокаційним спостереженням та 18 NM для двосторонніх

маршрутів з радіолокаційним спостереженням визначені конкретно для Європейського регіону. Вимоги до навігаційної складової CNS-

с

інтервалом між маршрутами в 9 NM для маршрутів з радіолокаційним спостереженням і високим навантаженням повітряного руху. Має бути забезпечена специфікація RNAV 2 та постійне радіолокаційне спостереження.

а

інтервалом між маршрутами в 7 NM для прямолінійних маршрутів в лінії шляху розвороту не більше 90° з високою завантаженістю повітряного руху. Має бути забезпечена специфікація A-RNP та постійне радіолокаційне спостереження.

### *Повітряний простір в районі аеродрому*

**Прибуття та виліт.** Прикладні процеси при польотах в районі аеродрому забезпечуються RNAV та RNP. В Європейському регіоні вони класифікуються як P-RNAV (Precession), та очікується перехід до A-RNP. У нормативно-правовому підґрунті. В Сполучених Штатах використовується

с

т

**Захід на посадку.** Концепції повітряного простору охоплюють всі етапи процедури заходу на посадку, тобто початковий, проміжний, кінцевий та захід на друге коло. Вони включають специфікації RNP з навігаційною точністю 0,3-0,1 NM. Відповідними специфікаціями являються RNP APCH та RNP AR APCH, а іноді A-RNP.

На високонавантажених прямолінійних ділянках в аеродромному повітряному просторі забезпечується інтервал в 7 NM, при постійному радіолокаційному спостереженні. Для допуску до виконання польотів при

н

а

в

даній концепції повітряного простору, ПС та навігаційна інфраструктура мають відповідати експлуатаційним характеристикам RNAV 1. Також мають бути забезпечені прямий зв'язок ПС та ОВД та радіолокаційне спостереження.

На ділянках маршруту де виконуються розвороти до 90° мають бути забезпечені: інтервал 7 NM, експлуатаційні характеристики ПС та навігаційної інфраструктури для забезпечення специфікації A-RNP з навігаційною точністю не менше 1 NM, прямий зв'язок з ОВД та радіолокаційне спостереження.

Розглянувши та описавши такі поняття як навігаційні специфікації зональної навігації та концепції повітряного руху, які базуються на цих специфікаціях стало зрозуміло, яким чином можливо конфігурувати повітряний простір залежно від його характеристик, доступної навігаційної інфраструктури, темпів авіап перевезень, завантаженості повітряного руху та поставлених цілей до його експлуатації.

## **Висновки до першого розділу**

У цьому розділі були описані основні поняття та принципи, що лежать в основі організації авіаційних перевезень, акцентовано увагу на їхню важливість для забезпечення ефективності та безпеки функціонування авіаційної транспортної системи.

Нормативно-правова база авіаційних перевезень, описана через призму міжнародних конвенцій, стандартів та рекомендованих практик законодавче підґрунтя, що лежить в основі організації та управління авіап перевезеннями в Україні

Детально розглянута теоретична основа зональної навігація RNAV, яка є сучасним та ефективним підходом до конфігурації маршрутів та оптимізації повітряного руху. Висвітлені навігаційні специфікації RNP та PBN, що визнають вимоги до точності та надійності навігаційних систем.

Описані концепції повітряного простору в контексті сучасних вимог до організації повітряного руху та сучасна навігаційна інфраструктура, необхідна для їх забезпечення, яка є основою для впровадження новітніх методів у сфері авіаперевезень. Усі ці елементи формують комплексний підхід до організації та управління авіаційними перевезеннями, сприяючи досягненню високого рівня безпеки, ефективності та стійкості АТС.

## **РОЗДІЛ 2**

### **АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА**

## **2.1. Загальна характеристика Украероруху**

У 1991 році була створена ключова національна організація з використання повітряного простору і управління повітряним рухом - Державне підприємство обслуговування повітряного руху України (скорочено – Украерорух). Його поява ознаменувало собою нову еру в розвитку цивільної авіації України, дало можливість провести єдину, цілеспрямовану політику розвитку і модернізації системи управління повітряним рухом по всій території України [33].

Украерорух приймає безпосередню участь у роботі міжнародних авіаційних організацій: ICAO, EUROCONTROL, IATA, EASA, ECAC, та інших.

З перших днів існування основними пріоритетами в роботі Украерорух були забезпечення безпеки і регулярності авіаперевезень, надання якісних послуг у сфері аеронавігації.

Підприємство «Украерорух» - державне підприємство, 100% майна належить державі.

Основні функції Украероруху [33]:

- забезпечення безпеки, регулярності та економії повітряного руху в повітряному просторі України;

максимально задовольняти потреби України в радіотехнічному забезпеченні польотів ПС;

- удосконалення єдиної системи контролю за використанням повітряного простору України;

- надання аеронавігаційної інформації;

- інші види діяльності, що не суперечать законодавству України.

З вищевикладених напрямків, які розглядаються як надання послуг Украерорух, - це надання аеронавігаційної інформації, включаючи збір, аналіз та форматування аеронавігаційних даних, створення та надання

З метою забезпечення надійної роботи системи ОНР в Украерорусі був інтегрований Комплекс льотної радіотехнічної підтримки (СRТОР), що призвело до впровадження нових технологій управління повітряним рухом і модернізації радіообладнання відповідно до міжнародних стандартів

До завдань Украерорух в організації обслуговування повітряного руху в Україні належать [33]:

- аналіз інтенсивності повітряного руху (фактичного та/або прогнозованого);

- участь у розробці структури повітряного простору (створення системи повітряних маршрутів, маршрутів і схем руху повітряних суден, зон очікування, зон і секторів управління повітряним рухом (далі - УВС) тощо);

- участь у розробці структури органів обслуговування повітряного руху та формування служби ОНР;

- участь у розробці системи планування та координації повітряного руху;

розробка системи підтримки ОНР;

планування та організація потоків повітряного руху;

- обмін інформацією з авіадиспетчерами суміжних диспетчерських пунктів, фахівцями з обслуговування польотів, а також інформацією про рух повітряних суден ;

створення системи контролю використання повітряного простору;

участь у розробці документації з управління польотами та повітряним рухом;

участь у розробці та наданні аеронавігаційної інформації всім авіаційним користувачам та службам аеронавігаційної інформації іноземних держав відповідно до міжнародних правил та нормативних документів України. З метою забезпечення безпеки польотів у повітряному просторі України Украерорух може використовувати аеронавігаційну інформацію Служб

аеронавігаційної інформації іноземних держав, України, відповідно до міжнародних правил і норм;

Украерорух проводить перевірки структурних підрозділів для забезпечення контролю якості [33]:

- виконання наказів, доручень, наказів Украерорух;
- організації діловодства;
- методична робота та навчання;
- діяльність структурних підрозділів.

Украерорух надає необхідне радіобладнання для обслуговування повітряного руху.

Також організація постійно займається впровадженням нових технологій, удосконаленням технологій ОПР, включаючи новітні концепції радіотехнічних засобів, підвищенням їх надійності, ефективності та якості роботи.

Загальні цілі діяльності Украерорух визначає [33]:

Удосконалення методології аеропортових та аеронавігаційних зборів.

Надання авіаційної підтримки льотним екіпажам та персоналу льотного забезпечення.

Організація технічного забезпечення метеорологічного обладнання, встановленого в аеропортах Украерорух.

Участь у зовнішньоекономічній діяльності шляхом надання послуг іноземним авіакомпаніям, створення та участі у спільних підприємствах з іноземними компаніями.

Співпраця з міністерствами та відомствами України щодо функціонування орендованих каналів електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів.

Організація технічної підготовки та стажування молодих фахівців.

Участь у комісіях з експертизи нових проектів будівництва та реконструкції аеропортів та аеродромних територій. Участь у наземних і льотних оглядах під час приймання засобів зв'язку, РТО і ОПР в експлуатацію, в прольотах авіамаршрутів і аеропортів.

Участь у розслідуванні авіаційних подій та інцидентів, порушень та регулярності польотів, пов'язаних з ОПР и та комунікаціями та РТО.

Спільні дослідження з аеропортами, відділами Украерорух та науково-дослідними організаціями щодо потреб у відкритті нових об'єктів ОПР, РТО та засобів зв'язку, операційних випробувань, обладнання та розробки процедур УПР.

Вжиття заходів щодо дотримання норм радіаційного випромінювання, правил радіообміну. Здійснення заходів по боротьбі з радіоперешкодами, забезпечення електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів цивільної авіації.

Організація виконання монтажних і пусконаладжувальних робіт по заміні і введенню в експлуатацію засобів зв'язку, РТО і ОПР.

Організація та проведення технічного обслуговування та ремонту спеціальних технічних засобів обстеження, обслуговування та ремонту систем мікроклімату та електроустановок.

Підготовка та перепідготовка фахівців, необхідних для забезпечення діяльності Украероруху у навчальних закладах та за кордоном.

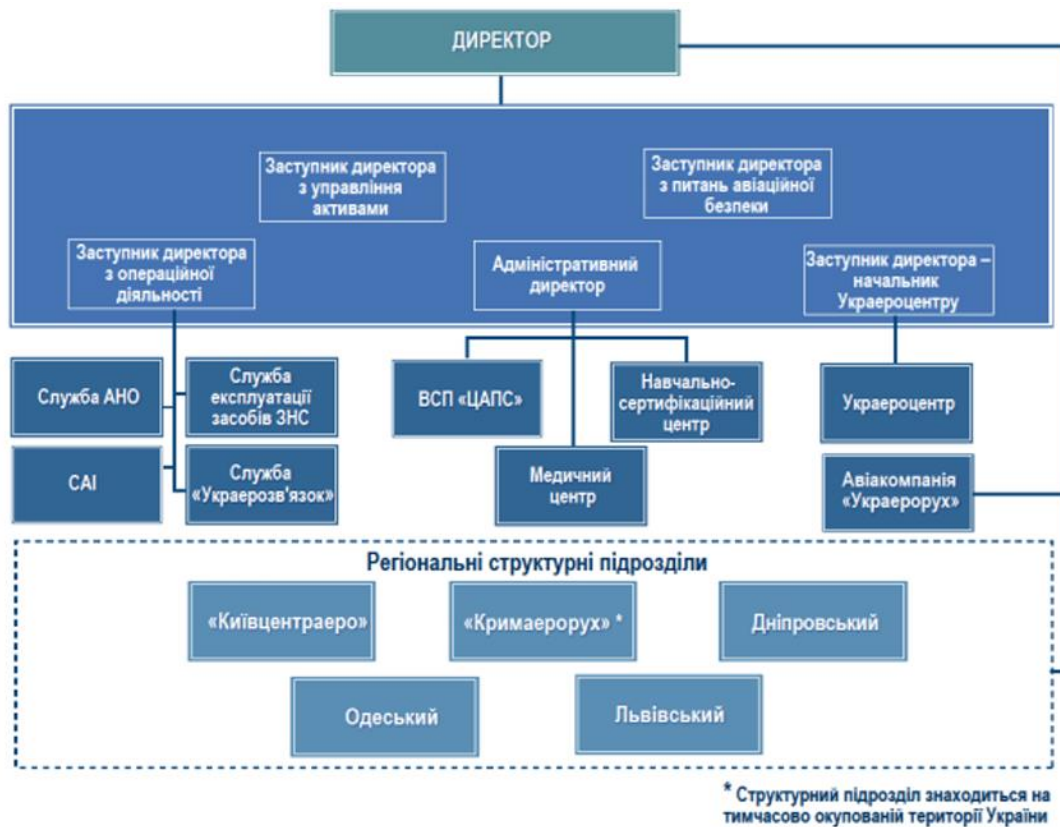


Рис. 2.1. Організаційна структура Украероруху [33]

Модернізація технічних засобів дозволяє українській аеронавігаційній системі відповідати основним вимогам, стандартам та рекомендованим практикам ІСАО.

Для визначення кваліфікації персоналу, керівництво підприємства визначило кваліфікаційні вимоги до персоналу. Керівництво Підприємства організовує професійну підготовку шляхом навчання персоналу. Украерорух має співробітників для внутрішнього аудиту якості.

Основними пріоритетами в роботі будь-якого аеронавігаційного центру є забезпечення безпеки і регулярності повітряного руху, надання якісних послуг у сфері аеронавігації.

Фахівці Украерорух беруть участь у міжнародних конференціях, є членами Координаційної ради «Євразія», членами ІСАО. Постійний обмін інформацією зв'язує професіоналів і колег з багатьох країн [32].

Поглиблення співпраці з закордонними виробниками аеронавігаційного обладнання та виконання умов контрактів з компаніями «PANSА» (Республіка Польща), компанією «Lufthansa Group» та авіакомпанією «Air Astana», Європейським наглядовим органом GNSS та компанією «TELESPAZIO».

Крім того, здійснюючи єдину, цілеспрямовану політику розвитку та модернізації системи управління повітряним рухом на всій території України, фахівці Украерорух у 2020 році продовжили суттєво оновлювати засоби об'єктивного контролю, відображення та управління повітряним рухом.

Модернізація технічних засобів дозволяє аеронавігаційній системі України відповідати основним вимогам, SARPs ICAO, а також успішно вирішувати найважливіше завдання Украерорух - виконання національних зобов'язань з надання аеронавігаційних послуг.

З метою моніторингу ефективності інтегрованої системи управління та забезпечення послуг Украерорух використовує систему вимірних індикаторів. Усі ці індикатори базуються на аналізі за кожним напрямом інтегрованої системи управління та є предметом постійного перегляду [33].

Фактичний рівень безпеки польотів – індикатор, що відображає співвідношення між фактичною кількістю подій, пов'язаних із безпекою польотів з прямим впливом організації повітряного руху, класифікованої за класами серйозності за політ і кількістю повітряних суден, щодо яких здійснювалося обслуговування за період, що оцінюється[32].

За результатами оцінювання зрілості системи управління безпекою польотів Украероруху (СУБП), проведеного у 2020 році в рамках спільного проекту «EUROCONTROL/CANSO Standard of Excellence in Safety Management Systems Measurement», отримано підтвердження того, що

СУБП Украероруху відповідає вимогам Додатку 19 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію. За рівнем визначеної зрілості СУБП Украерорух увійшов до групи провідних провайдерів країн Європейського регіону із максимальним рівнем зрілості СУБП (Group C, 70–79%). Група міжнародних експертів CANSO підтвердила, що один із компонентів СУБП підтримується практикою, яка була розроблена та впроваджена Украерорухом. Така практика є найкращою та перевищує окремі міжнародні стандарти у сфері безпеки польотів (Level E).

Спроможність Украероруху надавати ефективне, надійне, безпечне та якісне аеронавігаційне обслуговування підтверджено сертифікатами, виданими Украероруху у грудні 2020 року Державною авіаційною службою України та EASA [33].

## **2.2. Аналіз виробничо-фінансової діяльності Украерорух**

Основними напрямками діяльності Украерорух є [33]:

- державне регулювання та контроль за дотриманням правил використання повітряного простору України;
- раціональний розподіл повітряного простору з урахуванням інтересів усіх відомств і організацій, що використовують його в тісній взаємодії з ВПС України;
- модернізація та організація нових елементів структури повітряного простору України у взаємодії з органами аеронавігаційного обслуговування;
- надання аеронавігаційного обслуговування повітряних суден;
- підвищення рівня безпеки польотів при організації повітряного руху в повітряному просторі України;
- модернізація та оснащення новим радіотехнічним обладнанням елементів структури повітряного простору та органів обслуговування повітряного руху;

- організація технічного забезпечення метеорологічного обладнання, встановленого в аеропортах Украерорух;

- організація та впровадження послуг зв'язку, а також непрофільних послуг зовнішнім організаціям та іноземним представництвам;

- інші види діяльності, що не суперечать законодавчим актам України.

Розглянемо перелік послуг, що надаються Украерорух:

- аеронавігаційне обслуговування повітряних суден.

- послуги зв'язку.

- аеронавігаційні інформаційні послуги.

- послуги метеорологічної підтримки повітряних суден.

- послуги з передпольотної підготовки екіпажів ПС та обробки флайт-планів.

- послуги з супроводу ПС.

Для підтримки виробничої діяльності Украерорух надає послуги зв'язку всім структурним підрозділам Украерорух і зовнішнім організаціям, розташованим на території аеропортів Украерорух.

Служба аеронавігаційної інформації Украерорух надає наступні послуги на підставі договорів про надання аеронавігаційної інформації [33]:

- ідготовка та публікація Змін в AIP Ukraine;

- ідготовка та публікація Змін до дайджестів аеронавігаційної інформації на аеродромах Украерорух, до Інструкції про виконання польотів Україною, до Переліку повітряних і місцевих повітряних ліній;

- еронавігаційні послуги надаються літакам всіх користувачів незалежно від їх форми власності та підрозділу на:

- еронавігаційне обслуговування на маршруті при транзитному використанні повітряного простору України;

- еронавігаційне обслуговування на маршруті з посадкою на українські аеродроми;

еронавігаційне обслуговування при зльоті/посадці при будь-яких вильотах в/з аеропортів, розташованих на території України.

Виробничі одиниці Украерорух - це одиниці обслуговування на маршруті (добуток коефіцієнта відстані 100км і вагового коефіцієнта літака, розрахованого за формулою:  $W = \sqrt{MTOW/50}$ , де MTOW - сертифікована злітна маса літака (тонни округлені до двох знаків після коми) (методологія ICAO і Eurocontrol) і кількість обслугованих ПС в районі аеропорту.

Детальніше в таблиці. 2.1.

Таблиця 2.1.

**Виробничі показники Украероруху за 2019-2022 рр. [33]**

Показник				(01.01.22 –	
Одиниць обслуговування за маршрутом (всього), в т.ч.					
Одиниць обслуговування за маршрутом авіакомпаній України				н.д.	
Одиниць обслуговування за маршрутом іноземних авіакомпаній				н.д.	
Одиниць обслуговування транзитних польотів					
Одиниць обслуговування в районі аеропорта внутрішніх польотів					
Одиниць обслуговування в районі аеропорта міжнародних польотів з них:					
авіакомпаніями України				н.д.	

іноземними авіакомпаніями				н.д.	
---------------------------	--	--	--	------	--

Як видно зі статистичних даних, спостерігається неоднозначна поведінка виробничих показників (рис. 2.2.).

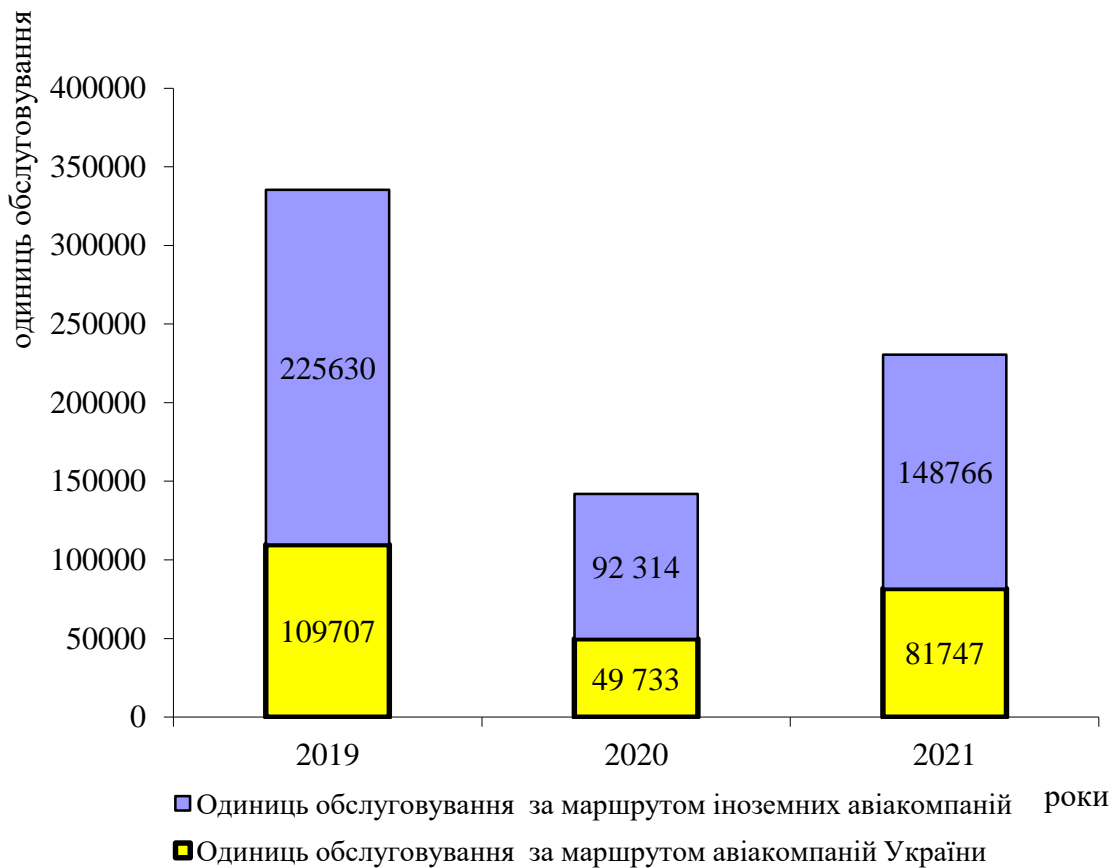


Рис. 2.2. Динаміка обслуговування польотів ПС на території, розташованій в зоні відповідальності Украероруху за 2019-2021 роки. [33]

Так в 2019 році було виконано 335,407 одиниць обслуговування. Цей показник безрозмірний і відносний. Важко оцінити кількість проведених за маршрутом ПС, оскільки на це впливає злітна вага ПС. Це робиться для того, щоб порівняти складність проведення за маршрутом великих і малих ПС.

При цьому даний показник в 2021 році склав 230,513 одиниць обслуговування. Річний темп падіння показника склав -31,3%. Значення

цього показника складається з усієї множини польотів ПС територією України: транзитні, що не здійснюють посадки, транзитні здійснюючі технічну посадку в аеропортах України під час виконання трансконтинентальних маршрутів Європа-Азія та рейсів, що мають початкову або кінцеву точку українських аеропортів а (зазвичай виконуються національним перевізником або призначеними іншою державою).

Падіння аеронавігаційного обслуговування в 2020 та 2021 роках відносно 2019 років пояснюєть пандемією ковід-19, що негативно вплинула на авіаційні переїзнення. Тільки авіація почала оговтуватися від наслідків пандемії в Україні почалося вторгнення РФ і повітряний простір був закритий.

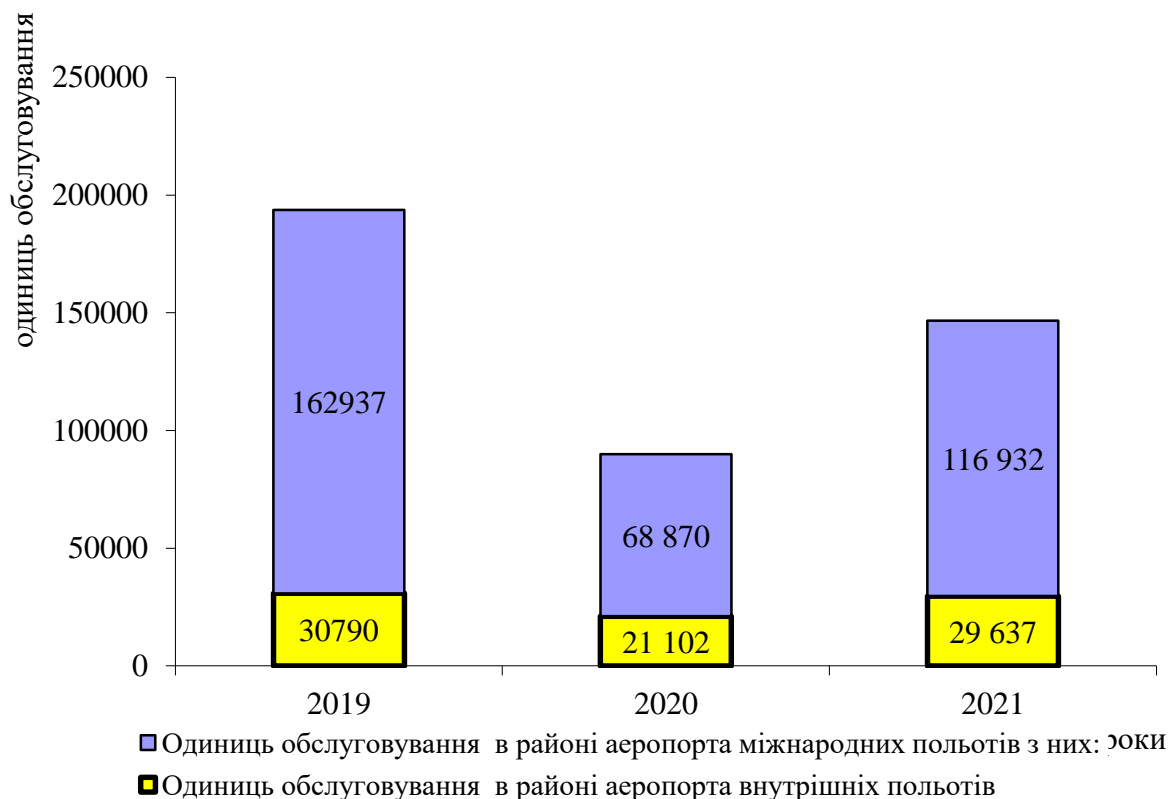


Рис. 2.3. Динаміка обслуговування зліт/посадок ПС в зоні відповідальності УкрАероруху за 2019-2021 роки. [33]

Кількість обслугованих ПС в районі аеродрому в 2019 році становила показник має розмірність однієї одиниці зльоту-посадки і є основою для розрахунку зборів за аеронавігаційне обслуговування зльі-посадки [33].

Кількість ПС іноземних авіакомпаній, які були обслуговані в районі аеродрому в 2021 році, становила 82,860 зльотів / посадок. У 2021 році скоротився до 62,726 зліт/посадок. Падіння на 2021 рік порівняно з 2019 роком склало -24%.

Проаналізуємо фінансові показники діяльності Украероруху. Більш детально в таблиці. 2.2.

Таблиця. 2.2.

**Фінансові показники діяльності Украерорух, тис. Грн**

Показники				(01.01.22 –	
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)					
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)					
<b>Чистий фінансовий результат</b>					

Чистий дохід від реалізації продукції Украерорух 2019 році складав 3 526 047 тис. грн. , а в 2021 році знизився до 2 783 106 тис. грн. Такі коливання показника пов'язані з скороченням обсягів робіт з аеронавігаційного обслуговування внаслідок пандемії. У зв'язку з тим, що Украерорух має високі постійні витрати на підтримання інфраструктури системи ОПР, витратна частина підприємства висока. Так витрати Украероруху в 2019 році склали 3 369 666 тис. грн, в 2020 році - 2 173 329 тис. грн., а в 2021 році 2 294 881 тис. грн. Високі витрати призвели до

збиткових результатів діяльності Украероруху в 2020 та 2022 роках. Так збиток склав - 664 436 тис. грн. та - 849 857 тис. грн. відповідно.

В той же час в 2019 році Украерорух досягнув прибутку в розмірі 156381 тис. грн., а в 2021 році 488225 тис. грн.

У таблиці 2.3 і на рис. 2.5. представлена структура доходів від основної діяльності Украероруху

Таблиця 2.3

**Структура доходів від основної діяльності Украероруху за 2021 рік.**

Показник	Доля
Дохід від основної діяльності всього, в тому числі.	
Доходи від аеронавігаційного обслуговування ПС	
Доходи за послуги зв'язку	
Доходи за аеронавігаційну інформацію	
Доходи за метеорологічне забезпечення польотів ПС	
Доходи за обробку флайт – планів	
Доходи за надання машини супроводу ПС	

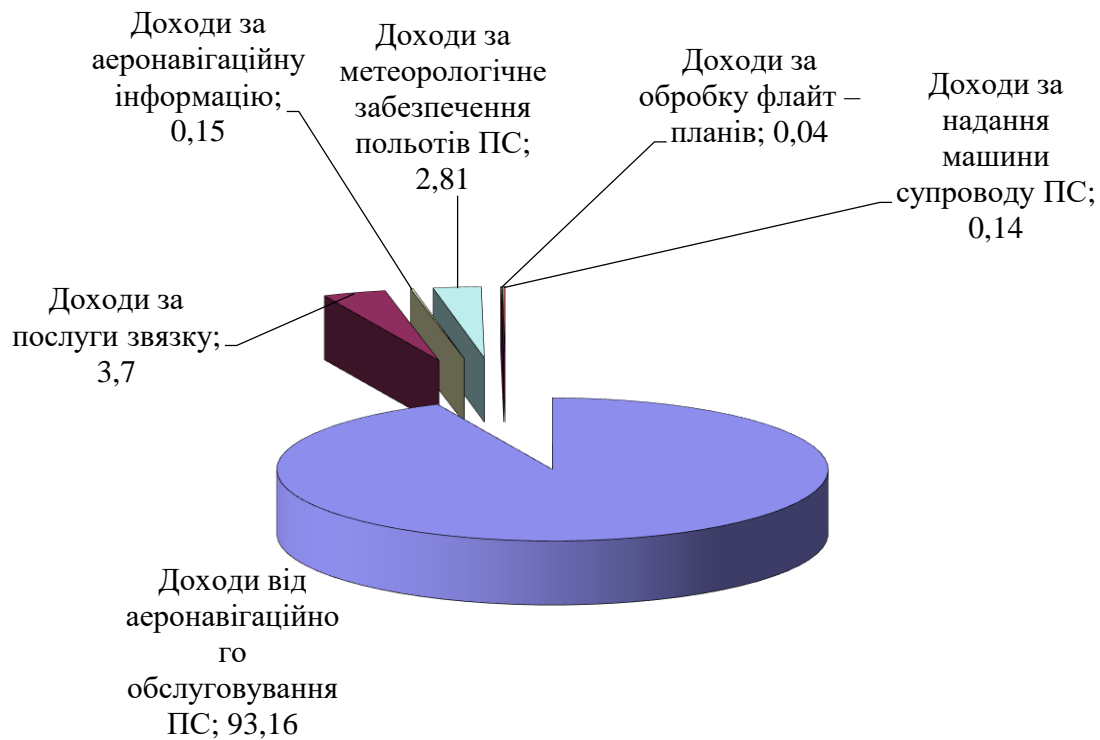


Рис. 2.4. Структура доходів від основної діяльності Украероруху за 2021 рік.

Украерорух постійно працює над залученням користувачів до повітряного простору України шляхом [33]:

- залучення користувачів до повітряного простору України авіакомпаній країн, що літають транзитом на маршрутах з Південно-Східної Азії до Європи та назад;
- розробка нових маршрутів і підписання міжнародних угод з сусідніми державами.

Структура витрат Украероруху представлена в Табл. 2.4.

Таблиця 2.4

## Структура витрат Украероруху за 2021 рік

Показник	Доля
<b>Витрати всього, в т.ч.</b>	
<b>Витрати з собівартості всього, з них</b>	
Виробничі матеріальні витрати	
Заробітня платня та відрахування	
Амортизація основних засобів	
Інші витрати виробничого призначення	
<b>Інші витрати всього, в т.ч.</b>	
Витрати з збуту	
Адміністративні витрати всього, в т.ч.	
Заробітня платня та відрахування управлінського персоналу	
Матеріально – технічні, господарські і інші витрати	
Витрати на підготовку кадрів	
Заходи з охорони здоров'я та організації відпочинку	
Інші	
<b>Витрати з фінансової діяльності,</b>	
<b>Податок на прибуток, інші податки</b>	

У структурі видатків витрати на собівартість становлять 58,19%, з них заробітна плата та відрахування - 58,5%; амортизація основних засобів - 23,72%; інші витрати на виробництво - 9,82%, що включає в себе ремонт обладнання, обладнання метеорологічного та комунікаційного призначення, витрати на радіозв'язок, прольоти та перевірку обладнання, безпеку об'єктів, програмне обладнання, витрати на охорону праці, митні процедури,

сертифікацію обладнання тощо; матеріальні витрати на виробництво становлять 7,96%, які включають електроенергію, комунальні послуги та оренду приміщень, оренду каналів зв'язку, обслуговування виробничих транспортних засобів, матеріальні витрати.

24,02% складають непрямі витрати, що включають витрати на рекламу та маркетинг (0,02%); адміністративні та управлінські витрати на персонал - 16,18% з яких заробітна плата з відрахуваннями управлінського персоналу становить 15,18%, матеріально-технічні, економічні та ін витрати становлять 82%..

Фінансові витрати становлять 17,30%, а 0,49% податку на прибуток та інших податків до бюджету.

У зв'язку із військовою агресією російської федерації, починаючи з 24 лютого 2022 року, повітряний простір України закрито для польотів цивільних повітряних суден, а міжнародний повітряний простір, де відповідальність за надання обслуговування повітряного руху делегована Україні міжнародними договорами є недоступним для планування польотів цивільних повітряних суден із призупиненням надання відповідних видів аеронавігаційного обслуговування Украерорухом.

Впроваджено низку антикризових заходів задля забезпечення безумовного виконання основних завдань підрозділами ОЦВС (Об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху України), в інтересах оборони держави в умовах відсічі збройної агресії. Відповідно до статті 11 Закону України № 2136-IX від 15.03.2022 «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану», майже з 70% цивільного персоналу Украероруху, які не залучені до виконання оперативних завдань в межах функціонування ОЦВС, на період воєнного стану призупинено трудові договори. Решта 30% - це працівники, що залучені до виконання визначених завдань ОЦВС, у тому числі до чергування на центрах організації повітряного руху, обслуговування та підтримання у

працездатному стані засобів спостереження, навігації, зв'язку та автоматизації, контролю за дотриманням порядку використання повітряного простору, матеріально-технічного, медичного та адміністративного забезпечення діяльності ОЦВС тощо. Де-факто Украерорухом здійснено перехід підрозділів ОЦВС на функціонування у штатах військового часу. Також вжито низку організаційно-методичних заходів щодо підтримання компетентності такого персоналу та їхніх професійних навичок із подальшим їх поверненням для забезпечення сталого функціонування системи ОНР під час відновлення операційної діяльності після закінчення/скасування дії воєнного стану.

Незважаючи на обставини форс-мажор, викликані військовою агресією російської федерації в Україні, що привела до руйнування частини виробничих об'єктів підприємства (або їх стан неможливо визначити через бойові дії на значній частині території), відсутністю фінансових надходжень за аеронавігаційне обслуговування, які склали 99% у загальній структурі доходів підприємства, Украерорух впровадив низку антикризових заходів задля забезпечення безумовного виконання основних завдань ОЦВС в інтересах оборони держави.

Забезпечено безперебійне функціонування ОЦВС, доступна інфраструктура підтримується у робочому стані, забезпечена підтримка компетентності та професійних навичок операційного персоналу. У кооперації з Євроконтролем розроблено та затверджено План заходів Украероруху з відновлення аеронавігаційного обслуговування у повітряному просторі України, що буде одним із основних чинників відновлення функціонування авіаційної галузі України.

**. Сучасні вимоги до автоматизованих систем управління повітряним рухом на операційному рівні**

Автоматизація управління повітряним рухом є визначальним фактором забезпечення безпеки та економічної ефективності повітряного руху.

**Система організації повітряного руху** - це автоматизована послуга, що надається наземними службами управління повітряним рухом. Метою системи є проведення літаків через зону їх відповідальності таким чином, щоб уникнути їх небезпечного зближення по горизонталі чи вертикалі підходу " [33].

Другорядним завданням є регулювання потоку літаків і забезпечення екіпажів необхідною інформацією, включаючи метеорологічні звіти і навігаційні параметри.

У багатьох країнах СОПР регулюють літаки всіх класів - приватні, цивільні і військові. Залежно від кожного конкретного рейсу і типу судна, СОПР може видавати різні інструкції, які екіпаж судна повинен виконувати або просто надавати необхідну інформацію про рейс (включаючи рекомендаційну інформацію). У всякому разі "... екіпаж відповідає за безпеку свого польоту і може відхилитися від отриманих інструкцій у надзвичайних ситуаціях " [29].

Система повинна автоматизувати обробку та відображення радарів, радіо, планування польотів, метеорологічних та інших процесів управління повітряним рухом.

Всі підсистеми СОПР побудовані на базі локальних комп'ютерних мереж з використанням цифрових технологій обробки та передачі даних. Система забезпечує автоматизовану взаємодію між робочими місцями диспетчерського центру, а також можливість обміну з суміжними СОПР. З одного боку, СОПР "... як система реального часу, повинна відповідати найсуворішим критеріям відмовостійкості, надійності та точності обчислювального процесу " [28].

Основні функції систем СОПР:

Зв'язок, навігація і спостереження. У кожній з цих сфер існує жорстка конкуренція, яка часто включає як війну стандартів, так і політичне лобіювання. Прикладом може служити технологія зв'язку VDL Mode-4.

4 має унікальні можливості для обміну повітряною, наземною інформацією та інтегрує більшість функцій зв'язку СОПР: Automatic dependent surveillance-broadcast (ADS-B), Traffic information services-broadcast (TIS-B), Flight information services-broadcast (FIS-B), Point-to-Point Communication. Ця технологія була схвалена і стандартизована ІКАО як система, рекомендована для обміну всіма видами зв'язку, включаючи повітряне сполучення. VDL Mode 4 був предметом багатьох успішних спонсорських проєктів протягом останнього десятиліття, але розгортання системи було призупинено FAA (США). За останнє десятиліття співвідношення між апаратними і програмними частинами комплексів СОПР кардинально змінилося на користь програмної реалізації функцій " [29].

Широке використання мейнфреймів обчислювального, комунікаційного та мережевого обладнання вплинуло на архітектуру комплексів. Тепер можна інтегрувати різні системи та обладнання. Наявність сучасних мов програмування, сучасного апаратного та обчислювального обладнання значно скоротило час, необхідний для розробки та впровадження обладнання. Нинішня стратегія розвитку СОПР базується на створенні єдиних комплексів, з одного боку, і реалізації поетапної модернізації існуючих комплексів, з іншого. Стратегія покрокової модернізації полягає в тому, що найбільш гострі проблеми швидко усуваються і зберігається існуюча інфраструктура. Модернізація здійснюється без перерв у роботі систем з мінімальними фінансовими витратами.

Системи CNS/ATM - це поєднання супутникових технологій та систем прямої видимості, які разом забезпечують оптимальну авіаційну

підтримку з технічної та економічної точки зору. Перехід на новий рівень системи ОПП неможливий без "... впровадження передових технологій CNS/ATM" [30]. Особливостями сучасної системи ATM є застосування високошвидкісних ліній передачі даних зі спеціальним видом модуляції, широке застосування глобальної супутникової навігаційної системи (GNSS) на всіх етапах польоту, гнучке, скоординоване, скоріше, нерегульоване використання повітряного простору з урахуванням всіх користувачів, включаючи військових, і уніфікація систем обробки даних для подальшої інтеграції в регіональні і глобальні мережі.

Радіозалежна система спостереження (ASN-B) є ключовою технологією CNS/ATM. Система призначена для "... обміну на УКХ-радіоканалі інформацією про місцезнаходження ПС за принципом "кожен з кожним" ("борт-борт", "борт-земля", "земля-сторона") "[28]. Дані навігації генеруються з сигналів систем супутникової навігації. Система надає контролеру ОПП повну і точну інформацію про положення, швидкість і наміри всіх ПС в полі зору радіоканалу, а також передає ПС додаткову інформацію, в результаті чого ПС мають повну картину ситуації в повітряному просторі. Бортове обладнання системи включає в себе трансивер (транспондер), індикатор стану повітря (опціонально) і антени.

Розглянемо рівень розвитку систем ОПП в європейському регіоні. Так, на початку 2015 року більшість центрів ОПП країн Євроконтролю реалізують програму Автоматизованої системи управління повітряним рухом по програмі FASTI (First ATC Support Tools Implementation). Вони здійснюють перехід на третій рівень системи автоматизації, тобто включають функції прогнозування траєкторії, контролю за її виконанням, взаємодії з суміжними секторами за процедурою OLDI (Online Data Interchange) Середньострокове виявлення та вирішення конфліктів та управління повітряним рухом (ATM) за допомогою цифрових ліній передачі

даних. Системи забезпечують пропускною спроможністю 60 літаків на годину.

У дослідженні системи взяли участь представники з різних країн від Австралії до США. У свою чергу, «... остаточне завершення нового функціоналу відбувається безпосередньо в Центрах ОНР» [56, с.68].

У 2010 році була розроблена технічна специфікація (ТЗ) для розробки інтерфейсу людина-машина для трекової системи.

Станом на 1 січня 2015 року 105 центрів експлуатували ОНР з використанням ДМВ, а всі літаки, що летіли на висотах понад 228,60 м, були оснащені необхідним обладнанням. Крім того, у ПС є пристрої автоматичного залежного контролю (ASN-B) і бортові індикатори повітряної обстановки.

Експерти EUROCONTROL проводять дослідження щодо спільного управління повітряним рухом, таким чином перерозподіляючи функції управління повітряним рухом між наземними центрами внутрішнього контролю та екіпажами ПС.

## **Висновок до другого розділу**

У цьому розділі було проаналізовано таку організацію як Державне підприємство обслуговування повітряним рухом України - Украерорух. Особлива увага приділена особливостям організації та управління авіаційним рухом в Україні, розглядаючи ці питання в контексті функціонування при дії воєнного стану. Проведений аналіз виробничо-фінансової діяльності Украероруху дозволив виявити тенденції, що мають вплив на стабільність та розвиток авіаційної інфраструктури України.

Детально розглянута технологія оперативного управління виробничними процесами, охоплюючи координацію повітряного руху, навігаційну безпеку та інші ключові аспекти авіаційної діяльності.

Наголошено на сучасних вимогах до автоматизованих систем управління повітряним рухом на операційному рівні, зокрема важливості впровадження новітніх технологій, таких як ADS-B, ASN-B, CNS/ATM, тощо, для забезпечення безпеки відповідно до SARPs ICAO. Зазначено, що адаптація до цих вимог є ключовим аспектом для забезпечення конкурентоздатності та сталого розвитку авіаційного сектору України.

### **РОЗДІЛ 3**

### **ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА**

### **3.1. Шляхи вдосконалення технології оперативного управління виробничими процесами Украерорух**

Управління повітряним рухом - це безперервний процес, який включає послідовність операцій як диспетчерського персоналу управління повітряним рухом, так і екіпажу ПС. При цьому початок (закінчення) операцій, хоча і визначається алгоритмом управління на даному етапі, все ж може мати часову і просторово-часову варіацію, обумовлену частковою зміною зовнішніх умов і характеристик літака, частково екіпажем і диспетчерським персоналом [32].

Управління повітряним рухом - це комплекс заходів, пов'язаних з плануванням, координацією, супроводом польотів, управлінням наземним і повітряним рухом і дотриманням вимог режиму польоту (рис. 3.1.).



Рис. 3.1. Складові елементи ОПР

Завдання оперативного управління повітряним рухом:

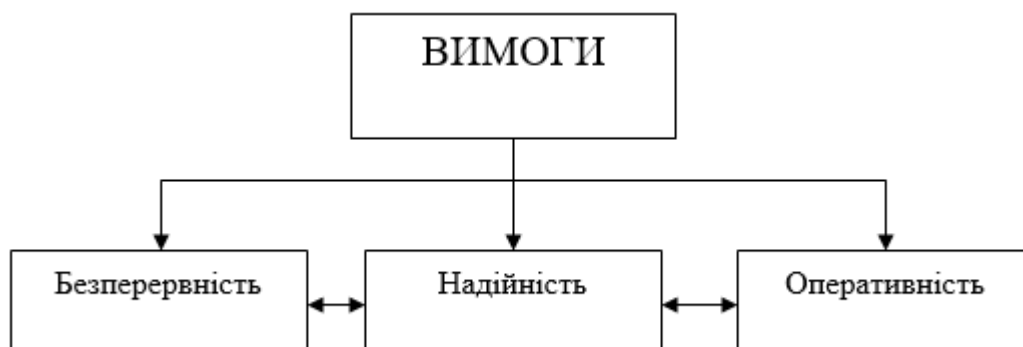
- а) попередження зіткнень повітряних суден;
- б) попередження зіткнень літаків з наземними перешкодами;
- в) формування потоку повітряного руху;
- г) надання управляючих команд та інформації, необхідної для забезпечення безпечних та ефективних польотів;
- д) інформувати відповідні організації про повітряні судна, які потребують пошуково-рятувальної допомоги, та надавання їм необхідної допомоги.

Особливе значення має постійна обізнаність щодо розрахунків пунктів управління та диспетчерів польотів про місце розташування, режим та умови кожного повітряного судна та метеорологічними умовами в зонах їх відповідальності.

Оперативне управління повітряним рухом включає[31]:

- планування повітряного руху на основі запитів;
- Договір про організацію процедури передачі та прийняття управління до взаємодіючого КП;
- узгодження планів польотів під час їх виконання;
- забезпечення випуску літаків у запланований час для виконання польотних завдань і посадки їх на аеродроми;
- контроль дій екіпажу під час виконання ним льотних завдань від пуску до відключення після польоту;
- інформація екіпажу про погодні та повітряні умови в зоні польоту;
- контроль за дотриманням встановленого режиму польоту (режим польоту - параметри літака);
- вжиття необхідних заходів для забезпечення безпеки польотів та надання допомоги екіпажам у разі виникнення особливих подій у польоті та тим, хто зазнав лиха.

Оперативний контроль руху ПС повинен бути безперервним, надійним і оперативним (рис. 3.2).



### Рис. 3.2. Вимоги до ОПР

Безперервність управління повітряним рухом - це постійний вплив персоналу управління повітряним рухом на хід виконання льотних завдань екіпажів. Безперервність забезпечується організацією чіткої взаємодії пунктів управління, надійної роботи зв'язку та радіотехнічного забезпечення польотів, а також вмілого використання потенціалу диспетчерського складу.

Основним кількісним критерієм безперервності управління може бути час, протягом якого немає зв'язку з екіпажами і диспетчерами, які не можуть отримати інформацію про ситуацію і передавати інформацію екіпажам.

Надійність управління повітряним рухом - це здатність менеджерів польотів і персоналу управління рухом виконувати свої функції в умовах, що швидко змінюються. Це досягається за рахунок високого рівня підготовки диспетчерського персоналу, точного виконання своїх обов'язків, постійного знання ними повітряної, метеорологічної та орнітологічної обстановки і безперервного контролю польоту кожного екіпажу (групи) за трьома координатами.

В якості основного критерію оцінки надійності управління може бути прийнятий допустимий рівень порушень в роботі диспетчерського персоналу і органів управління на контрольних пунктах, в системі зв'язку та інших елементах, при яких диспетчер здатний виконувати свої функції в достатньому обсязі.

Оперативність управління польотом - це здатність керівників польотів і диспетчерського персоналу оперативно реагувати на всі зміни в повітрі і в наземних умовах в обмежений час і своєчасно впливати на виконання екіпажами льотних завдань. Це досягається своєчасними і енергійними діями диспетчерів з підтримання встановленого порядку на аеродромі і в

повітрі, правильним і швидким реагуванням на будь-яку надзвичайну ситуацію на землі і в повітрі, прийняттям оптимального рішення, виконанням і контролем дотримання [31].

Цикл управління повітряним рухом складається з наступних компонентів [30]:

Час, протягом якого збираються дані T1;

Час для аналізу даних і рішень T2;

- час на доведення команд управління до екіпажу T3;

- час виконання екіпажем команди диспетчера T4.

Тоді час циклу управління Tц складе:

*T*

*ц*

Отже, основним критерієм оцінки оперативного управління є час, витрачений на цикл управління екіпажем. Цей час повинен забезпечити своєчасне і якісне виконання команд екіпажу від диспетчерського персоналу.

*T*

Його конкретна тривалість в кожному конкретному випадку і в кожному посилянні повинна мати обмеження, перевищення якого призведе до відмови або неповного виконання отриманої команди. Така межа одного контрольного циклу називається *критичним часом управління*.

*T*

У будь-якому випадку цей час не повинен скорочуватися за рахунок якості управління, особливо за рахунок обґрунтованості рішення.

+

Кількісне значення вимог до ефективності управління можна виразити наступним чином:

*T*

$$\text{де, } T_{ц} = T_{у} + T_{п} + T_{р} + T_{д} + T_{е} + T_{й}$$

Чим більше різниця між  $T_{\text{крит}}$  і сумою  $T_{\text{упр}} + T_{\text{дія}}$ , тим вище ефективність, а отже, тим більше ймовірність своєчасної реакції на вказівки диспетчерського персоналу, яку можна визначити за формулою:

$$= \frac{T}{U}$$

Якщо значення  $\frac{T}{U}$  від'ємне, вимога ефективності управління не виконується (неможливо виконати команду за час, необхідний ситуацією).

Кількісне визначення вимоги до управлінської чуйності дозволяє не тільки оцінити оперативність реагування на ту чи іншу управлінську задачу, але й об'єктивно оцінити доцільність певних заходів з удосконалення управління.

В даний час  $V$  створені та вдосконалюються інструменти автоматизованих систем управління (АСУ) для автоматизованого вирішення завдань оперативного управління повітряним рухом.

Украерорух також використовує автоматизовану систему АСУ «Центр» для оперативного прийняття рішень і полегшує виконання мінімальних операцій з оперативного контролю повітряного руху [33].

Однак ця система застаріла і не може відповідати сучасним вимогам

Автоматизація поліпшила точність і ефективність аеронавігації. Основними завданнями управління автоматизацією є: підвищення швидкості, безперервності і надійності управління, підвищення якості рішень і планування завдань оперативного управління повітряним рухом.

Ще однією з проблем технічного забезпечення оперативного управління повітряним рухом є застаріле радіолокаційне обладнання, що унеможливує використання сучасних принципів організації повітряного руху на основі PBN-навігації.

За результатами стратегічного планування Державної авіаційної служби щодо впровадження методів зональної навігації на основі специфікацій PBN визначено три етапи діяльності Украероруху на наступні п'ять років.

**Етап перший.** Приведення основної діяльності у відповідність до всіх державних і міжнародних стандартів безпеки аеронавігації. [37]

**Етап другий.** Поступове впровадження державної політики щодо розвитку національної АНС. За умови належного впровадження перших двох етапів здійснюється перехід до третього етапу. [37]

**Етап третій.** Зміцнення позиції Украероруху як надійного провайдера аеронавігаційного обслуговування в Європейському регіоні. [37]

Ці етапи зумовлюють потребу у модернізації та вдосконаленні наявної виробничої інфраструктури, фінансово-адміністративної автономії, управління людськими ресурсами і подальшого покращення внутрішніх процесів відповідно до наявної інтегрованої системи управління.

Це допоможе Украероруху робити більш ґрунтовний внесок у безперервний розвиток національної економіки й суспільства, виконуючи важливі функції оптимального ВВП та забезпечення безпеки повітряного руху.

У кооперації з Євроконтролем та Украерорухом було розроблено заходи із відновлення аеронавігаційного обслуговування у повітряному просторі України із дотриманням безпекових принципів, підписано спільні документи, розроблено проекти директив з безпеки польотів, направлених на врегулювання питань, пов'язаних із реалізацією наглядових заходів у сфері безпеки польотів, які проводяться Державіаслужбою, зокрема в умовах правового режиму воєнного стану. Виходячи із умов воєнного стану, відсутністю фінансування, Украерорухом, спільно з Державіаслужбою, було проведено значний обсяг робіт, направлених на відтермінування уведення у дію низки нових Авіаційних правил України, впровадження яких було

заплановано у 2022 році і вимагало від провайдерів АНО значних ресурсних витрат для впровадження та реформування процесів і процедур інтегрованого управління авіаперевезеннями.

Виділимо найнеобхідніші шляхи вдосконалення оперативного управління виробничою діяльністю Украерорух: [37]

1. Реалізація заходів щодо переходу на сучасні підходи та технології побудови виробничого процесу організації повітряного руху: організація оперативного управління за концепцією PBN на основі впровадження системи координат WGS - 84.

2. Посилення взаємодії та координації з учасниками процесу обслуговування аеропорту через впровадження інформаційної системи AODB усіма учасниками процесу.

### **3.2. Пропозиції щодо вдосконалення оперативного управління виробничими процесами Украерорух**

Основними проблемами оперативного управління повітряним рухом є застаріла технологічна база підприємства і як наслідок низька ефективність технологічного процесу. Для вдосконалення системи оперативного управління пропонується використовувати сучасні підходи та технології побудови виробничого процесу управління повітряним рухом

Це насамперед перехід до організації оперативного управління за концепцією PBN. Концепція PBN базується на реалізації системи координат

4) - геодезична довідкова система Землі 1984 року, що включає геоцентричну систему координат.

На відміну від локальних систем, це єдина система для всієї планети. WGS-84 визначає координати відносно центру мас Землі з похибкою менше 2 см.

Впровадження цієї системи координат дозволить підвищити точність управління повітряним рухом. Однак його реалізація вимагає великої роботи, пов'язаної з аерофотозйомкою території та її прив'язкою до супутникової системи координат.

Концепція PBN консолідувала і систематизувала всі попередні вимоги до точності навігації [36].

Вимоги, викладені в Посібнику PBN [15] ґрунтувалися на технічних можливостях конкретного навігаційного обладнання, що часто викликало проблему неможливості використання PBN через відсутність такого навігаційного обладнання.

Концепція PBN передбачає більш гнучкий підхід з наступними вимогами (більш детально викладеними у теоретичній частині даної роботи) до обладнання: точність, цілісність, доступність, безперервність та функціональність.

З точки зору практичного застосування PBN важливі тільки точність і неперервність та функціональність системи, інші параметри цікаві розробникам апаратного забезпечення і тим, хто дозволяє системі працювати за певною специфікацією.

Кожна специфікація передбачає вибір навігаційних датчиків, тобто заданої точності можна досягти за допомогою, наприклад, DME/DME і

Як вже було викладено в теоретичній частині: існує два типи специфікацій: RNP і RNAV, основною відмінністю яких є вимога здійснювати моніторинг і оповіщення екіпажу при недотриманні заданих характеристик для специфікацій RNP.

Концепція РВН в майбутньому передбачає перехід на специфікації RNP, що дозволить підвищити щільність маршрутної мережі в умовах збільшення обсягів перевезень.

Два основних застосування РВН - це вимоги, викладені у відповідній навігаційній специфікації, а також інфраструктура навігаційних інструментів (як наземних, так і супутникових), які підтримують систему.

Важливо зазначити, що для одного польоту можуть бути використані різні специфікації та показники точності до навігації залежно від етапу польоту. (див. рис. 3.3.).



Рис. 3.3. Застосування різних специфікацій залежно від фази польоту

Як для RNP, так і для RNAV наступне число (де воно приводиться) вказує на точність горизонтальної навігації в морських милях, з імовірністю 0,95 літак повинен знаходитися в заданих межах.

Сьогодні попередні вимоги PRNAV, BRNAV, US-RNAV були замінені специфікаціями PBN. Згідно з концепцією, кожна специфікація має своє призначення.

Велика частина повітряного простору розвинених країн контролюється точними навігаційними системами VOR-DME. Використання точних навігаційних систем дає можливість оптимізувати переміщення ПС по ешелонах і спростити роботу авіадиспетчерів. Ці системи також підвищують продуктивність персоналу управління повітряним рухом і знижують експлуатаційні витрати комплексу управління повітряним рухом.

Для бортового навігаційного обладнання (RNAV), як і для всіх навігаційних пристроїв, встановлені вимоги точності. Ці вимоги закладені в концепції PBN, але виражаються у вигляді так званих навігаційних специфікацій RNAV і RNP і можуть бути встановлені для повітряних маршрутів, аеродромних схем або для цілих регіонів.

Необхідність застосування зональної навігації на основі RNAV/RNP продиктована зростаючою потребою в рішеннях щодо насичення повітряного простору, вимогою підвищити ефективність використання палива, підвищенням вимог до захисту навколишнього середовища, зростаючою потребою в посадках на основі RNAV (безпека польотів, доступність аеропорту). Ці вимоги можуть бути виконані RNAV/RNP, але це вимагає стандартизації [37].

Саме з цією метою спеціальний комітет з майбутніх аеронавігаційних систем ICAO (FANS) визначив необхідність навігації на основі експлуатаційних характеристик та розробив концепцію можливості виконання польотів на основі необхідних навігаційних характеристик (RNP).

Концепція PBN охоплює застосування зонної навігації на основі експлуатаційних вимог до літака, виражених у навігаційних технічних вимогах (див. рис. 3.4.).

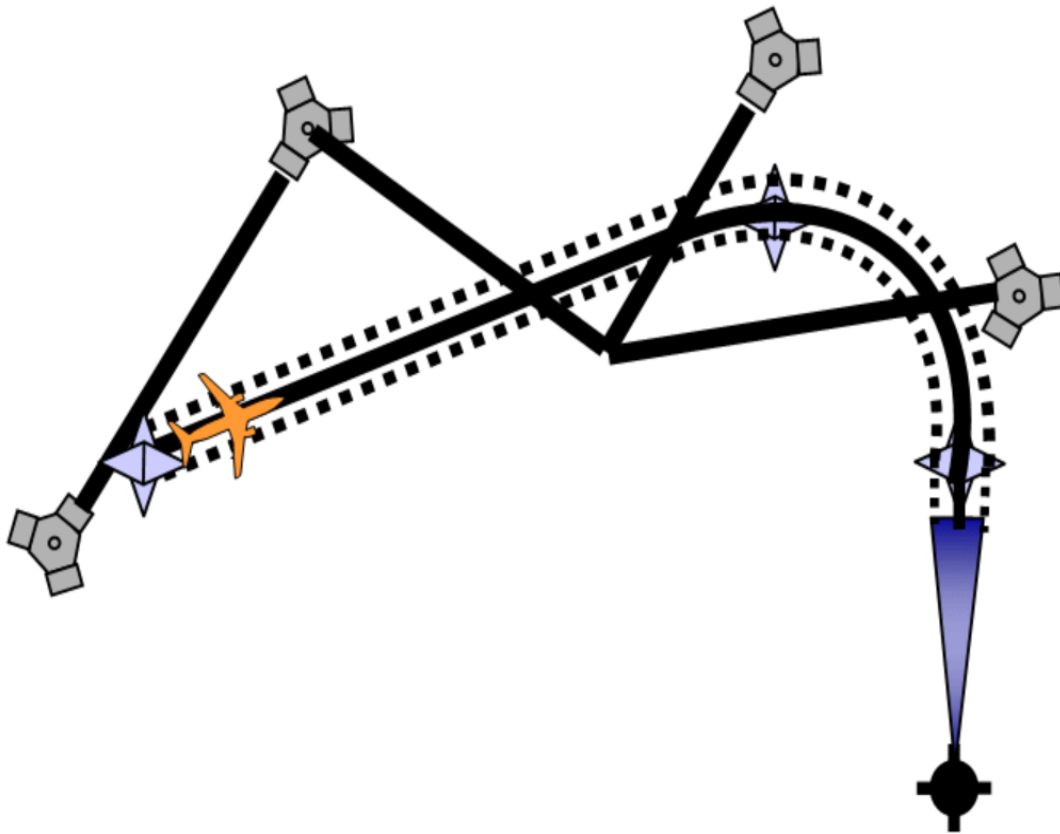


Рис. 3.4. Концепція PBN - «Навігація на основі експлуатаційних характеристик»

Концепція була включена в посібник ICAO з PBN [15], який покликаний надати державам «єдине джерело інформації» про те, як реалізувати RNAV і RNP у своєму повітряному просторі.

Своєчасне виконання Резолюції вимагає спільних та скоординованих дій між державами та ICAO, зокрема її регіональними бюро.

У Європейському регіоні Координаційна група створила оперативну групу з впровадження PBN, яка визначила основні напрямки діяльності.

Також пропонується запровадити нову інформаційну систему, побудовану на «Концепції спільного прийняття рішень A-CDM».

Інтеграційна інформаційна система називається «Система Amadeus»

Про відсутність виробничих потужностей для задоволення попиту на авіатранспорті давно відомо. Це також відчутно в аеропортовому сегменті. Кожен аеропорт має дефіцит пропускної спроможності. Ця проблема має два рішення: будівництво нових виробничих потужностей і технологічних рішень, спрямованих на підвищення операційної ефективності учасників процесу.

Це економічно вигідно, щоб максимізувати пропускну здатність, перш ніж інвестувати більше в інфраструктуру. Це вирішується шляхом розробки та впровадження інноваційних технологій. Питання впровадження нових технологій не повинно лягати виключно на плечі аеропорту. Процес повинен бути кооперативним, залучаючи всіх операторів аеропорту і обслуговування повітряного руху.

Тільки спільне прийняття рішень може максимізувати переваги інфраструктури аеропорту без особливих інвестицій.

Концепція визначає загальний процес спільного прийняття рішень, включаючи наступне:

- процес прийняття рішень (collaborative decision making(CDM)) дозволяє всім учасникам брати участь у прийнятті рішень з управління повітряним рухом (ОПР), тобто CDM не обмежується будь-якою конкретною сферою, наприклад, аеропортом або маршрутом;

- процес CDM буде застосовуватися до рішень на всіх рівнях, від довгострокового планування до реальних операцій;

- процес CDM може застосовуватися як активно, так і пасивно через спільно узгоджені процедури;

- Ефективне управління інформацією та обмін інформацією дозволить всім зацікавленим сторонам отримати інформацію, яка має важливий вплив на рішення інших;

- будь-яка сторона процесу може запропонувати рішення (це особливо вигідно в поєднанні з ефективною функцією управління інформацією).

Принцип роботи Amadeus ACDM Portal полягає в підвищенні ефективності оперативного планування і використання ресурсів, забезпеченні безперебійної роботи аеропорту при тісній співпраці всіх партнерів А-CDM.

Разом процес А-CDM може бути застосований до широкого спектру заходів від стратегічного планування (наприклад, інвестицій в інфраструктуру) до операцій в реальному часі [34].

Amadeus AODB - хмарне рішення. Доступ до нього можна отримати з ноутбука, телефону або планшета з доступом до Інтернету.

Структура Amadeus AODB представлена на рис. 3.5.

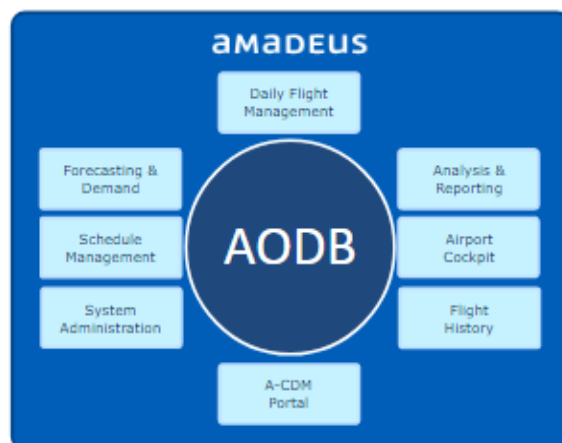


Рис. 3.5. Структура Амадеус АODB [34]

Amadeus ACDM Portal складається з модулів, які призначені для структурування виробничого процесу та його взаємодії на рівні всіх учасників.

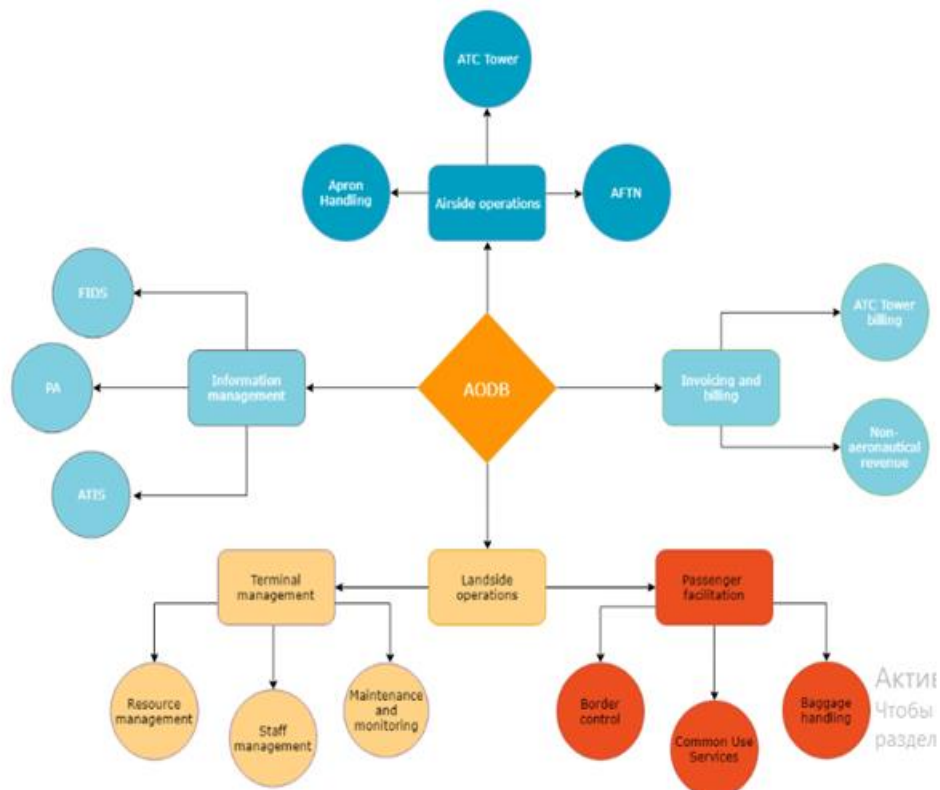


Рис . 3.6. Модулі системи прийняття рішень порталу Amadeus ACDM

Життєвий цикл системи є відомим принципом PDCA (Plan – Do - Control - Analysis) тобто стратегічне планування - тактичне планування - оперативне управління - А-CDM - збереження результатів - аналіз продуктивності - стратегічне планування [34].

ACDM Portal повинна бути інтегрована з системами планування і контролю обслуговування ПС базових перевізників і системою ACARS, що використовується в аеропорту «Бориспіль».

Розроблений алгоритм та впроваджений програмний модуль в Amadeus ACDM Portal для розрахунку потужності комплексу злітно-посадкових смуг зі штучним покриттям дозволяє провести перерахунок потужності комплексу (при введенні обмежень) і забезпечує гнучкий підхід до формування збалансованого вхідного і вихідного потоку з урахуванням

категорії ПС турбулентності сліду попереднього ПС, на етапах стратегічного і тактичного планування польотів (рис. 3.7.).

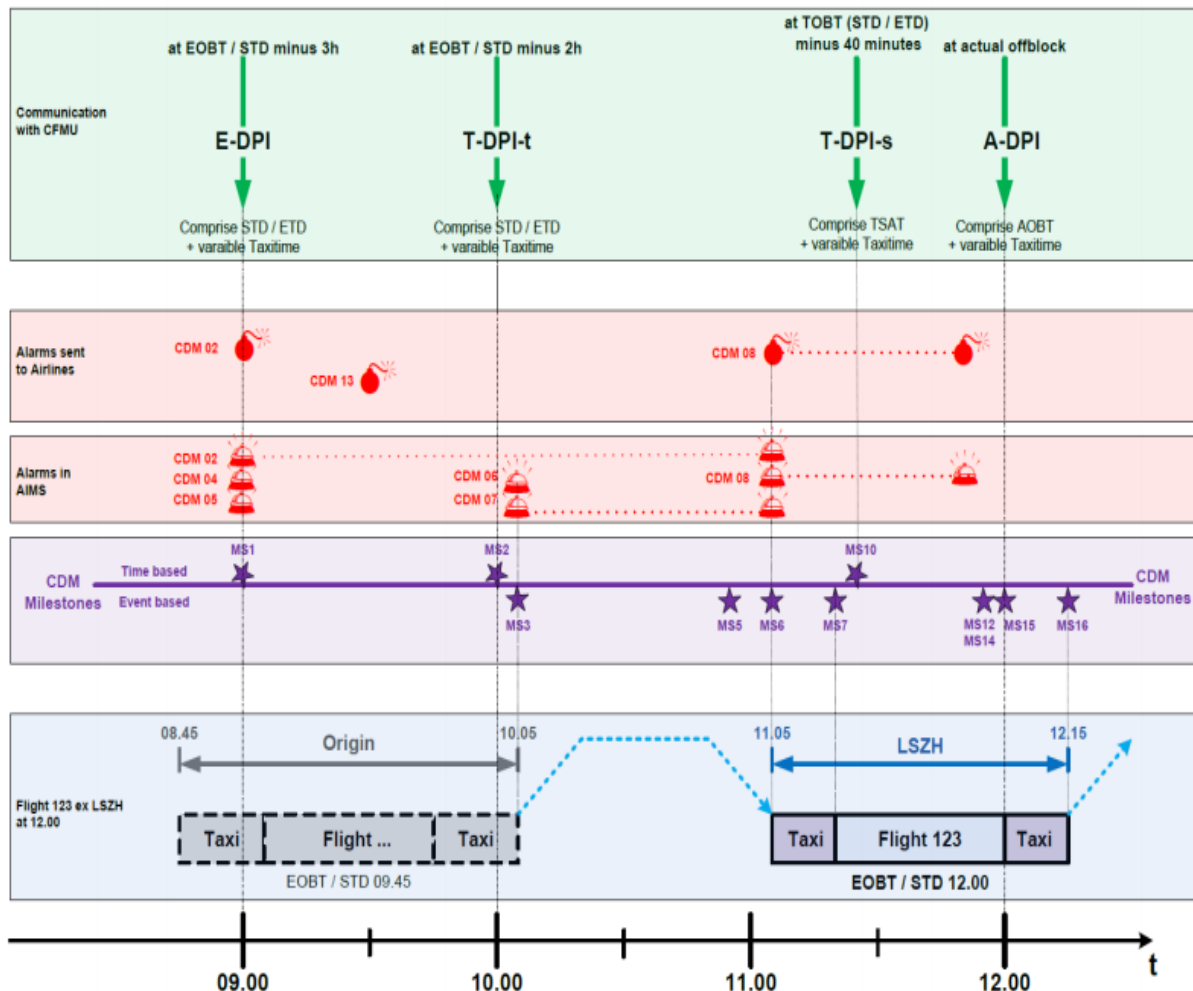


Рис. 3.7.. Графічне представлення спільного процесу прийняття рішень через систему Amadeus ACDM Portal між операторами польотів [34]

Модуль Amadeus ACDM Portal «Покроковий підхід» підвищує рівень загальної ситуаційної обізнаності всіх партнерів у разі вхідного рейсу і під час фаз літака на проміжній стоянці між двома рейсами. Більш детально можна виділити наступні можливості модуля:

визначати значущі події, що дозволяють відстежувати статус польотів, та розподіляти ці ключові події за етапами;

- визначати змінену інформацію та ініціювати події: нові параметри, оновлення вихідних розрахункових даних, екстрені повідомлення, повідомлення тощо;

- визначати якість даних з точки зору точності, своєчасності, надійності, стабільності та передбачуваності на основі даних перехідного вікна;

- гарантія зв'язку між рейсами, що прибувають і вилітають в аеропорту;

- забезпечити раннє рішення, коли відбувається переривання подій; підвищити якість інформації.

Поетапний підхід фокусується на наборі обраних етапів протягом усього польоту (прибуття, посадка, стоянка, стоянка, перевезення та відправлення), під час яких змінюються партнери, залучені до процесу польоту;

Ефективність використання часу вимірюється окремо для кожного етапу і між двома етапами .

Модуль вимірювання часу руління - це точний внутрішній час руління для кожного типу з урахуванням розташування МС, коефіцієнта зчеплення та робочої курсу ЗПС. Цей час використовується для обчислення важливих часових параметрів при покроковому підході:

- розрахунковий час паркування;

Розрахунковий і запланований час відправлення;

- розрахунковий час зльоту, визначений Управлінням оперативного планування повітряного руху.

Найважливішими параметрами, що впливають на час руління, є:

- план аеропорту та інфраструктура;

- Використовувані злітно-посадочні смуги (включаючи відстані очікування на руліжній доріжці, прилеглий до злітно-посадкової смуги);

Кількість необхідних перехресть на ЗПС;

- розташування перону літака;
- метеорологічні умови та стан РД; внутрішній тип;

Час для отримання дозволу на початок руху з паркувального майданчика;

- Інтенсивність руху ПС;

Модуль «Загальна послідовність дій при підготовці до відправлення» дозволяє досягти основних цілей модуля «Порядок дій перед відправленням» (послідовність відправки) [34]:

- поліпшити розуміння послідовності;
- підвищити передбачуваність подій за допомогою прогнозування значень запланованого часу запуску двигуна і запланованого часу відправлення;
- забезпечити пунктуальність дій (наприклад, неухильне дотримання слотів, графіка авіаперевізників).

Для визначення послідовності дій перед відправкою повинні бути реалізовані такі модулі, як обмін інформацією, Поетапний підхід і Змінний час руління.

Модуль «Несприятливі умови» дозволяє контролювати зниження пропускної здатності найбільш оптимальним чином і полегшує процес швидкого відновлення нормальної пропускної здатності, як тільки несприятливі умови більше не впливають на роботу аеропорту. Цей елемент також гарантує, що антильодова обробка, на місці стоянки або поза МС, стає частиною загальної наземної обробки літака. Час, необхідний для обробки, стає визначеною величиною для партнерів, і це значення також може бути враховано при розрахунку інших термінів виконання робіт.

Для реалізації цих цілей був розроблений алгоритм і впроваджений програмний модуль в Amadeus ACDM Portal для розрахунку часу зльоту, призначеного часу зльоту при вході в межі пропускної здатності ЗПС з урахуванням наземних і повітряних умов (рис. 3.8.).

Побудова черги на зліт заснована на основному принципі: до моменту вильоту за розкладом або затримки польоту система додає індивідуальний час руління для даного типу ПС з урахуванням розташування МС і курсу ЗПС, при замовленні додається час виконання антильодової обробки ПС. На основі цих даних система розраховує час зльоту для формування порядку руху ПС.

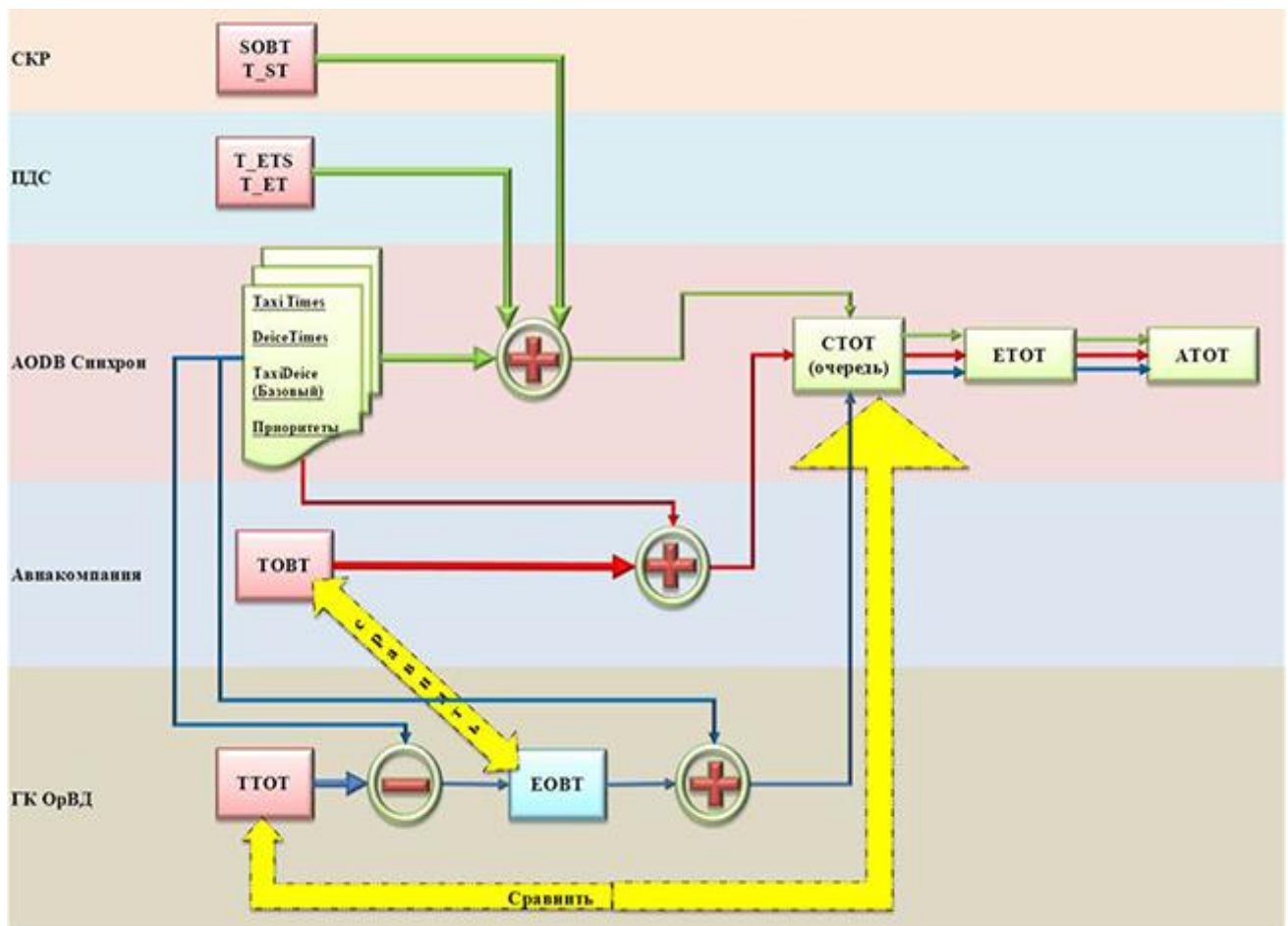


Рис. 3.8. Модуль Amadeus ACDM Portal оперативного планування та управління польотом [34]

Якщо авіакомпанії необхідно вказати пріоритет внутрішнього відправлення або змінюється запланований час, оператор вводить цільовий час відправлення, який враховується системою як призначений, послідовність обчислення часу зльоту аналогічна нормальній ситуації.

Якщо пропускна спроможність злітно-посадкової смуги, за прогнозами, перевищує або якщо необхідно збалансувати потік відправлених ПС, то ОПР призначає розрахунковий час зльоту, виходячи з якого час вильоту розраховується з урахуванням пріоритетності авіакомпанії.

У підсумку пропонуються наступні заходи:

1. Для більш тісної інтеграції у світову систему управління повітряним рухом, підвищення конкурентоспроможності послуг з аеронавігаційного обслуговування Украерорух слід зробити перехід на організацію оперативного управління повітряним рухом за концепцією RBN . Перехід передбачає проведення аерофотозйомки території України з подальшим перекладом і прив'язкою до системи координат WGS - 84. Ця пропозиція передбачає підготовку диспетчерського персоналу до нових умов роботи. Також очікується модернізація інфраструктури за рахунок впровадження нових маяків стеження та модернізації системи передачі та обробки даних. Кошти на модернізацію надають зацікавлені сторони-безпосередньо Украерорух, шляхом відрахувань від аеронавігаційних зборів і державних грантів в рамках програм розвитку інфраструктури країни.

2. Впровадження інтеграційної інформаційної системи Amadeus виробничих процесів в аеропорту Бориспіль: хендлінгових структур в аеропорту Бориспіль, безпосередньо аеропорту Бориспіль, Украероруху, базової авіакомпанії. Впровадження інтеграційної інформаційної системи Amadeus ACDM Portal складається з придбання програмного забезпечення, адаптації до виробничих процесів користувача та модернізації існуючої мережі передачі даних.

### **3.3. Оцінка ефективності запропонованих заходів**

Впровадження процедур системи прийняття рішень Amadeus ACDM Portal дозволяє її учасникам оптимізувати свої операції та рішення шляхом співпраці один з одним на основі знання своїх переваг, обмежень, реальної та передбачуваної ситуації. Результатом такої взаємодії та автоматизації процесів, IT-рішень і процедур, є:

- робота всіх партнерів в єдиному інформаційному полі;
- Скорочення часу внутрішнього риління від запуску двигунів до злету;
- економія ресурсу роботи двигунів;
- економія витрат авіаційного палива;
- зниження витрат на авіаційне паливо;
- зменшення впливу двигуна на навколишнє середовище;
- збалансованість вихідного потоку ПС з урахуванням турбулентності супутнього треку;
- передбачуваність подій;
- гнучкий підхід до розрахунку потужності ЗПС відповідно до фактичної ситуації;
- своєчасний обмін інформацією між учасниками процесу A-CDM на базі єдиної IT-платформи

Amadeus ACDM Portal внесе наступні зміни в організацію взаємодії між учасниками процесу:

- спільне прийняття рішень на стратегічному етапі дозволить оптимізувати використання засобів для максимального впливу і забезпечить основу для передбачуваного розподілу і планування;
- процес колективного прийняття рішень, наскільки це можливо, на передтактичному етапі, дозволить скорегувати використання засобів, розподіл ресурсів, прогнозовані траєкторії, структурування повітряного простору та планування часу прибуття/відправлення аеродрому та зони повітряного простору для виправлення будь-якого дисбалансу;

- у тактичній фазі дії включатимуть динамічні зміни часу прибуття/відправлення для аеродрому та зони повітряного простору та коригування графіків руху користувачами.

Вимірювання процесу здійснюється в розробленому модулі автоматизованого розрахунку ключових показників ефективності (КПІ), що дозволяє швидко отримати необхідні дані для аналізу витраченого часу і визначити напрямки проведення коригувальних заходів.

Процес системи А-CDM базується на прозорості та обміну інформацією. Обмін інформацією фактично є сполучною ланкою між учасниками для досягнення їх спільної мети - ефективної координації діяльності аеропорту, і фундаментом для інших елементів Amadeus ACDM

Обмін інформацією в рамках Amadeus ACDM Portal допомагає кожному учаснику приймати локальні рішення і сприяє впровадженню елементів А-CDM шляхом підключення систем обробки даних учасників А-CDM і надання єдиного загального набору даних про статус польоту, як основи для обміну інформацією між партнерами

Amadeus ACDM Portal збирає, обробляє та представляє партнерам заплановану, розрахункову та актуальну інформацію про статус польоту та обслуговуванню ПС з метою підвищення точності планування своїх операцій та прогнозування контрольованого часу.

Процес виглядає як послідовність операцій: оцінка часу посадки ПС (ELDT) + індивідуальний час руління (EXIT) = розрахунковий час прибуття ПС (EIBT) + мінімальний час стоянки (або TGO) = встановлений час початку руління (TOBT) + індивідуальний час руління (EXOT) = розрахунковий час зльоту (ETOT).

Кожен оператор заздалегідь інформується про прогнозовані терміни контролю виконання польоту і обслуговуванням ПС, які можуть бути скориговані в процесі виконання.

Для того, щоб визначити обсяги оптимізації, що досягаються за допомогою системи Amadeus ACDM Portal, важливо знати базовий рівень, на основі якої можна оцінити поліпшення. Базовий рівень повинний бути встановлений з використанням тих же ключових показників ефективності, які згодом будуть використовуватися для оцінки. Оскільки діяльність аеропорту носить складний характер, можна виділити багато ключових показників ефективності.

Оптимальний спосіб - вибрати показники, які вже зафіксовані. Також можна використовувати показники, які вже використовувалися для вимірювання ефективності в інших контекстах. Їх включення в схему вимірювання ефективності системи Amadeus ACDM Portal тільки збільшить їх значення. Показники ефективності та те, як вони визначаються в аеропорту, слід використовувати лише для того, щоб показати ситуацію в цьому аеропорту, а не порівнювати один аеропорт з іншим.

Ефективність роботи Amadeus ACDM Portal найкраще визначається за учасниками процесу з точкою взаємодії - аеропорт.

З досвіду роботи в інших аеропортах світу впровадження Amadeus ACDM Portal дає можливість скоротити час на ті чи інші операції і підвищити продуктивність персоналу, а також пропускну спроможність елементів інфраструктури. Детальніше в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

**Показники ефективності впровадження Amadeus ACDM Portal**

(досвіт аеропортів Європи)

	<b>Показники</b>	<b>Од. вимірювання</b>	<b>Значення</b>
	Аеропорт		
	Збільшення пропускну спроможності ЗПС		

	Підвищення продуктивності праці		
	Підвищення продуктивності засобів механізації		
Авіакомпанія			
	Підвищення продуктивності праці		
	Підвищення годинної продуктивності ПС		
	Зниження витрат палива при маневрах на РД, зльоті та посадці ПС		
Украерорух			
	Підвищення продуктивності праці диспетчерів КДП в аеропорту		
	Збільшення пропускної спроможності системи ОПР		

Оцінимо у вартісних показниках ефективність впровадження

Для аеропорту «Бориспіль» ефективність впровадження Amadeus ACDM Portal полягатиме у збільшенні пропускної спроможності ЗПС, що вплине на підвищення продуктивності та збільшення плати за зліт - посадку ПС. Нинішня ставка в аеропорту «Бориспіль» становить 11 доларів за тону МВМ ПС. Гранично допустима маса типового середнього ПС, яка обслуговується в аеропорту Борисполя, становить 70 тонн. Тоді середня величина збору за зліт/посадку становить 770 доларів. Використання Amadeus ACDM Portal збільшить пропускну здатність аеропорту на 5%, що в реальності стане додатковим 1-2 зльотами на годину і можливим додатковим доходом від 700 до 1500 доларів. за обслуговування зльоту/посадки ПС.

Оцінимо ефективність впровадження Amadeus ACDM Portal для Украероруху (Див. табл. 3.2).

## Розрахунок економічної ефективності впровадження Amadeus

	Показники	Од. вимірювання	Значення
	Підвищення продуктивності праці диспетчерів КДП		
	Кількість диспетчерського персоналу КДП в чотирьох змінах, в яких підвищено продуктивність праці	Чол.	
	Річний фонд робочого часу диспетчерського персоналу КДП, з 12-годинною зміною	годин	
	Річне значення кількості часу диспетчерського персоналу КДП, що звільнилося завдяки зростанню продуктивності праці	годин	
	Оплата праці з відрахуваннями диспетчерського персоналу КДП	дол/год	
	Вартісне значення робочого часу диспетчерського персоналу, яке звільнилось завдяки росту продуктивності праці	дол.	

Припустимо, що підвищення продуктивності праці буде здійснено з досвіду впровадження системи Amadeus ACDM Portal 8%. Кількість авіадиспетчерів, що зайняті обслуговуванням руху ПС в районі аеропорту «Бориспіль» складає 20 чоловік в зміні. Тривалість зміни - 12 годин. Всього 4 зміни. оплата праці диспетчерського персоналу - 4,7 дол./год. На основі цього розраховано зростання продуктивності праці диспетчерського персоналу командно-диспетчерського пункту Украерорух в аеропорту «Бориспіль».

Як показують розрахунки, підвищення продуктивності праці диспетчерського складу командно-диспетчерського пункту Украероруху в

вартісному вираженні складе 65 875 дол. в рік. Оскільки головною особою, що представляє інтерес до реалізації, є Укрерорух, цього прибутку достатньо для впровадження Amadeus ACDM Portal.

Оцінимо перехід до сучасних підходів і технологій побудови виробничого процесу управління повітряним рухом: організація оперативного управління за концепцією PBN на основі впровадження системи координат WGS - 84.

Переваги впровадження WGS - 84:

- підвищити рівень безпеки польотів, зменшити кількість зіткнень літаків із землею,
- використовувати системи супутникового зв'язку, навігації, спостереження та управління повітряним рухом.
- використовувати GNSS не тільки як навігаційний інструмент, але і як інструмент для здійснення спостереження ОПР.
- збільшити пропускну здатність районів, зон і злітно-посадкових смуг.
- використовувати нові підходи при розробці маршрутів SID і STAR, включаючи будівництво додаткових злітно-посадкових смуг.
- підвищити ефективність польотів, знизити витрату палива за рахунок оптимізації профілів польотів під час вильоту і прибуття літаків.
- поліпшити екологічну ситуацію.
- здійснювати посадку з безперервним зниженням.
- зменшення викидів та впливу шуму.
- підвищити ефективність використання повітряного простору.
- все більше задовольняти зростаючі потреби користувачів повітряного простору.
- знизити вартість наземної підтримки.
- літати без використання наземних засобів навігації
- забезпечити доступ до аеропорту під час погіршення погодних умов.

- виконувати посадочні підходи з меншим мінімумом.
- поліпшити навігаційну точність, зменшити зони перешкод і більш гнучко використовувати повітряний простір.

Впровадження цих технологій передбачає одноразові капітальні витрати на виконання комплексу робіт і придбання необхідного обладнання. Фахівці Украероруху оцінюють витрати на впровадження системи координат WGS - 84 за наступними статтями:

- аерофотозйомка території України спеціальним обладнанням;
- оцифрування результатів аерофотозйомки, приведення її до певного стандарту користувача;
- прив'язка до світової системи координат WGS - 84,
- підготовка та здача результатів в ICAO.

Докладніше про це можна дізнатися з таблиці 3.3.

Крім того, впровадження концепції PBN передбачає модернізацію існуючого обладнання районних центрів ОПП України. В Україні діє 4 районні центри.

Передбачається, що один комплекс VOR-DME буде потрібно для одного районного центру ОПП. Вартість одного комплексу оцінюється в 3 млн. Дол.

Більш детальні витрати на впровадження концепції PBN у таблиці 3.3.

Розрахунки показують, що вартість PBN оперативного управління повітряним рухом на території України обійдеться в 7 868 800 доларів. Амортизація 10% річних (для телекомунікаційних систем) досить підйомна.

При розрахунку зростання доходів Украероруху від впровадження концепції PBN оперативного управління повітряним рухом на території України слід враховувати, що основний вплив нововведення роблять на транзитну здатність повітряного простору України.

Таблиця 3.3

**Витрати Украероруху на впровадження концепції PBN  
оперативного управління повітряним рухом на території України**

	<b>Показник</b>	<b>Од. вимірювання</b>	<b>Значення</b>
	<b>Аерофотозйомка території України</b>		
	Площа Україн	км <sup>2</sup>	
	Вартість аерофотозйомки 100 км <sup>2</sup> території країни	Дол.	
	Вартість аерофотозйомки території України	Дол.	
	Оцифрування результатів аерофотозйомки	Дол.	
	Привязка до світової системи координат	Дол.	
	Підготовка та здача результатів робіт в ІКАО	Дол.	
	Всього	Дол.	
	<b>Разові витрати на модернізацію існуючого комплексу ОПП Украероруху</b>		
	Кількість районних центрів ОПП, які необхідно модернізувати	Од.	
	Вартість одного комплексу обладнання VOR-	Дол.	
	Всього витрат на комплекси обладнання VOR-	Дол.	
	Оновлення існуючої мережі передачі даних	Дол.	
	Всього	Дол.	
	Загальні витрати Украерорух на перехід оперативного управління згідно концепції PBN	Дол.	
	Амортизація одноразових витрат (10% для систем телекомунікацій)	Дол.	

У 2019 році, коли авіаперевезення були на підйомі (до пандемії) відмічалися пікові ситуації, коли світові авіакомпанії відмовлялися від транзитного прольоту території України при виконанні трансконтинентальних рейсів у зв'язку з тим, що Украерорух:

- не може надавати вільні ешелони для проходження іноземних ПС;

- надані ешелони неефективні з точки зору авіакомпанії: багато авіапалива витрачається на політ на цих висотах;

- існуюче обладнання ОПР Украероруху будує міжнародні траси з великими «гачками» для польоту ПС - результат - більша витрата палива;

Все це негативно позначається на зростанні доходів Украероруху.

Запропонована реалізація дозволить оптимізувати міжнародні лінії, збільшити пропускну здатність ешелонів і залучити нові авіакомпанії.

З досвіду впровадження таких систем у повітряному просторі над територією Європи можна сказати, що передбачуване збільшення повітряних потужностей над територією України становитиме 15% від існуючого рівня.

Відсоток зростання доходу Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за рахунок переходу на оперативне управління за концепцією PBN складе 12%.

Наявний дохід Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за маршрутом (транзитне) іноземних авіакомпаній в 2019 році склав 16577000 доларів. При цьому приріст доходу завдяки запропонованій технології зросте на 12% до 1 989 240 доларів США. Більш детально у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

**Розрахунок приросту доходів Украероруху за рахунок впровадження PBN концепції оперативного управління повітряним рухом на території України**

	<b>Показник</b>	<b>Од. вимірю вання</b>	<b>Значення</b>
	Прогнозоване збільшення пропускну здатності повітряного простору над територією України		

	Наявний дохід Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за маршрутом (транзитне) іноземних авіакомпаній (дані 2021 року)	Дол.	
	Відсоток зростання доходів Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за рахунок переходу на оперативне управління за концепцією		
	Зростання доходів Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за рахунок переходу на оперативне управління за концепцією PBN	Дол.	
	Одноразові витрати на переведення Украероруху на оперативне управління за концепцією PBN	Дол.	
	Термін окупності одноразових витрат	років	
	Рентабельність одноразових витрат		

Термін окупності при даних умовах складе 3,95 року. Термін окупності таких значних інвестицій є прийнятним. Рентабельність одноразових витрат складає 25%.

Запропоновані заходи несуть Украероруху позитивний економічний ефект зростання доходів та зниження витрат і можуть бути рекомендовані до реалізації

### **исновки до третього розділу**

У даному розділі були проаналізовані технології оперативного управління виробничними процесами Украероруху, виявлені ключові аспекти, які потребують удосконалення. Проаналізовано шляхи вдосконалення, запропоновані Державною авіаційною службою України, що викладені у стратегіях впровадження концепції PBN в модель організації

повітряним рухом України, включаючи технічні та організаційні аспекти, щоб оптимізувати функціонування системи управління повітряним рухом.

Процес аналізу виявив проблеми та недоліки в технології оперативного управління, такі як застаріле обладнання, неоптимальне використання технічних рішень, нестача сучасних технологій та зростання щільності повітряного руху залежно від кількості авіаперевезень. У зв'язку з цим, висунуті конкретні пропозиції, щодо впровадження методів зональної навігації, спрямовані на вдосконалення, оптимізацію процесів та підвищення ефективності управління повітряним рухом.

Запропоновані заходи включають у себе впровадження новітніх технологій, модернізацію обладнання та оптимізацію робочих процесів. Важливим етапом є оцінка економічної об'єктивності та ефективності впроваджених заходів, тому було проведено аналіз потенційних витрат при впровадженні методів RNAV (PBN) в модель організації та управління авіаційними перевезеннями.

## **ВИСНОВКИ**

У контексті зростання обсягів руху у повітряному просторі, а також постійної геополітичної нестабільності, методика організації та управління повітряним рухом ПС стає критичною для забезпечення стабільності та ефективності авіаційної інфраструктури. У контексті даної кваліфікаційної

роботи було розглянуто використання сучасних методів зональної навігації повітряного руху у вдосконаленні організації та управління повітряним рухом ПС в Україні.

У першому розділі було докладно розглянуто основні поняття та принципи, що формують основу організації повітряного руху ПС. Нормативно-правова база була описана в контексті міжнародних конвенцій та стандартів ICAO, а також авіаційних практик. Особливу увагу приділено теоретичній основі зональної навігації RNAV, її ролі в конфігурації маршрутів та оптимізації повітряного руху. Розглянуті навігаційні специфікації RNP та PBN, що визначають вимоги до точності та надійності навігаційних систем. Також описано концепції повітряного простору в контексті сучасних вимог до організації повітряного руху та сучасної навігаційної інфраструктури.

У другому розділі було проаналізовано Державне підприємство обслуговування повітряного руху України – Украерорух. Особлива увага була приділена особливостям організації та управління авіаційним рухом в умовах дії воєнного стану.

Підприємство «Украерорух» - державне підприємство, 100% майна належить державі. З перших днів існування основними пріоритетами в роботі Украерорух були забезпечення безпеки і регулярності авіап перевезень, надання якісних послуг у сфері аеронавігації.

В 2019 році Украерорухом було виконано 335 407 одиниць обслуговування. Значення цього показника складається з усієї множини польотів ПС територією України: транзитні, що не здійснюють посадку, транзитні здійснюючі технічну посадку в аеропортах України під час виконання трансконтинентальних маршрутів Європа-Азія та рейсів, що мають початкову або кінцеву точку українських аеропортів а (зазвичай виконуються національним перевізником або призначеними іншою державою).

Кількість обслугованих ПС в районі аеродрому в 2019 році становила показник має розмірність однієї одиниці зльоту-посадки і є основою для розрахунку зборів за аеронавігаційне обслуговування зліт-посадки

Це чудові показники роботи підприємства, що свідчили про зростання авіації в цілому. Однак в наступні роки ситуація змінилася.

Падіння аеронавігаційного обслуговування в 2020 та 2021 роках відносно 2019 років пояснюється пандемією COVID-19, що негативно вплинула на авіаційні перевезення. Тільки авіація почала оговтуватися від наслідків пандемії в Україні почалося вторгнення РФ і повітряний простір був закритий.

Чистий дохід від реалізації продукції Украерорух 2019 році складав 3 526 047 тис. грн. , а в 2021 році знизився до 2 783 106 тис. грн. Такі коливання показника пов'язані з скороченням обсягів робіт з аеронавігаційного обслуговування внаслідок пандемії. У зв'язку з тим, що Украерорух має високі постійні витрати на підтримання інфраструктури системи ОПР, витратна частина підприємства висока. Так витрати Украероруху в 2019 році склали 3 369 666 тис. грн, в 2020 році - 2 173 329 тис. грн., а в 2021 році 2 294 881 тис. грн. Високі витрати призвели до збиткових результатів діяльності Украероруху в 2020 та 2022 роках. Так збиток склав - 664 436 тис. грн. та - 849 857 тис. грн. відповідно.

Проведений аналіз виробничо-фінансової діяльності Украероруху дозволив виявити тенденції, що впливають на стабільність та розвиток авіаційної інфраструктури України. Детально розглянута технологія оперативного управління виробничими процесами, зокрема координація повітряного руху та навігаційна безпека. Виділено сучасні вимоги до автоматизованих систем управління повітряним рухом, які включають в себе впровадження новітніх технологій, таких як ADS-B, ASN-B, CNS/ATM, для забезпечення високого рівня безпеки відповідно до SARPs ICAO.

У третьому розділі були проаналізовані технології оперативного управління виробничими процесами Украероруху, ідентифіковано ключові аспекти, які потребують удосконалення. Виділено найнеобхідніші шляхи вдосконалення оперативного управління виробничою діяльністю Украерорух:

1. Реалізація заходів щодо переходу на сучасні підходи та технології побудови виробничого процесу організації повітряного руху: організація оперативного управління за концепцією PBN на основі впровадження системи координат WGS - 84.

2. Посилення взаємодії та координації з учасниками процесу обслуговування аеропорту через впровадження інформаційної системи AODB усіма учасниками процесу.

Основними проблемами оперативного управління повітряним рухом є застаріла технологічна база підприємства і як наслідок низька ефективність технологічного процесу. Для вдосконалення системи оперативного управління пропонується використовувати сучасні підходи та технології побудови виробничого процесу управління повітряним рухом.

Це насамперед перехід до організації оперативного управління концепцією PBN. Концепція PBN базується на реалізації системи координат

Впровадження цієї системи координат дозволить підвищити точність управління повітряним рухом. Однак його реалізація вимагає великої роботи, пов'язаної з аерофотозйомкою території та її прив'язкою до супутникової системи координат.

Проведено оцінку переходу до сучасних підходів і технологій побудови виробничого процесу управління повітряним рухом: організація оперативного управління за концепцією PBN на основі впровадження системи координат WGS - 84.

Впровадження концепції PBN передбачає модернізацію існуючого обладнання районних центрів ОПП України. В Україні діє 4 районні центри.

Розрахунки показують, що вартість обладнання PBN для оперативного управління повітряним рухом на території України обійдеться в 7 868 800 доларів. Амортизація 10% річних (для телекомунікаційних систем) досить підйомна.

При розрахунку зростання доходів Украероруху від впровадження концепції PBN оперативного управління повітряним рухом на території України слід враховано, що основний вплив нововведення роблять на транзитну здатність повітряного простору України.

З досвіду впровадження таких систем у повітряному просторі над територією Європи можна сказати, що передбачуване збільшення повітряних потужностей над територією України становитиме 15% від існуючого рівня.

Відсоток зростання доходу Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за рахунок переходу на оперативне управління за концепцією PBN складе 12%.

Наявний дохід Украероруху від аеронавігаційного обслуговування за маршрутом (транзитне) іноземних авіакомпаній в 2019 році склав 16577000 доларів. При цьому приріст доходу завдяки запропонованій технології зросте на 12% до 1 989 240 доларів США.

Термін окупності при даних умовах складе 3,95 року. Термін окупності таких значних інвестицій є прийнятним. Рентабельність одноразових витрат складає 25%.

Модернізація системи оперативного управління повітряним рухом не можлива без впровадження системи прийняття рішень Amadeus ACDM хендлінговими компаніями та Украерорухом. Це дозволяє оптимізувати свої

операції та рішення шляхом співпраці один з одним на основі знання своїх переваг, обмежень, реальної та передбачуваної ситуації.

Amadeus ASCDM Portal збирає, обробляє та представляє партнерам заплановану, розрахункову та актуальну інформацію про статус польоту та обслуговуванню ПС з метою підвищення точності планування своїх операцій та прогнозування контрольованого часу.

З досвіду роботи в інших аеропортах світу впровадження Amadeus ASCDM Portal дає можливість скоротити час на ті чи інші операції і підвищити продуктивність персоналу, а також пропускну спроможність елементів інфраструктури.

Наприклад використання Amadeus ASCDM Portal збільшить пропускну здатність аеропорту на 5%, що в реальності стане додатковим 1-2 зльотами на годину і можливим додатковим доходом від 700 до 1500 доларів. за обслуговування зльоту/посадки ПС.

Завдяки використанню Amadeus ASCDM Portal підвищення продуктивності праці диспетчерського складу командно-диспетчерського пункту Украероруху в вартісному вираженні складе 65 875 дол. в рік.

Запропоновані заходи несуть Украероруху позитивний економічний ефект зростання доходів та зниження витрат і можуть бути рекомендовані до реалізації

Отже, дослідження вказує на необхідність постійного вдосконалення технологій та стратегій управління для забезпечення високого рівня безпеки, ефективності та стійкості авіаційного сектору України в умовах динаміки змін та вимог та стандартів галузі.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

Система заходів з охорони праці займається розробкою засобів для забезпечення безпеки життя і здоров'я працівників в процесі їх трудової діяльності, тобто ця система вміщує в собі заходи, які поодинці або в сукупності спрямовані на створення умов праці, що відповідають вимогам

збереження життя та здоров'я працівників в процесі трудової діяльності.

Охорона праці спирається на комплекс державних законодавчих актів. Загальними законами України, що визначають основні положення щодо охорони праці є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України Про охорону праці, Закон України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності та підзаконні акти щодо охорони праці.

Технічна експлуатація електроустаткування літаків і аеропортів пов'язана з небезпекою ураження інженерно-технічного персоналу електричним струмом.

У державному стандарті України ДСТУ 2293-99 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці. Терміни та визначення встановлені терміни і визначення основних понять з охорони праці. Наведемо деякі з них:

1) Охорона праці система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних або лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці;

2) Шкідливий (виробничий) фактор виробничий фактор вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я та зниження працездатності працівника;

3) Небезпечний (виробничий) фактор виробничий фактор вплив якого в певних умовах може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника;

Нещасний випадок на виробництві раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, внаслідок яких заподіяна шкода здоров'ю або наступила смерть;

5) Виробнича травма порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів;

6) Виробниче середовище сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціальних факторів, що діють на людину в процесі трудової діяльності;

7) Міжгалузеві і галузеві акти з охорони праці закони, міжгалузеві і галузеві стандарти, норми, правила, положення, інструкції та інші документи з охорони праці, яким надається сила правових норм обов'язкових для виконання;

8) Нагляд за охороною праці одна з форм діяльності державних органів по дотриманню вимог законів та інших нормативних актів з охорони праці встановлених державною владою.

## **.1. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при обслуговуванні електричного обладнання керованого авіаційного контейнера (КАК)**

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються по своїй природі дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні. Людина, котра забезпечує технологічний процес з розробленим рульовим електроприводом, як складової частини системи наведення та управління КАК, піддається впливу наступним небезпечним та шкідливим факторам: підвищене значення напруги в електричному колі чи появи їх на струмоведучому обладнанні, внаслідок цього, збільшена імовірність проходження струму через тіло людини;

– рухливі і відкидні кришки та панелі розподільних пристроїв, розподільних коробок та іншого устаткування;

– недостатня освітленість приміщення лабораторії, де проектується електропривод КАК, як одна з причин травмування технічного персоналу. У оператора сильно напружуються очі, знижується темп та якість праці, з'являється рання втома, знижується реакція та ослабляється увага;

– підвищена температура поверхні устаткування: електроінструмента, виконавчих електромеханізмів та електромашин;

– знижена температура повітря і поверхонь устаткування при виконанні технічного обслуговування в умовах низьких температур. Якщо говорити про ступінь небезпеки для людини від ураження електричним струмом при обслуговуванні електропривода в лабораторних умовах, то його можна віднести до приладів без підвищеної небезпеки.

Навколишні умови можуть сприяти підвищенню або зниженню небезпеки ураження людини електричним струмом. Струмopовідні підлоги також підвищують небезпеку ураження електричним струмом. Часто обслуговування електроустановок на підприємстві де виготовляються і обслуговуються електропривода для КАК здійснюється в стиснутих умовах, в таких ситуація виникає можливість одночасного випадкового дотику з однієї сторони струмоведучих частин, а з іншої сторони металевих частин електрообладнання, що має з'єднання з землею. Крім того до негативних факторів можна віднести недостатню кількість ламп або їх забруднення, забруднені вікна або будинок який стоїть неподалік спричиняє тінь, все це призводить до недостатньої освітленості. Недостатнє освітлення приміщень лабораторії є однією з причин травмування технічного персоналу. Під час недостатнього освітлення в працівника сильно напружуються очі, значно знижується темп та якість праці, з'являється рання втома, знижується реакція послаблюється увага. В наслідок відсутності захисних кожухів, на поверхнях устаткування та інструментів можуть залишатися гострі крайки, задирки та шорсткості, котрі в свою чергу можуть привести до травмування під час випробувань.

## **.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів**

КАК забезпечується:

– обмеженням струмоведучих частин і тим самим запобіганням доторкання

до них;

– маркуванням монтажних проводів та елементів, за допомогою якого виключається вірогідність переплутування їх при настройці та регулюванні, а також випадкове подавання інших напруг;

– виконання електричного зв'язку проводами з достатньою ізоляцією та перерізом, які обираються з умови допустимих значень струмів;

– з метою зменшення вірогідності пошкодження проводів з причини перетирання, вони збираються в джгути;

– закріплюються хомутами з резиновими прокладками, тому що резинові прокладки встановлюються в місцях проходу джгутів через технічні отвори КАК.

Для забезпечення працівників, при обслуговуванні КАК, від ураження електричним струмом, всі прилади на робочому місці повинні бути заземлені.

Крім того в приміщенні для забезпечення належних умов праці повинні бути встановлені кондиціонери, обігрівачі та вентиляція. При обслуговуванні КАК існує також небезпека отримати механічні травми, для зменшення ймовірності цієї небезпеки використовуються загороджувальні кожухи рухомих частин та обмежувальні рухом упори. Для забезпечення необхідного освітлення робочого місця в більшості випадків використовують індивідуальне освітлення. На практиці також при певній

нормі освітлення визначають світловий потік однієї лампи, а також потужність необхідних ламп.

### **Розрахунок враження людини електричним струмом**

Під час обслуговування блоку електроприводу КАК, працівник може доторкнутися до струмонесучих частин допоміжного обладнання, ступінь ураження в такому випадку залежить від умов і характеру дотику. Величина струму, котрий при цьому буде протікати крізь людину залежить від режиму нейтралі, величини струму, стану ізоляції струмонесучих частин, ємності провідників відносно землі та опору тіла людини. Але факт самого дотику не дає підстави вважати, що людина отримує травму. При дотику до струмопровідних частин слід визначити значення напруги дотику людини і струму, що протікає крізь людину, в залежності від характеру дотику, типу мережі, схеми включення людини в електричний ланцюг та інше. Такий аналіз дозволить оцінити небезпеку дотику в тій чи іншій мережі, а потім правильно обрати необхідні засоби захисту.

При обслуговуванні КАК можлива ситуація, коли робітник випадкова може зробити однофазний дотик до двофазної мережі, наприклад 115 В, 400 Гц, на рис.5.1 приведено схему дотику.

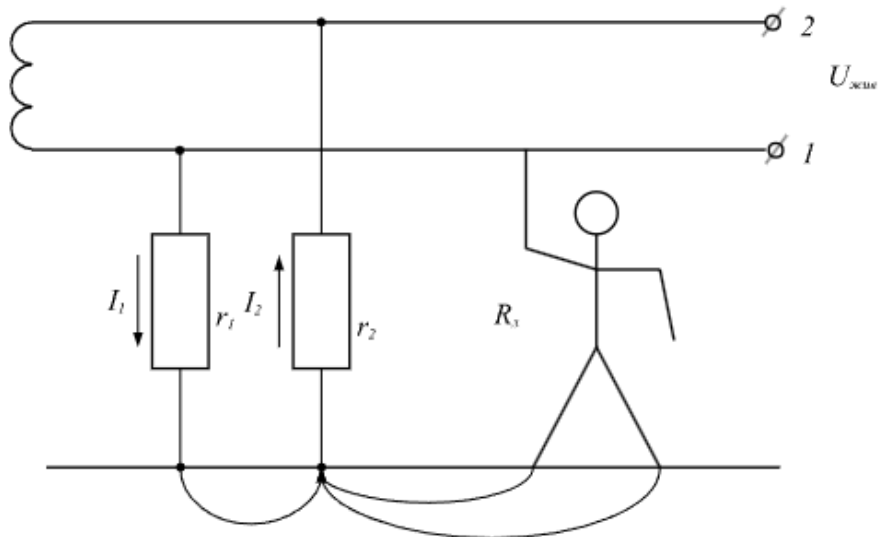


Рис.5.1. Однофазний дотик

Однофазний дотик до двофазної мережі дотик до однієї фази електроустановки, що знаходиться під напругою. Однофазний дотик, є менш небезпечним, ніж двофазний, тому що струм, що протікає крізь людину, зменшується внаслідок послідовного включення з ним опорів ізоляції провідника, підлоги, взуття та інше.

Відповідно до рис.5.1., під час дотику людини до проводу 1, її тіло стає включеним паралельно опору проводу 1 та послідовного опору проводу. Якщо брати до уваги те, струм, що протікає через людину при дотику; опір людини, рівний 1000 Ом.

Для визначення напруга живлення, котра дорівнює 115 В.

Якщо прийняти до уваги те, що, де опір ізоляція, то для визначення струму, котрий пройде через людину, і напруги дотику то визначимо струм та напругу, що буде при дотику:

$$I_2 = 15.9 \text{ мА.}$$

Величина такого струму є небезпечною для людини. При досягненні величини струму у 100 мА настає параліч дихання через 3 секунди.

Величини розрахованого струму входить в діапазон від 10 до 20 мА, при даній величині сили струму починається судорога руки та її ледь можна відірвати від проводу.

## **. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при обслуговуванні електричного обладнання КАК**

У відповідності до Закону України «Про пожежну безпеку» та вимог НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» по запобіганню пожежі та пожежного захисту розглянемо необхідні заходи для забезпечення пожежної та вибухової безпеки. Пожежна та вибухова безпека – це стан об'єкту, при якому виключається виникнення пожежі і вибуху, а у випадку появи мінімізується чи ліквідується дія на людей небезпечних факторів пожежі і вибуху, а також забезпечується захист і збереження матеріальних цінностей.

Під час обслуговування з проектованого блоку рульового приводу, як складової частини системи управління КАК, пожежа може виникнути у випадку перевантаження електричного обладнання при обслуговуванні КАК, внаслідок пошкодження ізоляції, неякісного з'єднання електричної проводки чи короткого замикання. Для уникнення таких ситуацій електричне обладнання обладнане автоматом захисту у випадку перевантаження та короткого замикання. Крім того періодично проводять перевірку стану ізоляції проводі.

Для покращення температурного режиму необхідне обладнання обладнується системами охолодження. Також приміщення де розташовані робочі місця по обслуговуванні КАК, обладнуються засобами сповіщення у випадку виникнення пожежі. Для цього на стелі встановлюються датчики пожежної сигналізації.

## **. Інструкція з охорони праці при обслуговуванні електричного обладнання КАК**

Згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці» (Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. №9) розробимо типову інструкцію.

### **ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ**

1) До роботи з приладом допускається інженерно - технічний склад, що вивчив об'єкт, інструкцію з технічної експлуатації, діючу інструкцію, а також склав залік з технічної безпеки та пожежної безпеки;

2) Ремонт та наладку мають виконувати не менше, ніж два спеціаліста. При цьому інструмент має бути справним, джерело живлення відключеним;

3) Робоче місце або ділянка має бути устаткована засобами захисту від пожежі – вогнегасниками порошкового або іншого типу;

4) Готовий до роботи прилад має бути у надітому корпусі.

### **ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ**

Перед початком роботи слід пересвідчитись, що:

- прилад правильно підключений і має заземлення;
- перед запуском не залишилось зайвих незакріплених предметів;
- всі прилади, що досліджуються, закріплені належним чином, що відповідає аналогічно кріпленню на амортизаційній рамі літака;
- усі з'єднувальні кабелі та місця рознімання справні.

### **ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ**

Під час виконання роботи необхідно:

- використовувати тільки справний інструмент і за призначенням;
- слідкувати, щоб на робочому місці не було зайвих предметів, що відволікають увагу і можуть привести до його травмування;

– при появі іскріння, короткого замикання, запаху гару, диму прилад негайно відключити та виявити причини можливого виникнення пожежі.

#### ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

Після закінчення роботи необхідно:

- вимкнути прилад, коли спеціаліст залишає своє місце;
- прибрати своє робоче місце;
- перевірити наявність всього інструменту згідно опису;
- повідомити керівника робіт про виявлені недоліки в роботі приладу.

#### ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ:

- у випадку виникнення пожежі негайно викликати пожежну команду. До її приїзду приступити до тушіння пожежі підручними засобами, а також спасінню людей та надання їм допомоги;
- у випадку ураження електричним струмом відключити живлення, прийняти необхідні міри по наданню першої медичної допомоги;
- в робочому приміщенні працівники мають бути ознайомлені з планом та порядком евакуації з приміщення, що має бути повішеним на видному місці.

**РОЗДІЛ 5**  
**ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

<b>Кафедра</b>				<b>НАУ</b>			
Виконавець	Столяров Н.Д.			МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ЗОНАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЇ ТА КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОВІТРЯНОГО РУХУ	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Власенко Г.М.						
Консультант	Дмитруха Т.І.						
Н.Контроль	Косогов О.М.						

## **5.1 Вплив авіації на довкілля**

Одним із найактивніших джерел забруднення атмосфери є транспорт. Хоча сьогодні авіація істотно (приблизно в 15 разів) поступається автомобільному транспорту за кількістю забруднюючих речовин, що викидаються в повітря, вона щодня впливає на екологію верхньої тропосфери та нижньої стратосфери. На відміну від інших видів транспорту, авіація покриває величезні відстані, впливаючи на якість повітря в локальному, регіональному та глобальному відношенні.

При цьому вплив авіації на атмосферу можна поділити на акустичну та хімічну. У 1972 році в Стокгольмі на Конференції Організації Об'єднаних Націй з проблем навколишнього середовища позиція Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) була викладена наступним чином: «Виконуючи свою роль, ІКАО усвідомлює шкідливий вплив на навколишнє середовище, яке може бути пов'язане з експлуатацією повітряних суден. також свої обов'язки та обов'язок держав-членів ІКАО досягти максимальної сумісності між безпечним та планомірним розвитком цивільної авіації та якістю навколишнього середовища людини».

За цією позицією, в 1983 році було створено САЕР (Committee on Aviation Environmental Protection) – технічний комітет Ради ІКАО із захисту навколишнього середовища від впливу авіації. Комітет допомагає Раді формулювати політику та приймати нові регламентуючі документи ІКАО – «Стандарти та Рекомендована Практика» (SARPs), пов'язані з авіаційним шумом, емісіями авіаційних двигунів та більш загальним впливом авіації на навколишнє середовище. В основному, ці документи оформлені у вигляді Додатка 16 «Охорона навколишнього середовища» до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію.

## **5.2 Акустичне забруднення атмосфери**

Авіаційний шум – найважливіший чинник негативного ставлення до авіації населення на територіях, що є сусідами з аеропортом. Під його вплив потрапляє порівняно велика кількість людей, що проживають на околицях, а також працівники аеропорту та пасажери. Авіаційний шум негативно впливає на здоров'я людей (найчастіше це погіршення слуху, стресові стани, проблеми, пов'язані з концентрацією уваги).

Політика ІКАО щодо проблеми авіаційного шуму передбачає розвиток заходів щодо пом'якшення акустичного забруднення: впровадження технологій скорочення шуму, наземне планування (наприклад, заборони на польоти в нічний час), посилення стандартів по шуму для існуючого парку літаків та розробку стандартів для нових моделей повітряних суден (ПС). Свого часу, через запровадження жорстких стандартів з авіаційного шуму, Росія втратила можливість експлуатувати літаки вітчизняного виробництва для здійснення міжнародних перельотів, що завдало колосального удару вітчизняному літакобудуванню. В даний час розробляються принципово нові конструкції ВС і концепції двигунів, виробники прагнуть того, щоб їхня продукція відповідала найвищим вимогам екологічних стандартів.

Стандарти та рекомендована практика з авіаційного шуму викладені у першому томі Додатка 16. Тут сформульовані допустимі рівні шуму та методика їх вимірювання для ПС різних категорій (враховується рік випуску, кількість двигунів та їх тип, значення максимальної сертифікованої злітної маси ПС). Для розвитку технологій зниження шуму Група незалежних експертів, створена CAEP, сформулювала середньострокові (до 2020 року) та довгострокові (до 2030 року) технологічні цілі. Вони є стандартами, які у 2030 році будуть обов'язковими для чотирьох категорій повітряних суден. Цілі показані у вигляді значень зниження рівнів шуму щодо граничних параметрів номінальної та максимальної злітної маси. Рівень шуму вимірюється в одиницях EPNдб – рівень шумів, що ефективно

сприймається в децибелах. Враховуючи, що у 2014 році ці рівні, стає очевидним, наскільки радикально ІСАО збирається боротися з акустичним забрудненням атмосфери. Залежно від типу ПС, становили інтерес до забруднення повітря в аеропортах почав зростати з початку 1970-х років, коли різко активізувалися комерційні перевезення з використанням турбогвинтових літаків. Хімічне забруднення повітря в аеропортах представлено такими авіаційними емісіями як оксиди вуглецю, азоту, сірки, вуглеводнями та зваженими частинками, що утворюються внаслідок роботи двигунів та спалювання авіаційного палива.

Джерела емісій, пов'язані з авіацією, здатні поширюватися та призводити до погіршення якості повітря у прилеглих населених пунктах. Ці емісії становлять потенційний ризик громадському здоров'ю та навколишньому середовищу, оскільки можуть викликати збільшення концентрації приземного озону, що призводить до випадання кислотних дощів. Національні та міжнародні програми моніторингу якості повітря постійно вимагають від уповноважених авіаційних та урядових організацій проводити контроль якості повітря поблизу аеропортів. Особлива увага також приділяється впливу авіації на навколишнє середовище, пов'язане якістю води, прибиранням відходів, споживанням енергії та впливом на локальну екологію поблизу аеропортів (особливо актуальне запобігання витоку палива).

За останні кілька десятиліть було досягнуто значних успіхів у питанні скорочення емісій у зв'язку з підвищенням екологічності авіаційних палив (часткова заміна гасу на скраплений природний газ або біопаливо) та технічними удосконаленнями авіаційних двигунів (збільшенням їх тягової ефективності, що передбачає зменшення). Однак цей прогрес може нівелюватись у майбутньому зростанням активності повітряних перевезень. Для оцінки якості повітря в аеропорту ще в 2007 році був розроблений «Інструктивний матеріал зі зборів за авіаційну емісію, пов'язану з місцевою

якістю повітря», який мав на увазі введення мит, що стягуються державою, які конкретно призначені і застосовуються для запобігання або зменшення екологічного впливу на місцеву якість повітря, що надається під час експлуатації цивільних повітряних суден. Методологію оцінки емісій авіаційних двигунів було викладено у розробленому згодом Документі 9889 «Посібник з якості повітря в аеропортах». У ньому були сформульовані методи оцінки емісій час у хвилинах, який ВС дійсно витрачає на встановлення одного з режимів злітно-посадкового авіаційного двигуна в аеропорту, засновані на обліку трьох параметрів. Перший параметр циклу (ВЩ): при роботі двигуна на режимі малого газу, при заході індекс на посадку, при наборі висоти та зльоті. Другий параметр емісії EI (маса речовини, що виділяється при згорянні одиниці витрат палива. У обумовлено, що з метою маси палива) і третій сертифікації двигунів повітряних суден здійснюється нормування наступних видів емісії: диму, незгорілих вуглеводнів (НС), окису вуглецю (СО), оксидів азоту (NO<sub>x</sub>).

### **5.3 Емісії авіаційних двигунів**

Спалювання основної частини авіаційного палива відбувається над приземному шарі поблизу аеропортів, а більш високих шарах атмосфери. Фахівці вважають, що щорічно зростаюча емісія вуглекислого газу, води та метану двигунами комерційних літаків змінює хімічний та радіаційний баланс атмосфери, що поряд з емісією сажових сульфатних аерозолів може впливати на клімат. Особливе значення мають такі компоненти, як двоокис вуглецю та оксиди азоту. Оксиди азоту беруть участь у хімії озону (його збільшення може призводити до нагрівання верхньої тропосфери) та збільшення кількості гідроксильних радикалів, основного атмосферного окислювача. Збільшення ОН призводить до скорочення часу життя метану,

результатом чого може стати охолодження, паралельно – на масштабах десятиліть – скорочення тропосферного озону.

Оксиди сірки та сажа призводять до утворення аерозолів. Аерозолі та їх попередники (сажа та сульфати) збільшують хмарність у формі лінійних контрейлів (конденсаційних слідів) та перистих хмар.

Залежно від стану навколишньої атмосфери ці сліди можуть існувати іноді кілька хвилин, а іноді – годинник, розтікаючись завширшки на кілька кілометрів і нагадуючи перисті чи високо-купчасті хмари. Дуже значний вплив на радіаційний баланс наслідують твердотільних продуктів неповного згоряння палива, які відіграють роль ядер конденсації.

У верхній тропосфері сажові аерозолі мають розмір очікувати в результаті викидів частинок сажі 0,5 мкм і складаються з агломератів первинних частинок з діаметром 0,1 40 нм.

Їхня середня концентрація змінюється в межах від 0,004 до 20 0,5 см<sup>-3</sup> основна увага приділялася зміні складу атмосфери, зумовленої перебігом гетерогенних хімічних реакцій на поверхні сажевих частинок. Однак помітного впливу емісії цих частинок на газовий склад атмосфери досі не виявлено. В даний час вважається, що вплив емісії сажевих частинок на клімат обумовлено головним чином формуванням довгоживучих конденсаційних слідів (прямий ефект) та ініціюванням утворення перистих хмар (вторинний ефект).

Радіаційний ефект від таких хмар оцінити вкрай важко – не впевнений навіть знак цього впливу. Модельні оцінки глобального впливу авіаційної сажі на радіаційний баланс (ефект великомасштабних пір'ястих хмар, в освіті яких частинки сажі грали роль ядер конденсації), виконані із застосуванням хіміко-транспортних моделей при різних припущеннях та параметризаціях, виявили відмінності від -110 до +260 мВт/м<sup>2</sup>.

Особливу увагу серед продуктів спалювання авіаційного палива займають парникові гази, чії емісії можуть робити внесок у процес глобального потепління. Для їх зменшення авіакомпанії мають по суті всього дві можливості. Перша – збільшення зростання паливної ефективності (тобто питомої витрати палива). Друга – використання альтернативних палив: синтетичного пального із кам'яного вугілля, природного газу чи біомаси. Природне паливо не містить сірки та ароматичних вуглеводнів, що значно скорочує емісії летких аерозолів та хмарних ядер конденсації, послаблюючи таким чином вплив на радіаційний баланс. Крім того, модельні експерименти показали, що застосування палива, очищеного від сірки, призводить до значного екологічного оздоровлення тропосфери з точки зору концентрацій озону, сульфатів і нітратів.

Слід зазначити, що ставлення експертів до біопалива (виготовленого з кукурудзи, сої, ріпаку, пальмової олії, водоростей та т. д.) далеко не однозначно в умовах, коли врожай часто гине через посух або невчасних дощів. Фахівці попереджають, що повний перехід на біопаливо загрожує поступовим знищенням тропічних лісів та подорожчанням продуктів харчування. Крім того, при його застосуванні у довгостроковій перспективі не доведено ефекту зниження викидів CO<sub>2</sub>.

Незважаючи на те, що авіація, порівняно з іншими, є відносно «чистим» видом транспорту, її вплив на клімат і екологію може згодом стати відчутним через повітряний трафік, що постійно збільшується, що призводить до зростання забруднення у верхніх шарах тропосфери. Хоча нині оцінки такого впливу є невизначеними, Міжнародна організація цивільної авіації вживає заходів для скорочення негативного впливу авіації на довкілля. Для цього розробляються нові стандарти, що посилюють вимоги до літаків, що експлуатуються з авіаційного шуму та емісій, а також розширюється список авіаційних емісій, за якими проводиться сертифікація

двигунів повітряних суден. Як основний інструмент регулювання негативного впливу авіації на атмосферу Комітет ІКАО із захисту навколишнього середовища пропонує механізм Глобальних ринкових заходів. Хоча цю ідею підтримують не всі члени ІКАО, необхідність впровадження нових технологій в авіаційній галузі, які сприяють зниженню екологічного навантаження повітряного транспорту на навколишнє середовище, є очевидною.

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ENTH SESSION OF THE STATISTICS DIVISION. International Civil Aviation Organization WORKING PAPER : Посібник. Montréal, 2009.

ікірда Ю. В., Залевський А. В. Вступ до фаху (менеджмент міжнародних авіаційних перевезень). Кропивницький : ЛА НАУ,

нтощишина Н. І. СИСТЕМА ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ. ЕКОНОМІЧНА НАУКА. У

Фітряний кодекс України : Кодекс України від 19.05.2011 р. № 3393-КІ : станом на 21 жовт. 2023 р. URL:

ро затвердження Авіаційних правил України «Положення про службу авіаційної безпеки суб'єкта авіаційної діяльності» : Наказ Держ. авіац. служби України від 05.11.2020 р. № 1762. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1282-20#Text> (дата звернення:

алинский А. И. Зональная навигация RNAV и моделирование навигационной информации. Кропивницький : ЛА НАУ, 2021. 88 с.  
ласенко С. Воздушная навигация. Использование глобальных навигационных спутниковых систем. Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. 60 с.

Position Computation by Trilateration. URL:

[https://www.researchgate.net/figure/Position-computation-by-trilateration\\_fig4\\_322328126](https://www.researchgate.net/figure/Position-computation-by-trilateration_fig4_322328126).

Лисевич С. А. Полёт по ортодромии. Полёт по ортодромии.  
Кропивницкий: ЛА НАУ, 2018.

Жалинский А. Использование радионавигационных систем.  
Кропивницкий: ЛА НАУ, 2018.

P

e

r

f

Navigation Specifications. ePBN - home. URL:

<https://pbnportal.eu/epbn/main/Overview-of-PBN/PBN-Concept---Unpacked/PBN-Navigation-Specifications.html>.

Doc 8168. Aircraft Operations Volume I – Flight Procedures:

навчальний посібник. 2018. 210 p. URL: <https://ffac.ch/wp-content/uploads/2020/11/ICAO-Doc-8168-Volume-I-Flight-Procedures.pdf>.

М.І.Романович. ПОВІТРЯНЕ ПРАВО КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ (для пілотів CPL(A) IR, ATPL(A)). Кропивницький: ЛА НАУ, 2017

Конвенція про міжнародну цивільну авіацію 1944 р. : Конвенція Міжнар. орг. цивільн. авіації від 07.12.1944 р. : станом на 6 жовт.

2016 р. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_038#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_038#Text)

SARPs - Standards and Recommended Practices. Home. URL:

<https://www.icao.int/safety/safetymanagement/pages/sarps.aspx>.

N

Strategic Objectives. Home. URL: <https://www.icao.int/about-icao/Council/Pages/Strategic-Objectives.aspx>.

Перелік нормативно-правових документів з авіаційної безпеки станом на 16.02.2022 – Державна авіаційна служба України.

a

t

i

Д

Про затвердження Авіаційних правил України «Правила повітряних перевезень та обслуговування пасажирів і багажу» : Наказ Держ. авіац. служби України від 26.11.2018 р. № 1239 : станом на 19 листоп. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0141->

В

Про затвердження Авіаційних правил України «Правила повітряних перевезень вантажів» : Наказ Держ. авіац. служби України від 19.11.2021 р. № 1795. URL:

а

Про затвердження Авіаційних правил України «Загальні правила польотів у повітряному просторі України» : Наказ Держ. авіац. служби України від 06.02.2017 р. № 66/73. URL:

ц

Про затвердження Правил польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України : Наказ М-ва трансп. України від 16.04.2003 р. № 293 : станом на 6 серп. 2019 р. URL:

**ПРАВИЛА** повітряних перевезень пасажирів і багажу.- 3. Наказ Міністерства транспорту України №568 від 25.07.2003р.- 26 с.

**ЗАКОН** УКРАЇНИ «Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації» N 545-IV від 20 лютого 2003 року

**ЗАКОН** України “Про транспорт” від 18 листопада 1997 року № 642/97-ВР

Запорожець В., Шматко М. Аеропорт. Організація, технологія, безпека. – К.: Дніпро, 2002. – 168 с.

Полянская Н.Е. Организация коммерческой работы на воздушном транспорте: Монография. – К.:НАУ, 2004. – 320с.

а

ї

н

Офіційний сайт Украерорух- URL:

О

РУКОВОДСТВО по проектированию аэропортов. ( Doc 9184-

і

ц

Державна авіаційна служба України Впровадження навігації,

ґснованої на характеристиках (PBN) стратегія України та план

н

и

й

о

в

а

й

ж

а

н

н

я

н

а

2

0

1

3

—

2