

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**

**МАТЕРІАЛИ**  
**НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ:**

**МЕТОДОЛОГІЯ СИТУАЦІЙНОГО КОЛЕКТИВНОГО**  
**УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНИМИ І БЕЗПІЛОТНИМИ**  
**ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ЄДИНОМУ**  
**ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ**

**Том 1**

*Методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами*

2017

*Методологія ситуаційного колективного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі: наукові матеріали. В 3-х томах. Том 1 Методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами /Харченко В. П., Шмельова Т.Ф., Васильєв Д.В., Знаковська Є.А., Луппо О.Є., Лазоренко В.А., Аргунов Г.Ф., Малютенко Т.Л., Бондарєв Д.І., Петрушевський А.О., Чинченко О.Г./ Под ред. Харченко В.П.: – К. : НАУ, 2017. – 120 с.*

*Рецензенти:*

*С.М. Неділько, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обслуговування повітряного руху Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету;*

*К.С. Сундучков - доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-телекомунікаційних мереж Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».*

*В.В. Конін - доктор технічних наук, с.н.с., професор кафедри аеронавігаційних систем НН ІАН Національного авіаційного університету*

*Рекомендовано до друку вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 2017 р.) в якості монографії.*

У наукових матеріалах приведені результати досліджень, що пов'язані з розробленням системи методологічних і методичних принципів, прийомів, операцій і принципів побудови інтегрованої динамічної системи ситуаційного колективного управління пілотованими і БПЛА в єдиному повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою. В томі 1 приведено системний аналіз факторів, що впливають на прийняття рішень при управлінні пілотованими і БПЛА; ситуаційний аналіз динамічної повітряної обстановки у разі управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами для визначення факторів, що впливають на прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності; розроблення методичного забезпечення для тренажерної підготовки авіадиспетчерів, операторів БПЛА, інженерів з обслуговування аеронавігаційних систем.

Для науковців, викладачів, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

## ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	5
ВСТУП .....	7
1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ І БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ...	8
1.1. Аналіз динамічної повітряної обстановки при управлінні пілотованими літальними апаратами в повітряному просторі.....	8
1.2. Критерії оптимальності і обмеження при колективному управлінні пілотованими і безпілотними літальними апаратами .....	10
1.3. Постановка задачі прийняття рішень при тактичному управлінні повітряним рухом пілотованих та безпілотних літальних апаратів .....	11
1.4. Синтез оптимальних безконфліктних траєкторій польоту пілотованих та безпілотних літальних апаратів при тактичному управлінні повітряним рухом .....	12
2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНИМИ І БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ, КЕРОВАНОМУ ОБ'ЄДНАНОЮ ЦИВІЛЬНО-ВІЙСЬКОВОЮ СИСТЕМОЮ .....	16
2.1. Ситуаційний аналіз динамічної повітряної обстановки у разі управління безпілотними літальними апаратами .....	16
2.2. Структурна схема управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами ..	17
3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНИМИ І БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ЄДИНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ.....	24
3.1. Методичне забезпечення тренажерної підготовки авіадиспетчерів .....	24
3.1.1. Системні властивості психологічного сприйняття норм ешелонування студентами- операторами керування повітряного руху .....	24
3.1.2. Вправи для тренажерної підготовки авіадиспетчерів.....	29
3.2. Методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів безпілотних літальних апаратів .....	30
3.3. Методичне забезпечення тренажерної підготовки інженерів з систем аеронавігаційного обслуговування.....	31
3.3.1. Високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк .....	31
3.3.2. Далекомірне УВЧ-обладнання.....	36
3.4. Комп'ютерна програма «FPL-trainer» для тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами .....	38
3.5. Візуалізація тренажерного комплексу підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі .....	40
3.5.1. Візуалізація тривимірних баз даних (3D-моделей) кінцевої протяжності підсистеми комплексного тренажера для підготовки авіадиспетчерів та операторів безпілотних літальних апаратів .....	40
3.5.2. Візуалізація тренажерного комплексу підготовки операторів безпілотних літальних апаратів в єдиному повітряному просторі .....	45
3.5.3. Візуалізація тривимірних моделей безпілотних літальних апаратів в системі «Тропосфера» .....	48
4. КООРДИНАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНИМИ І БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ЄДИНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ .....	49
4.1. Організація повітряного простору при управлінні літальними апаратами .....	49
4.2. Класифікація повітряного простору .....	49
4.3. Порядок подання заявок, видачі дозволів та визначення умов використання повітряного простору .....	50
4.4. Координація діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору .....	55
4.5. Заборона та обмеження використання повітряного простору .....	55

4.6. Методологія управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі.....	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	60
<b>ДОДАТКИ</b> .....	64
Додаток 1.....	65
Основні визначення .....	65
Додаток 2.....	66
БД за класифікацією ЛА .....	66
Класифікація ЛА .....	69
Додаток 3.....	75
Процедури (дії) екіпажу ПС у разі виникнення ОВП – відмова обох генераторів.....	75
Додаток 4.....	77
Метеорологічні умови вправи 3_1.....	77
Додаток 5.....	78
План польоту: ПП 3_1 .....	78
Додаток 6.....	81
Інструкція Адміністратора Диспетчерського тренажера .....	81
Додаток 7.....	86
Лабораторні роботи для підготовки операторів БПЛА .....	86
Додаток 8.....	91
Методичне забезпечення операторів, що обслуговують аеронавігаційне обладнання.....	91
Додаток 9.....	98
Приклад роботи VOR/DVOR та DME на основі симулятора Navigation Simulation Luizmonteiro розроблений фірмою Luiz Roberto Monteiro de Oliveira.....	98
Додаток 10.....	107
Правила составления и подачи ФПЛ в Украине .....	107
Додаток 11.....	111
Фрагменти збірника аеронавігаційної інформації України .....	111

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АДЦ	Аеродромний диспетчерський центр
АНС	Аеронавігаційна система
АС	Автоматизована система
АС КПП	Автоматизована система керування повітряним рухом
АРП	Автоматичні радіопеленгатори
БАНВ	Бортові аеронавігаційні вогні
БАС	Безпілотні авіаційні системи
БД	База даних
БМ	База моделей
БП	Безпека польотів
БПЛА	Безпілотний літальний апарат
БЧ/ SBO	Сигнал з пригніченою несучою, іноді називають «різницеvim»
ВОРЛ	Вторинний оглядовий радіолокатор
ВСУ	Вбудована силова установка
ГРМ/ GS	Глісадний радіомаяк
ДПО	Динамічна повітряна обстановка
ЗП	Захід на посадку
ЗПС	Злітно-посадкова смуга
ІДС	Інтегрована динамічна система
КДП	Командно-диспетчерський пункт
КРМ	Курсовий радіомаяк
ЛА	Літальний апарат
Л-О	Людина-оператор
НБЧ/ CSB	Сигнал несучої з бічними частотами, іноді називають «сумарним»
НСУ	Наземна станція управління
ОВП	Особливий випадок у польоті
ОКПП	Оператор керування повітряним рухом
ОПР	Обслуговування повітряного руху
ОПРС	Окрема приводна радіостанція
ОрПР	Організація повітряного руху
ОСП	Обладнання систем посадки
ПК	Повітряний корабель
ПКС	Потенційно-конфліктна ситуація
ПП	Повітряний простір
ПР	Прийняття рішень
ПС	Повітряне судно
РГМ	Різниця глибинної модуляції
РД	Рівень домагань
РДЦ	Диспетчерський центр
СКБД	Система керування базою даних
СППР	Система підтримки прийняття рішень
СУБД	Система управління базою даних
УПР	Управління повітряним рухом
ФПЛ	Флайт-план
ACC	Area Control Center (районний диспетчерський центр)
APP	Approach Control (диспетчерське обслуговування заходу на посадку)
CNS/ATM	Зв'язок, навігація, спостереження/організація повітряного руху
СТА	Control Area (диспетчерський район)
CTR	Control Zone (диспетчерська зона)
DME	Distance measuring equipment (далекомірне УВЧ-обладнання)
DVOR	доплерівський високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк

FMS	Бортова система керування польотом
FPL	Flight Plan (план польоту)
FUA	Концепція гнучкого використання ПП
ICAO	International Civil Aviation Organization (Міжнародна організація цивільної авіації)
ILS	Instrument Landing System (інструментальна система посадки)
IFR	Інструментальний захід на посадку (захід за приладами)
LOSA	«Line operations Safety Audit»
NDB	Окрема приводна радіостанція
PF	Pilot Flying (пілот виконує дії по пілотуванню ПС)
PM	Pilot Monitoring (пілот виконує комунікаційні функції)
MSSR	Моноімпульсний радіолокатор
MLAT	Багатопозиційна система спостереження
TMA	Terminal Control Area (вузловий диспетчерський район)
VOR	VHF Omni-directional Radio Range (Високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк)

## ВСТУП

Інтегрована динамічна система ситуаційного колективного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами (БПЛА) в єдиному повітряному просторі (ПП), керованому об'єднаною цивільно-військовою системою призначена для ефективного використання в автоматизованій системі (АС) управління повітряним рухом (УПР) і бортових системах керування польотом (FMS).

З метою досягнення максимальної ефективності використання ПП пропонується система методологічних і методичних принципів побудови інтегрованої динамічної системи ситуаційного колективного управління пілотованими і БПЛА в єдиному ПП, що містить: методологію побудови інтегрованих моделей корпоративного паритетного управління в умовах ситуаційного стану динамічної повітряної обстановки (ДПО) з урахуванням зміни пріоритетів обслуговування; методику розроблення навчально-методичного комплексу професійних завдань для підготовки користувачів системи; прототип програмного забезпечення комплексу автоматизованого управління пілотованими і БПЛА в єдиному ПП.

Концепція гнучкого використання ПП (FUA) заснована на принципі, згідно з яким ПП повинен позначатися не як чисто цивільний або військовий, а як ПП, в якому в максимально можливій мірі реалізуються всі вимоги користувачів різного призначення. Спільне планування та організація ПП передбачають кооперативне визначення структури ПП за участю всіх користувачів таким чином, щоб вона забезпечувала оптимальні траєкторії для всіх користувачів (пілотованих, БПЛА, військового і цивільного призначення), використовуючи переваги, що забезпечуються можливостями повітряних суден (ПС).

Відповідно до глобального плану розвитку систем CNS/ATM (зв'язок, навігація, спостереження/ організація повітряного руху (ОрПР) (Сіrc. ІCAO 9750) аеронавігаційні системи (АНС) нового покоління повинні відповідати наступним вимогам: гнучке використання ПП і функціональна інтеграція бортових і наземних систем; динамічна організація ПП, спільне планування та організація ПП і комплексне прийняття рішень (ПР) за участю всіх користувачів ПП з урахуванням факторів зовнішнього середовища, що впливають на ПР в АНС як соціотехнічній системі. На сьогоднішній день відсутня методологія створення таких систем нового покоління.

**Мета роботи** – розроблення системи методологічних і методичних принципів, прийомів, операцій і принципів побудови інтегрованої динамічної системи ситуаційного колективного управління пілотованими і БПЛА в єдиному ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою для використання в АС УПР і FMS.

Основні завдання етапу «Аналіз динамічної повітряної обстановки (ДПО) при управлінні пілотованими ЛА і БПЛА в повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою»:

- системний аналіз факторів, що впливають на ПР при управлінні ЛА та аналіз ДПО при управлінні пілотованими ЛА в ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою;
- ситуаційний аналіз ДПО у разі управління БПЛА для визначення факторів, що впливають на ПР в умовах ризику і невизначеності і формалізації ДПО;
- розроблення методичного забезпечення для тренажерної підготовки авіадиспетчерів, операторів БПЛА, інженерів з обслуговування аеронавігаційних систем;
- розроблення методології управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі;
- розроблення програмного забезпечення для тренажерів та практичної підготовки при управлінні пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі.

# 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ І БЕЗПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

## 1.1. Аналіз динамічної повітряної обстановки при управлінні пілотованими літальними апаратами в повітряному просторі

Для аналізу факторів, що впливають на ПР при управлінні пілотованими ЛА і БПЛА в єдиному ПП розглянемо з системних позицій АНС, як необхідну складову авіаційного транспорту, що призначена для високоефективного забезпечення польотів. Тобто АНС з точки зору системного аналізу це система, яка є сукупністю підсистем і елементів (організації, персонал, інфраструктура, технічне обладнання, процедури, правила та інформація, користувачі повітряного простору, тощо), що об'єднані однією ціллю функціонування – високоефективне забезпечення польотів за наступними критеріями: безпека, регулярність і економічна ефективність авіаційної діяльності (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Структурна схема аеронавігаційної системи

*Об'єкт дослідження* – колективне управління пілотованими ЛА і БПЛА в єдиному ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою.

*Предметом дослідження* є процес ПР користувачами ПП при аеронавігаційному обслуговуванні у разі колективного управління пілотованими ЛА і БПЛА в єдиному ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою.

Для розроблення методології колективного управління пілотованими і БПЛА в єдиному ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою організації повітряного руху (ОрПР) проведено аналіз факторів, що впливають на процеси ПР (таблиця 1.1). На рис. 1.2. наведено основні групи факторів впливу. Одним з вирішальних факторів є існуюча нормативно-правова база правил та процедур використання повітряного простору, виконання польотів та аеронавігаційного обслуговування, якими не регламентуються питання застосування БПЛА.

Факторами, які мають вплив як на стратегічному так і тактичному етапах колективного управління пілотованими і БПЛА є структура ПП, обмеження використання ПП, прогнозовані та фактичні потоки повітряного руху, динамічна повітряна обстановка (ДПО), кліматичні й метеорологічні умови, пропускна спроможність системи ОрПР, процедури цивільно-військової координації, забезпечення користувачів достовірною й точною аеронавігаційною та метеорологічною інформацією. Розглянуто системний аналіз задач і функцій автоматизованої системи «аеронавігаційні збори», підходи до консолідації інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування польотів [1; 2].



Таблиця 1.1. Фактори, що впливають на ПР при управлінні ЛА/БПЛА в єдиному ПП, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою

№	Фактори	Кодування
1.	Нормативно-правова база правил та процедур використання повітряного простору	$f_1$
2.	Структура повітряного простору	$f_2$
3.	Обмеження використання повітряного простору	$f_3$
4.	Прогнозовані та фактичні потоки повітряного руху	$f_4$
5.	Динамічна повітряна обстановка	$f_5$
6.	Кліматичні й метеорологічні умови	$f_6$
7.	Пропускна спроможність системи ОрПП	$f_7$
8.	Процедури цивільно-військової координації	$f_8$
9.	Системи зв'язку, навігації, спостереження та автоматизовані системи УПР	$S_1$
10.	Бортове обладнання ЛА	$S_2$
11.	Системи заходу на посадку	$S_3$
12.	Обслуговування аеронавігаційною інформацією	$S_4$
13.	Обслуговування метеорологічною інформацією	$S_5$
14.	Безпека системи організації повітряного руху	$k_1$
15.	Фактори внутрішнього та зовнішнього середовища менеджмента авіапідприємства	$k_2$
16.	Персонал. Людський чинник	$k_3$



Рис. 1.2. Фактори, що впливають на прийняття рішень при управлінні ЛА

Важливим фактором є наявність та характеристики наземних систем зв'язку, навігації, спостереження та автоматизованих системи УПР з функціями підтримки прийняття рішень. При виконанні польотів БПЛА у контрольованому ПП необхідним є виявлення цілей наземними системами спостереження та організація каналів зв'язку і обміну даними між центрами УПР та операторами БПЛА. Тому необхідним є встановлення мінімального переліку бортового обладнання (наявність відповідача) та обладнання робочого місця оператора БПЛА.

Важливим фактором є безпека системи ОрПР, захист інфраструктури якої здійснюється за рахунок забезпечення інформаційної безпеки, фізичної та кадрової безпеки, що залежить від менеджменту авіаційного підприємства. Зроблено аналіз факторів внутрішнього та зовнішнього середовища менеджменту авіапідприємства, що впливають на безпеку авіаційної діяльності [3; 4].

Окремим фактором впливу є персонал (авіаційний персонал, який здійснює диспетчерське обслуговування повітряного руху (ОПР), передпольотне інформаційне обслуговування, польотно-інформаційне обслуговування, організацію потоків повітряного руху, управління використанням повітряного простору; інженерно-технічний персонал служби зв'язку, навігації та спостереження; оператори БПЛА) [5].

Одним з факторів, що впливають на прийняття рішень є динамічна повітряна обстановка, яка характеризується наявністю відповідної метеорологічної обстановки виконання польоту ЛА/БПЛА, витримуванням інтервалів та недопущенням небезпечного зближення ЛА/БПЛА, обмеженнями використання повітряного простору, перевантаженням елементів повітряного простору, наявність людського чиннику.

## 1.2. Критерії оптимальності і обмеження при колективному управлінні пілотованими і безпілотними літальними апаратами

Ефективність процесів колективного управління пілотованими і БПЛА можна оцінювати за показниками, що характеризують функціонування системи ОрПР в цілому. Сьогодні основними вимогами до системи ОрПР є:

- безпека, регулярність та економічна ефективність польотів, надійність;
- екологія та ергономіка;
- енергетика та ресурсозбереження;
- доступність повітряного транспорту.

Узагальнено вимоги до ефективності колективного управління пілотованими і БПЛА можуть бути сформульовані у вигляді критеріїв оптимальності та обмежень (рис. 1.3) [3; 7].

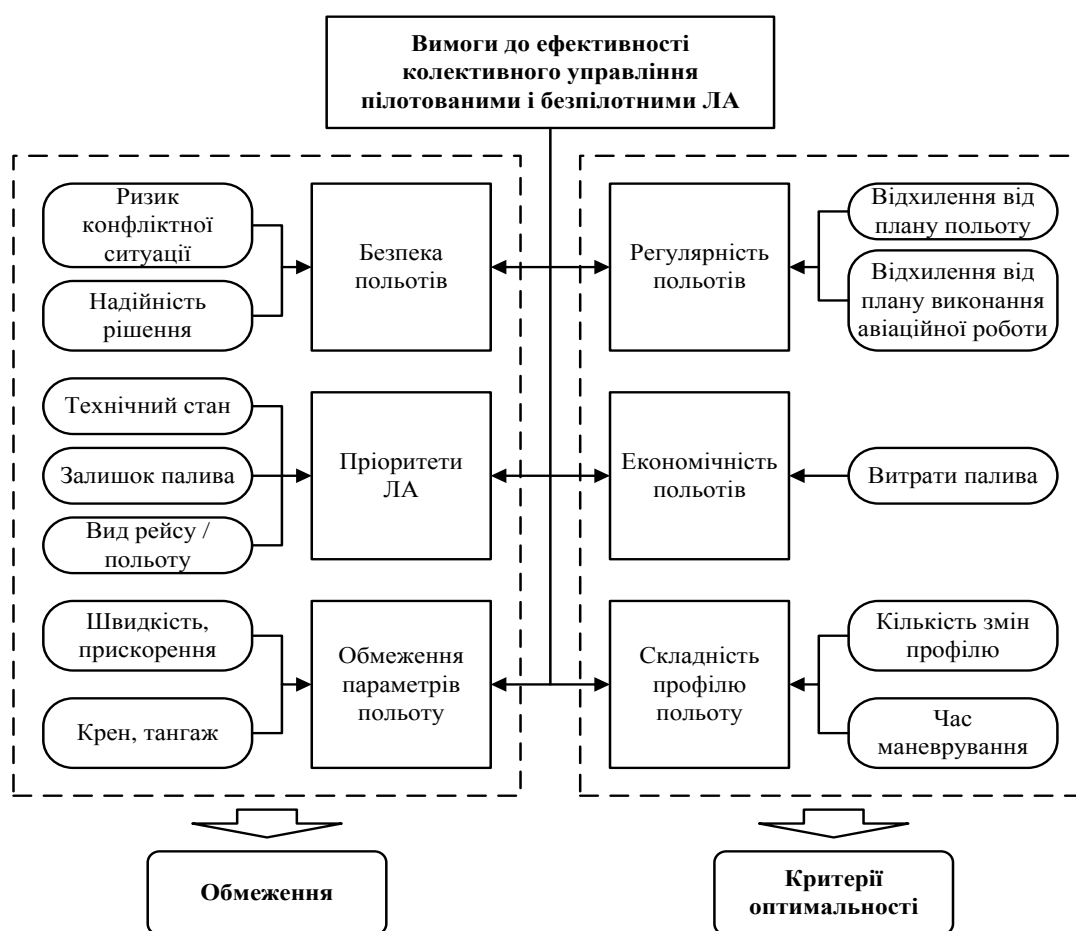


Рис. 1.3. Вимоги до ефективності колективного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами, критерії оптимальності та обмеження

Безпека польотів є безумовною вимогою, яка в першу чергу забезпечується витриманням мінімумів ешелонування. Показником безпеки є ризик виникнення конфліктних ситуацій. При розв'язанні конфліктної ситуації критерій безпеки є обмеженням, яке накладається на можливі керування. Системи розв'язання конфліктних ситуацій повинні забезпечувати вибір надійного рішення по усуненню конфлікту, тобто синтезувати такі безконфліктні траєкторії польоту, які можуть бути реалізовані літальними апаратами (ЛА).

Сучасна тенденція до збільшення інтенсивності польотів зумовлює необхідність урахування критеріїв регулярності та економічності польотів [3]. Показником регулярності є відхилення від плану польоту та / або відхилення від плану виконання авіаційної роботи, показником економічності є витрати палива. Регулярність польотів тісно пов'язана з іншими характеристиками. Так, значні відхилення від планової траєкторії польоту можуть зумовити виникнення конфліктних ситуацій, перевантажень елементів повітряного простору, підвищення складності УПР, а також збільшення витрат палива.

Важливим критерієм з точки зору літаководіння та ОПР є складність профілю польоту. Показником складності є кількість змін профілю польоту та тривалість маневрування. Необхідність врахування цього критерію пояснюється тим, що при виконанні складних комбінованих маневрів підвищується робоче навантаження екіпажів і диспетчерів, що призводить до підвищення складності УПР і відповідно до можливого зменшення пропускної спроможності органу ОПР в цілому. Необхідність окремого врахування критеріїв регулярності, економічності та складності маневрування пояснюється тим, що при виконанні ЛА комбінованих маневрів (поєднання змін напрямку, швидкості та висоти польоту) сумарні відхилення від плану польоту, витрати палива і показники складності маневрування не мають прямої залежності між собою. Необхідність окремого врахування критеріїв регулярності, економічності та складності маневрування пояснюється тим, що при виконанні ЛА комбінованих маневрів (поєднання змін напрямку, швидкості та висоти польоту) сумарні відхилення від плану польоту, витрати палива і показники складності маневрування не мають прямої залежності між собою.

Також доцільно враховувати пріоритети ЛА за технічним станом, залишком палива, видом рейсу / польоту. Так, маневрування не повинні здійснювати ЛА з відмовами двигунів або обладнання, літаки, які виконують літерні та спеціальні рейси, літаки, які мають малий залишок палива. Комфортності пасажирів приділяється велика увага з боку авіаперевізників, оскільки виконання поворотів з великими кутами крену, різка зміна висоти та швидкості польоту призводить до погіршення комфортності. Також на параметри руху ЛА можуть накладатися обмеження при виконанні певного виду авіаційних робіт. В результаті обмеженнями є безпека польотів, надійність рішення, пріоритети літаків, обмеження параметрів польоту а критеріями оптимальності – регулярність, економічність та складність профілю польоту [7]. Обрані обмеження враховуються на різних етапах управління. Безпека польотів є тим обмеженням, яке враховується безпосередньо під час побудови траєкторій польоту. Надійність забезпечується застосуванням адекватних методів оцінки ризику виникнення конфліктних ситуацій та моделей керованого руху ЛА. Пріоритети ЛА, які визначають можливість виконання маневрів, та обмеження параметрів польоту є вхідними постійними обмеженнями. Також вхідними обмеженнями є: експлуатаційні обмеження за ЛТХ; правила використання повітряного простору; правила польотів; заборона виконувати польоти у зонах небезпечних метеорологічних явищ.

### **1.3. Постановка задачі прийняття рішень при тактичному управлінні повітряним рухом пілотованих та безпілотних літальних апаратів**

Задачею прийняття рішень при тактичному УПР пілотованих ЛА та БПЛА є визначення безконфліктних просторово-часових траєкторій польоту з урахуванням декількох критеріїв оптимальності та обмежень [7]. Альтернативами вибору є комбінації траєкторій польоту ЛА, які знаходяться під управлінням служб ОрПР. Множина можливих комбінацій траєкторій формується з урахуванням різних обмежень, якими є: експлуатаційні обмеження за ЛТХ; правила використання ПП; правила польотів; заборона виконувати польоти у зонах

небезпечних метеорологічних явищ. Такі обмеження визначають множину допустимих комбінацій траєкторій  $\mathbf{D}_x$ , з якої необхідно обрати безконфліктну та оптимальну комбінацію за визначеними критеріями. Позначимо множину можливих комбінацій траєкторій:

$$\mathbf{D}_x = \{x_j\}, j = \overline{1, k}$$

Безумовним обмеженням є безпека польотів, яка забезпечується витримуванням мінімумів ешелонування. Оптимізація вибору траєкторій виконується за критеріями регулярності  $C_1$ , економічності  $C_2$  і складності профілю польотів  $C_3$ , які утворюють вектор критеріїв:

$$\mathbf{C} = \{c_i\}, i = \overline{1, 3} \quad (1.1)$$

Значення критерію регулярності  $C_1$  визначається відхиленням від планів польоту та/або відхиленням від планів виконання авіаційних робіт, значення критерію економічності  $C_2$  визначається витратами палива, а значення критерію складності  $C_3$  – кількістю змін профілю польоту.

Проведений аналіз правил складання та подачі флайт-планів (ФПЛ) в Україні для подальших досліджень по оптимізації траєкторії польоту з урахуванням колективного управління ЛА і БПЛА (Додаток 10). Задача пошуку оптимальної комбінації траєкторії формулюється наступним чином: з множини допустимих комбінацій траєкторій  $\mathbf{D}_x$ , знайти таку комбінацію  $x^*$ , яка забезпечує витримування мінімумів ешелонування та відповідає критеріям регулярності, економічності і складності (мінімальним відхиленням від планів польотів, витратам палива і мінімальній складності профілю), тобто [7]:

$$x^* = \arg \min \mathbf{C}(x), x \in \mathbf{D}_x, x \notin \Omega,$$

де  $\Omega$  – область простору, де між ЛА порушуються мінімуми ешелонування.

#### 1.4. Синтез оптимальних безконфліктних траєкторій польоту пілотованих та безпілотних літальних апаратів при тактичному управлінні повітряним рухом

Початкові стани ЛА  $\mathbf{X}_0^m$  визначаються їх поточними координатами, кінцеві стани  $\mathbf{X}_k^m$  визначаються горизонтальними координатами точок виходу з зони УПР.

Виконується дискретизація динамічної системи  $\mathbf{S}$  за часом (здійснюється декомпозиція процесу польоту в зоні УПР на  $k$  етапів) та у просторі станів (за координатами положення, швидкістю ЛА).

Дискретна динамічна система  $\mathbf{S}$  визначається як сукупність [8]:

$$\mathbf{S} = \{\widehat{\mathbf{D}}_x^m, \mathbf{X}_0^m, \mathbf{X}_k^m, \mathbf{I}, \mathbf{Z}, \mathbf{D}_U(\mathbf{X}), f(\mathbf{X}, \mathbf{U}), \Delta J_i^m(\mathbf{X}, \mathbf{U})\},$$

де  $\widehat{\mathbf{D}}_x^m$  – множини умовно-безконфліктних станів ЛА;  $\mathbf{X}_0^m, \mathbf{X}_k^m$  – початкові та кінцеві стани ЛА;  $\mathbf{I}$  – безконфліктні комбінації станів ЛА;  $\mathbf{Z}$  – комбінації безконфліктних траєкторій ЛА;  $\mathbf{D}_U(\mathbf{X})$  – множини можливих керувань  $\mathbf{U}$  в станах  $\mathbf{X}$ ;  $f(\mathbf{X}, \mathbf{U})$  – функція переходу із стану  $\mathbf{X}$  під дією керування  $\mathbf{U}$ ;  $\Delta J_i^m(\mathbf{X}, \mathbf{U})$  – витрати за кожним  $i$  критерієм оптимальності при переході із стану  $\mathbf{X}$  під дією керування  $\mathbf{U}$ .

Вектор стану  $\mathbf{X}$  містить координати, висоту, швидкість, курс польоту ЛА. Початковий  $\mathbf{X}_0$  та кінцевий  $\mathbf{X}_k$  стани системи є безконфліктними.

Вектор вхідних керувальних сигналів  $\mathbf{U}$  містить задані значення прискорення, кутів крену та тангажу. На можливі керування накладаються обмеження відповідно до льотно-технічних характеристик ЛА, вимог щодо комфортності пасажирів при маневруванні. Такі обмеження визначають множину можливих керувань  $\mathbf{D}_U(\mathbf{X})$  в стані  $\mathbf{X}$ .

Процеси польоту кожного ЛА розглядаються окремо з урахуванням загального обмеження по витримуванню мінімумів ешелонування. В загальному випадку вважається, що

кожний ЛА  $m$  може перейти в стан  $\mathbf{X}^m(j)$  на етапі  $j$  із декількох станів  $\mathbf{X}^m(j-1)$  на попередньому етапі  $(j-1)$ :

$$\mathbf{X}^m(j) = f(\mathbf{X}^m(j-1), \mathbf{U}^m(j-1))$$

Стани  $\mathbf{X}^m(j)$  утворюють множину можливих станів  $\mathbf{D}^m(j)$ .

Вважається, що на останньому  $k$  етапі ЛА здійснюють маневри для повернення на планові траєкторії польоту. Передбачається, що кожний ЛА може потрапити в свій кінцевий стан із всіх станів передостаннього етапу.

Для певного ЛА  $m$  множину умовно-безконфліктних станів  $\widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j)$  утворюють такі стани  $\mathbf{X}^m(j) \in \mathbf{D}^m(j)$ , при перебуванні в яких можуть виникати порушення мінімумів ешелонування з іншими ЛА для деяких їх станів, або не виникають взагалі [8]:

$$\mathbf{X}^m(j) \in \widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j) : \exists \mathbf{X}^{ref}(j), ((d \geq d_s) \wedge (\Delta h \geq h_s)) \vee ((d \geq d_s) \wedge (\Delta h < h_s)) \vee ((d < d_s) \wedge (\Delta h \geq h_s)), \\ \mathbf{X}^{ref}(j) \in \mathbf{D}^{ref}(j), ref = \overline{1, n}, m \neq ref,$$

де  $d$ ,  $\Delta h$  – відповідно горизонтальна відстань і вертикальний інтервал між ЛА, що перебувають у станах  $\mathbf{X}^m(j)$  та  $\mathbf{X}^{ref}(j)$ .

Для забезпечення витримування мінімумів ешелонування між ЛА при переході між станами контроль їх витримування у фіксовані моменти часу необхідно виконувати через обмежені проміжки часу, за які між ЛА не можуть виникнути неспостережувані порушення ешелонування.

Для довільної траєкторії  $\mathbf{T}^m = \{\mathbf{X}_0^m, \mathbf{X}^m(1), \dots, \mathbf{X}^m(l)\}$  значення критеріїв  $J^m$ , що характеризують ефективність польоту, визначаються наступним чином:

$$J_i^m(\mathbf{T}^m) = \sum_{j=1}^l \Delta J_i^m(\mathbf{X}^m(j-1), \mathbf{U}^m(j-1))$$

Позначимо  $\mathbf{E}(\mathbf{X}^m(j))$  множину Парето-оптимальних оцінок комбінацій безконфліктних траєкторій при переході до стану  $\mathbf{X}^m(j) \in \widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j)$  зі станів  $\mathbf{X}^m(j-1) \in \widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j-1)$ . Множина  $\mathbf{E}(\mathbf{X}^m(j))$  визначається в результаті розв'язання наступного рівняння багатокритеріального динамічного програмування [8]:

$$\mathbf{E}(\mathbf{X}^m(j)) = \text{eff } \mathfrak{Z}^m, \mathbf{X}^m(j) \in \widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j), \mathbf{X}^m(j-1) \in \widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j-1), \\ \mathfrak{Z}^m = \bigcup_{\mathbf{X}^m(j-1) \in \Pi(\mathbf{X}^m(j))} \left( \mathbf{E}(\mathbf{X}^m(j-1)) \oplus \left\{ \Delta J_i^m(\mathbf{X}^m(j-1), \mathbf{U}^m(j-1)) \right\} \right),$$

де  $\text{eff}$  – оператор знаходження парето-ефективних оцінок;  $\oplus$  – пряма сума;  $\Pi(\mathbf{X}^m(j))$  – множина станів ЛА з номером  $m$  на етапі  $(j-1)$ , із яких можливий перехід до стану  $\mathbf{X}^m(j)$ ;  $\mathbf{U}^m(j-1)$  – керування, що переводить літак із стану  $\mathbf{X}^m(j-1) \in \Pi(\mathbf{X}^m(j))$  до стану  $\mathbf{X}^m(j)$ .

На кожному  $j$ -му етапі окремо для кожного ЛА :

- визначаються множини можливих керувань  $\mathbf{D}_{\mathbf{U}}(\mathbf{X}^m(j-1))$ ;
- моделюються траєкторії руху ЛА, визначається множина умовно-безконфліктних станів  $\widehat{\mathbf{D}}_{\mathbf{X}}^m(j)$  та визначаються витрати  $\Delta J_i^m(\mathbf{X}^m(j-1), \mathbf{U}^m(j-1))$ .

На всіх етапах, крім останнього, визначаються множини Парето-оптимальних оцінок умовно-безконфліктних траєкторій  $\mathbf{E}(\mathbf{X}^m(j))$ , визначаються відповідні множини  $\mathbf{D}_{\mathbf{U}}^{\mathbf{E}}(\mathbf{X}^m(j))$  Парето-оптимальних керувань та множини станів  $\Pi_{\mathbf{E}}(\mathbf{X}^m(j)) \in \Pi(\mathbf{X}^m(j))$ .

Далі визначаються безконфліктні комбінації  $\mathbf{I}(j)$  станів ЛА. Всі безконфліктні комбінації станів ЛА на етапі  $j$  утворюють множину  $\mathbf{D}_1(j)$ . Позначимо довільну безконфліктну комбінацію станів

$$\mathbf{I}(j) = \{\mathbf{X}^1(j), \mathbf{X}^2(j), \dots, \mathbf{X}^n(j)\} = \{\mathbf{X}^m(j)\}, \mathbf{X}^m(j) \in \widehat{\mathbf{D}}_X^m(j).$$

Кожна комбінація містить стани, які задовольняють наступним трьом умовам [8].

1. У станах даної комбінації  $\mathbf{I}(j)$  не порушуються мінімуми ешелонування між всіма ЛА:

$$\forall a, b: ((A \geq d_s) \wedge (B \geq h_s)) \vee ((A \geq d_s) \wedge (B < h_s)) \vee ((A < d_s) \wedge (B \geq h_s)),$$

$$A = d(\mathbf{X}^a(j), \mathbf{X}^b(j)), B = \Delta h(\mathbf{X}^a(j), \mathbf{X}^b(j)), \mathbf{X}(j) \in \mathbf{I}(j), a = \overline{1, n}, b = \overline{1, n}, a \neq b.$$

2. Всі ЛА перейшли у відповідні стани  $\mathbf{X}^m(j) \in \mathbf{I}(j)$  під дією Парето-оптимальних керувань  $\mathbf{U}^m(j-1) \in \mathbf{D}_U^E(\mathbf{X}^m(j))$  із станів  $\mathbf{X}^m(j-1) \in \Pi_E(\mathbf{X}^m(j))$ , комбінації яких були безконфліктними на попередньому етапі:

$$\{\mathbf{X}^m(j-1)\} \in \mathbf{D}_1(j-1), \mathbf{X}^m(j-1) \in \Pi_E(\mathbf{X}^m(j)), \mathbf{X}(j) \in \mathbf{I}(j).$$

3. В залежності від наявного забезпечення ешелонування між двома ЛА з номерами  $a, b$ , що перебувають відповідно у станах  $\mathbf{X}^a(j)$  та  $\mathbf{X}^b(j)$ , повинна виконуватись одна з умов:

– при одночасному забезпеченні горизонтального і вертикального ешелонування  $(A \geq d_s) \wedge (B \geq h_s)$  ЛА перейшли до станів  $\mathbf{X}^a(j), \mathbf{X}^b(j)$  із будь-яких станів, що задовольняють умові 2;

– при забезпеченні тільки горизонтального ешелонування  $(A \geq d_s) \wedge (B < h_s)$  ЛА перейшли до станів  $\mathbf{X}^a(j), \mathbf{X}^b(j)$  із таких станів, що задовольняють умові 2 та в яких між цією парою ЛА забезпечується або одночасно горизонтальне і вертикальне ешелонування, або тільки горизонтальне ешелонування;

– при забезпеченні тільки вертикального ешелонування  $(A < d_s) \wedge (B \geq h_s)$  ЛА перейшли до станів  $\mathbf{X}^a(j), \mathbf{X}^b(j)$  із таких станів, що задовольняють умові 2 та в яких між цією парою ЛА забезпечується або одночасно горизонтальне і вертикальне ешелонування, або тільки вертикальне ешелонування.

По суті кожна комбінація  $\mathbf{I}(j)$  визначає комбінації Парето-оптимальних траєкторій, за якими ЛА можуть перейти до станів цієї комбінації.

На останньому  $k$  етапі для кожного ЛА визначається множина  $\mathbf{z}^m$  повних траєкторій польоту  $\mathbf{T}^m$ , за якими він може перейти до кінцевого стану  $\mathbf{X}_k^m$  із умовно-безконфліктних станів  $\mathbf{X}^m(k-1) \in \widehat{\mathbf{D}}_X^m(k-1)$  передостаннього етапу.

Визначаються комбінації  $\mathbf{Z}$  повних безконфліктних траєкторій всіх ЛА. Комбінацією  $\mathbf{Z}$  є комбінація таких траєкторій, за якими ЛА можуть перейти із станів комбінації  $\mathbf{I}(k-1)$  на передостанньому етапі до кінцевих станів  $\mathbf{X}_k^m$  [8]:

$$\mathbf{Z} = \{\mathbf{T}^1, \mathbf{T}^2, \dots, \mathbf{T}^n\} = \{\mathbf{T}^m\},$$

$$\mathbf{T}^m \in \mathbf{z}^m : \mathbf{X}^m(k-1) \in \mathbf{T}^m, \mathbf{X}^m(k-1) \in \mathbf{I}(k-1), \mathbf{I}(k-1) \in \mathbf{D}_1(k-1).$$

Далі визначається множина  $\mathbf{P}_Z$  Парето-оптимальних комбінацій повних безконфліктних траєкторій польоту ЛА:  $\mathbf{P}_Z = \{\mathbf{Z}_p \mid \neg \exists \mathbf{Z} : \mathbf{J}_\Sigma(\mathbf{Z}) \leq \mathbf{J}_\Sigma(\mathbf{Z}_p), \mathbf{Z}_p \neq \mathbf{Z}\}$ .

Вибір оптимальної  $\mathbf{Z}^*$  комбінації безконфліктних траєкторії з множини Парето-оптимальних  $\mathbf{P}_Z$  здійснюється шляхом розв'язання оптимізаційної задачі [8]:

$$\mathbf{Z}^* = \arg \min_{\mathbf{Z} \in \mathbf{P}_Z} \max_{\mathbf{W} \in \mathbf{D}_w} \sum_{i=1}^3 w_i \bar{c}_i(\mathbf{Z}),$$

$$c_i(\mathbf{Z}) = \frac{\sum_{m=1}^n J_i^m(\mathbf{T}^m) - \min_{\mathbf{Z} \in \mathbf{P}_Z} \sum_{m=1}^n J_i^m(\mathbf{T}^m)}{\max_{\mathbf{Z} \in \mathbf{P}_Z} \sum_{m=1}^n J_i^m(\mathbf{T}^m) - \min_{\mathbf{Z} \in \mathbf{P}_Z} \sum_{m=1}^n J_i^m(\mathbf{T}^m)}, \mathbf{T}^m \in \mathbf{Z}$$

де  $\bar{c}_1, \bar{c}_2, \bar{c}_3$  – оцінки комбінації траєкторій з області допустимих значень  $\mathbf{D}_{\bar{c}} = \{\bar{c} \mid \bar{c} \in [0,1]\}$ ;  $w_i$  – вагові коефіцієнти, які відображають відносну важливість критеріїв оптимальності та у сукупності утворюють вектор  $\mathbf{W} = \{w_i\}, i = \overline{1,3}$  з області допустимих значень  $\mathbf{D}_w = \left\{ \mathbf{W} \mid \sum_{i=1}^3 w_i = 1; w_i \geq w_{i+1}, i = \overline{1,2}; w_3 \geq w_0 > 0 \right\}$ ;  $w_0$  – мінімальне значення вагових коефіцієнтів.

## 2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПЛОТОВАНИМИ І БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ, КЕРОВАНОМУ ОБ'ЄДНАНОЮ ЦИВІЛЬНО-ВІЙСЬКОВОЮ СИСТЕМОЮ

### 2.1. Ситуаційний аналіз динамічної повітряної обстановки у разі управління безпілотними літальними апаратами

Ситуаційний аналіз ДПО у разі управління БПЛА включає в себе ряд факторів, а саме (рис. 2.1):

1. Аналіз метеорологічної обстановки (наявність важких та небезпечних метеоумов при керуванні БПЛА).
2. Витримування безпечних інтервалів (витримування вертикального та горизонтального інтервалів).
3. Аналіз повітряного простору (обмеження на використання певного сегменту повітряного простору, наявність заборонених зон, зом обмеження польотів, та ін.).
4. Людський чинник (вплив людини оператора: авіадиспетчера та оператора БПЛА на динамічну повітряну обстановку).
5. Аналіз завантаження повітряного простору.

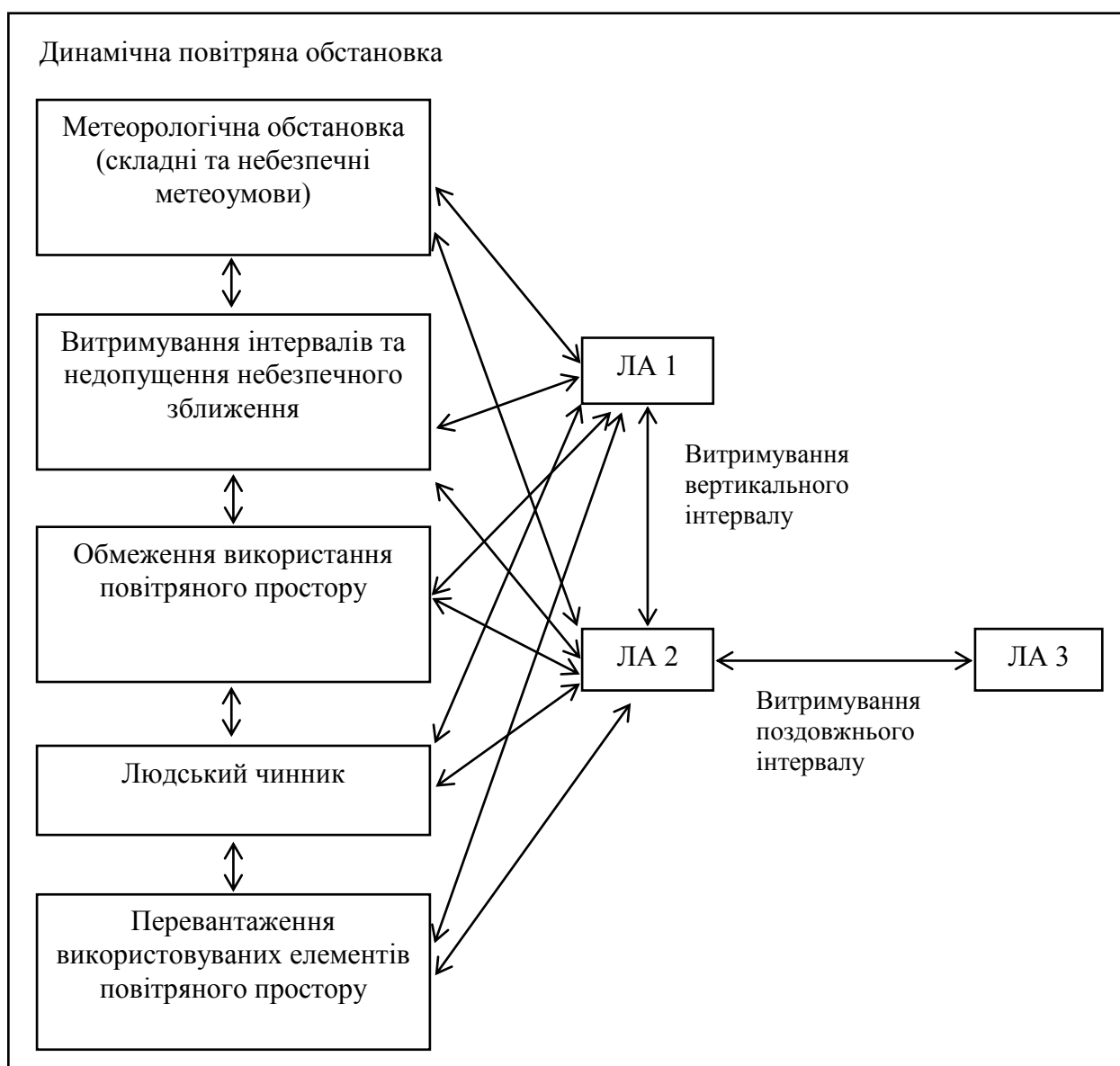


Рис. 2.1. Аналіз факторів динамічної повітряної обстановки

Для врахування факторів ДПО при управлінні ЛА і БПЛА в повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою розроблено інтегрований модуль системи підтримки прийняття рішень операторів автоматизованої системи управління



повітряним рухом [9; 10]. Відповідно до глобального плану розвитку систем CNS/ATM, АНС нового покоління повинні відповідати наступним вимогам: гнучке використання повітряного простору; функціональна інтеграція бортових і наземних систем; динамічна організація ПП; спільне планування та організація ПП; комплексне ПР за участю всіх користувачів ПП.

Таких перспективних систем, що задовольняються вищезазначеним вимогам немає, або є окремі системи, що потребують подальшого розвитку. Наразі актуальними є дослідження нових підходів до вирішення задач консолідації інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування польотів, з метою підвищення безпеки польотів та збільшення ефективності роботи операторів аеронавігаційної систем. При цьому пріоритетним напрямком розвитку авіації вважається багатозадачність (багатоцільове використання), корпоративна інтеграція в існуючий ПП, колективне управління в умовах ризику, невизначеності в залежності від ситуаційного стану ДПО.

Виходячи з вищезазначених вимог АНС, пропонується консолідація колективного управління повітряним рухом в єдиному повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою за допомогою інтегрованого модуля системи підтримки прийняття рішень (СППР) операторів автоматизованої системи управління повітряним рухом. Під час консолідації інформаційних потоків правильне урахування пріоритетів відіграє важливу роль. В практиці векторної оптимізації використовуються якісні (ряд пріоритету) і кількісні (вектор пріоритету і ваговий вектор) характеристики пріоритету.

## 2.2. Структурна схема управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами

Розроблено структурну схему управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами (рис. 2.2.):

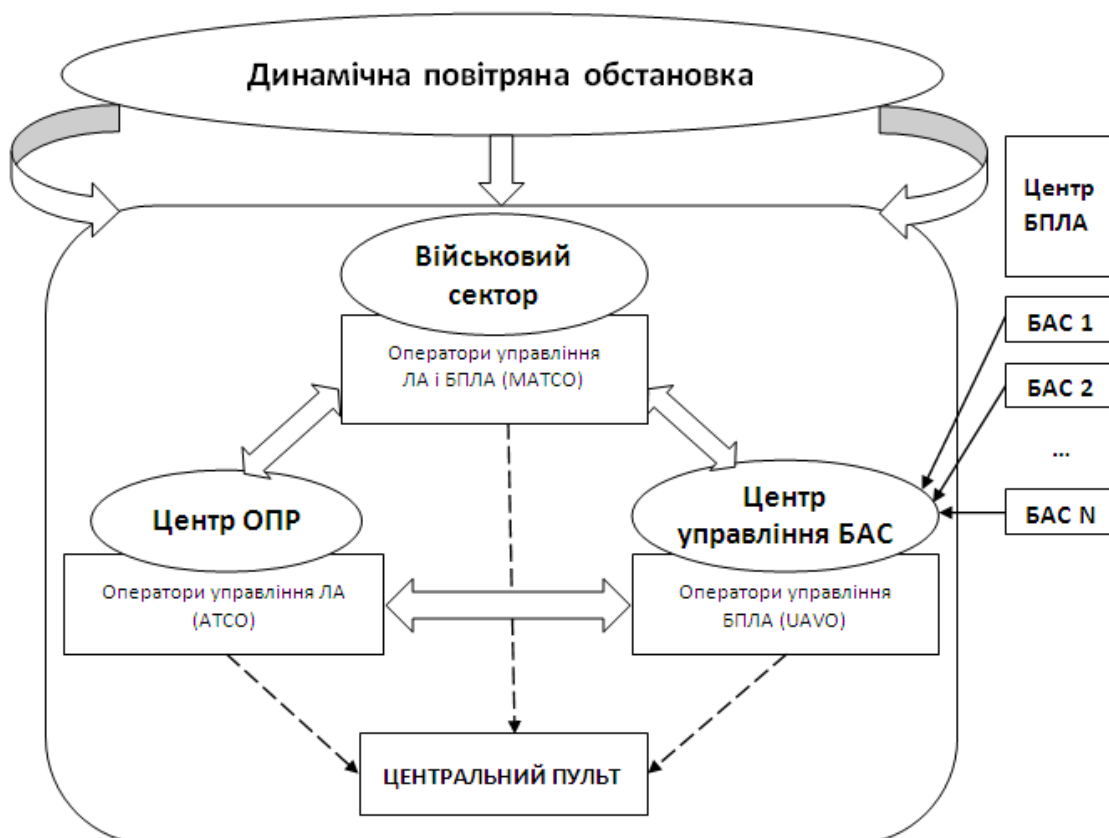


Рис. 2.2. Структурна схема системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами

Інтегрована система управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами містить наступні підсистеми:

- Центр ОПР;
- Центр управління БАС;
- Військовий сектор.

Проведено аналіз функцій та задач, координацію дій операторів ЛА – авіадиспетчерів (АТСО), операторів управління БПЛА (UAVO), операторів управління ЛА і БПЛА – військових диспетчерів (МАТСО). Розроблено комп'ютерну програму консолідації різнорідних потоків та базу даних за класифікацією літальних апаратів.

Розроблено методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі.

Характер роботи операторів аеронавігаційної систем залежить, зокрема від динамічних властивостей об'єкта керування і всіх ланок, що входять у систему; законів керування, засобів кодування інформації, характеру завдань, поставлених перед оператором: зовнішніх умов керування, і, нарешті, від психофізіологічних властивостей і можливостей оператора. Дослідження в світовій практиці щодо визначення змін в емоційному стані Л-О в авіаційній ергатичній системі проводяться, в основному, за рахунок безпосередніх вимірювань таких фізіологічних характеристик, як пульс, кров'яний тиск, тремор рук, піт, зміни в радужній оболонці ока, тощо, що застосовують відповідну медичну апаратуру, датчики. Такі дослідження фізичного стану Л-О мають практичне значення, але виникають труднощі отримання фактичних замірів емоційного стану Л-О у процесі виконання професійних обов'язків, особливо при виникненні позаштатних ситуацій. В розробленому комплексі передбачається діагностика емоційного стану операторів та аналіз стійкості відповідної системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами.

### 2.3. Комп'ютерна програма консолідації різнорідних потоків

Задача консолідації потоків зводиться до розробки комп'ютерної системи, яка дозволить об'єднувати інформацію з безлічі джерел та групувати її відносно пріоритетів подаючи на вхід інтерфейсу користувача.

Основними компонентами такої системи є база даних, база моделей та інтерфейс користувача (рис. 2.3). До основних компонентів СППР належить:

– БМ (база моделей) – сукупність математичних, логічних, лінгвістичних та інших моделей, які використовуються для багатокритеріального порівняльного аналізу альтернатив рішення; інтерфейс користувача. Пропонується база моделей інтегрованої системи управління, що містить інтегровані моделі для ситуаційного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі в умовах зміни паритетів в суспільстві, тобто в умовах ризику, невизначеності, багатокритеріальності, багатофункціональності, динаміки зовнішнього середовища.

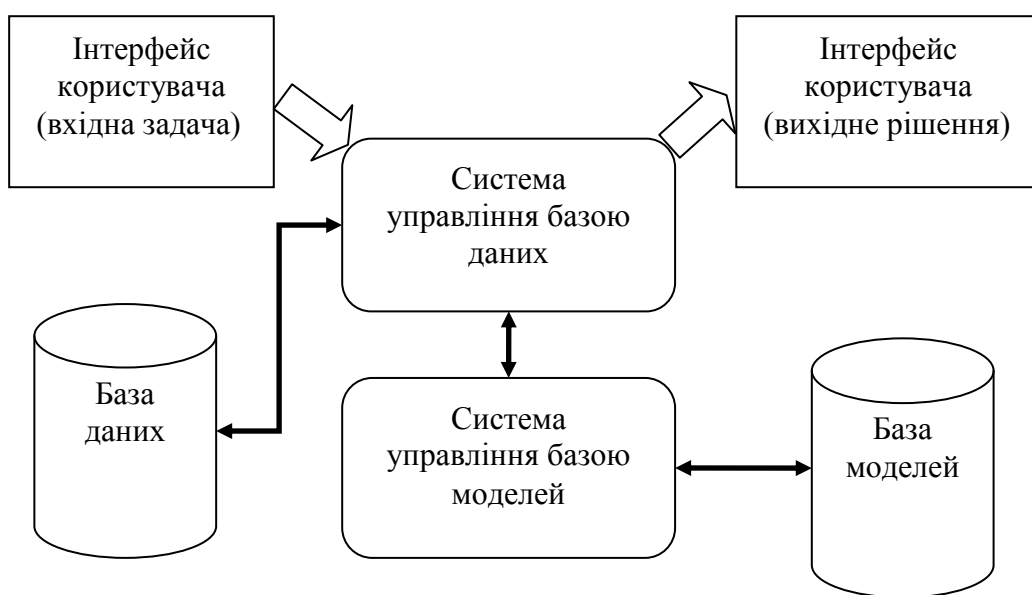


Рис. 2.3. Основні компоненти системи підтримки прийняття рішень

База даних (БД) (інформаційна структура, яка відображає стан та відношення об'єктів, що аналізуються) і система управління базою даних (СУБД).

Система для консолідації колективного управління рухом ставить високі вимоги до системи керування базою даних (СКБД). Виходячи з поставленої задачі повинна забезпечуватися висока швидкість роботи з даними, надійність, а також гнучка масштабованість для подальшого розширення системи. Останнім часом у зв'язку із стрімким розвитком обчислювальних технологій і збільшенням користувачів цих технологій, гостро постає питання забезпечення продуктивної роботи з даними та підтримки можливості гнучкої зміни структури даних. Реляційні бази даних не можуть в достатній мірі забезпечити потреби сучасних інформаційних систем. Розробникам довелося шукати інші підходи до організації роботи з даними. Так утворився окремий напрямок розвитку СКБД: NoSQL. Даний термін розшифровується як Not Only SQL, що означає використання не тільки реляційного підходу, а і інших.

NoSQL бази даних мають наступні характеристики:

- не використовується SQL;
- неструктуровані (schemaless);
- представлення даних у вигляді агрегатів (aggregates).

Зупинимося більш детально на агрегуванні даних (рис. 2.4).

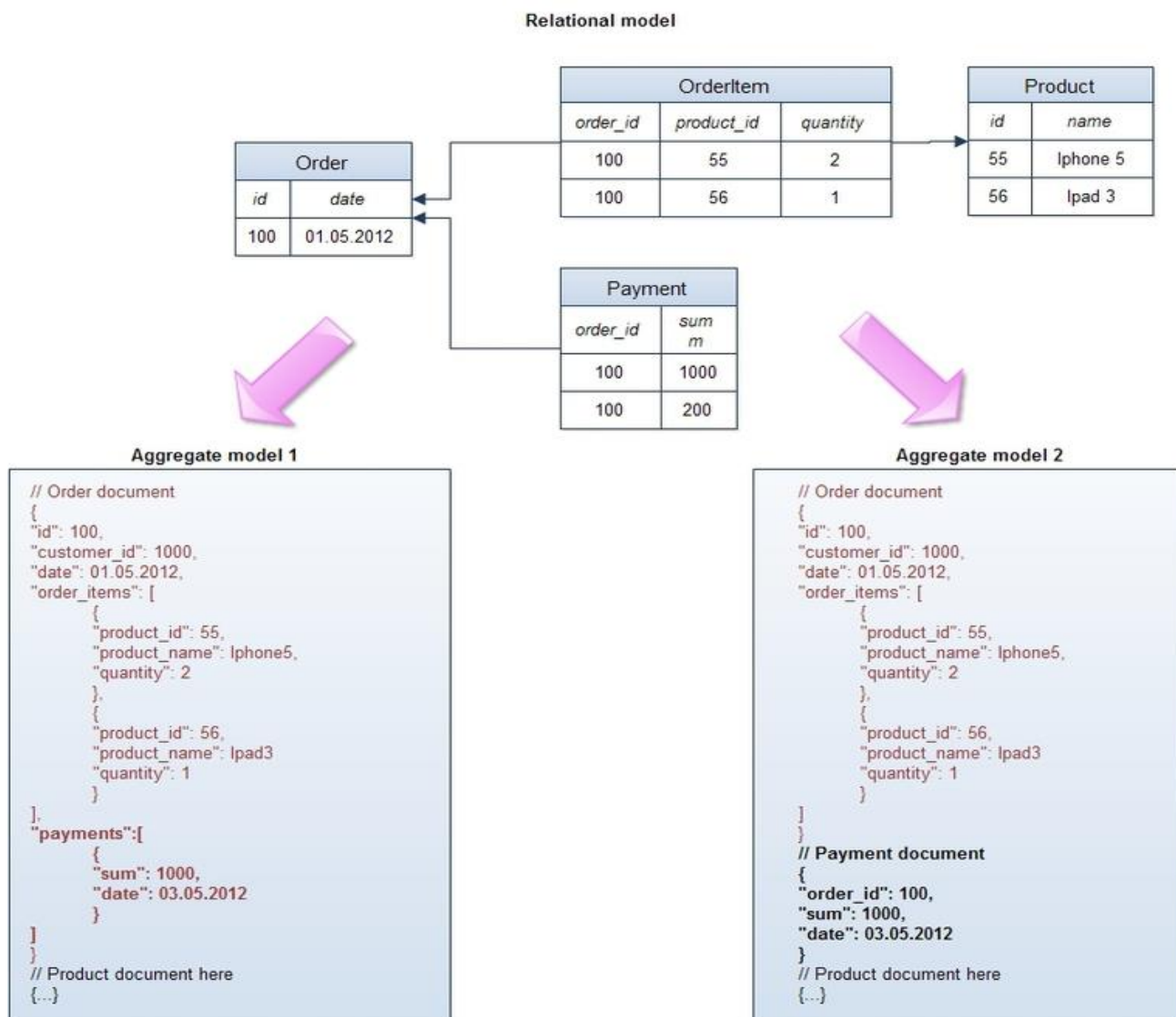


Рис. 2.4. Представлення даних в NoSQL БД

На відміну від реляційної моделі, яка зберігає логічну бізнес-сутть додатка в різні фізичні таблиці в цілях нормалізації, NoSQL сховища оперують з цими сутностями як з цілісними об'єктами. Таким чином замість створення нової таблиці на кожен окрему сутність ми просто створюємо об'єкти цих сутностей з визначеними для них атрибутами. Використання даного підходу, в поставленій задачі, дозволить абстрагуватися від конкретних об'єктів і їх атрибутів та дозволить працювати з окремими потоками як з цілісними сутностями. Завдяки цьому можна

використати стандартизований підхід до консолідації усіх інформаційних потоків в предметній області, а також визначити для кожного з них пріоритети.

Отримано авторську заявку на комп'ютерну програму: «Агрегація різнорідних інформаційних потоків», для СППР оператора, що управляє складними процесами, наприклад в телекомунікаційних мережах для використання спільної технологічної бази управління клієнт-сервісами різного призначення; для ситуаційного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному ПП та інших системах, що характеризуються швидкодією, динамічністю, неоднорідністю і мають високі вимоги до СКБД [11]. Для розроблення автоматизованої системи колективного управління ЛА і БПЛА було розроблено БД ЛА (Додаток 2).

База моделей автоматизованої системи колективного управління ЛА і БПЛА містить моделі ПР в умовах ризику, невизначеності, а також детерміновані моделі. Діяльність операторів АНС відповідає чіткому алгоритму дій, що прописані у нормативних та регламентуючих документа, як в штатних, так і позаштатних ситуаціях, наприклад особливий випадок в польоті (ОВП). Дослідження математичних моделей і координація дій у разі ПР двома операторами у разі виконання операційних процедур (дій) Л-О в разі виникнення ОВП проведено за допомогою алгоритму розрахунку мережевого графіка [12]. Як правило, сучасні ПС пілотуються двома пілотами (командиром і другим пілотом). При виникненні ОВП, коли навантаження на пілотів збільшується, один виконує дії по пілотуванню ПС – Pilot Flying (PF), другий виконує комунікаційні функції – Pilot Monitoring (PM). Такий підхід полягає в зменшенні наслідків будь-яких помилок через «crossmonitoring» (перехресний моніторинг) між членами екіпажу ПС [9]. Представлено дії PF і PM Boeing-737 у вигляді таблиці (Додаток 3). За допомогою методів мережевого планування побудовано детерміновані моделі ПР Л-О, отримано критичний час виконання робіт Л-О (пілотом) у разі виникнення проблем з електропостачанням (рис. 2.5). Цілком заряджена батарея забезпечує мінімум 30 хвилин резервного живлення – максимальний час на аварійну посадку ПС.

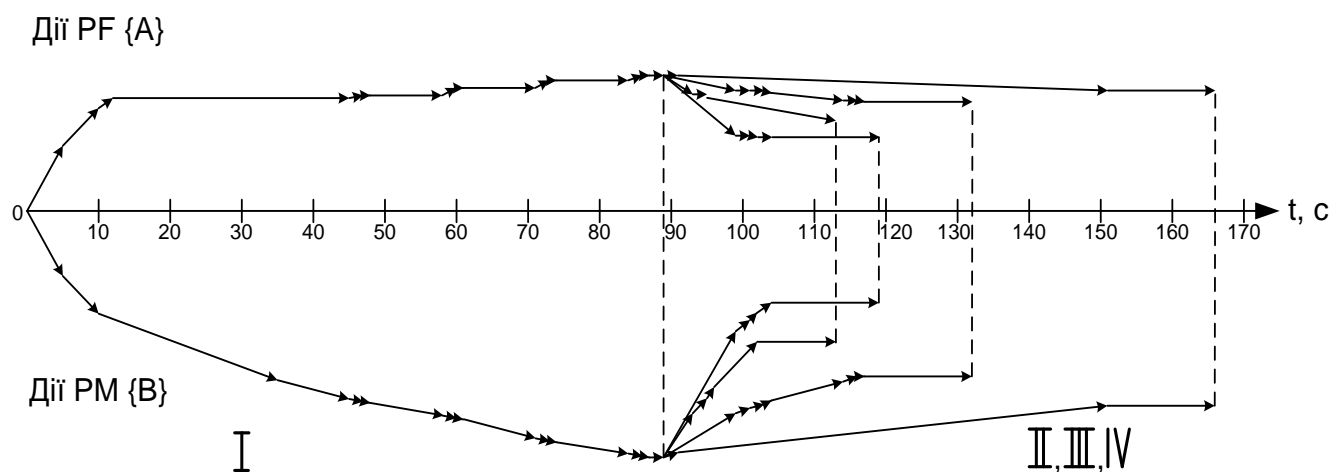


Рис. 2.5. Фрагмент мережевого графіку виконання процедур PF і PM у разі виникнення ОВП – проблем з електропостачанням

За допомогою мережевого планування синхронізовані дії Pilot Flying і Pilot Monitoring, в результаті якого визначений час на керування ПС PF у разі дій PM на етапах парирування ОСП, а саме:

- 1 етап – перевірка аварійних табло, що висвітилися щодо відмови генераторів;
- 2 етап – перевірка електроживлення;
- 3 етап – перевірка навігаційного обладнання;
- 4 етап – аварійна посадка.

Формалізація дій Л-О (пілотів PF і PM) в ОВП за допомогою апарату мережевого планування і управління дозволяє визначитися з оптимальною послідовністю та часом виконання процедур на парирування ОВП. Розроблено методику синхронізації операційних процедур пілотів PF і PM в умовах перехресного моніторингу у разі виникнення ОВП.

Були отримані моделі для моніторингу поточного емоційного стану Л-О і діагностика деформацій емоційного досвіду у вигляді переходів до небезпечних типів діяльності Л-О (розсудливого чи емоційного) в екстремальних ситуаціях та визначення функціональної стійкості Л-О дозволить своєчасно попередити розвиток польотної ситуації в сторону погіршення [5, 12, 13, 14]. Запропонований метод дозволить своєчасно діагностувати та прогнозувати можливі дії людини-оператора в ОСП. Розробка може мати суттєвий інтерес для авіакомпаній, які прагнуть досягти високої якості моніторингу за програмою LOSA («Line operations Safety Audit») і пропонуються для використання в рамках програми аудитів безпеки польотів LOSA з метою створення бази даних дій екіпажів в реальних польотах. Також цей метод також можна застосовувати під час тренажерної підготовки операторів.

Застосування наданих методик в СППР авіаційного оператора при дії в ОБП дасть змогу якісно і кількісно аналізувати позаштатні польотні ситуації з метою підвищення безпеки польотів. В неочікуваних умовах експлуатації ПС процес упорядкування з розвитком польотної ситуації змінюється і має місце динамічна стохастична задача впорядкування дій людини, що приймає рішення в позаштатних польотних ситуаціях, в таких випадках застосовують рефлексивні моделі біполярного вибору в соціотехнічних аеронавігаційних системах.

Отримано авторське свідоцтво на комп'ютерну програму «Decision\_Tree», що призначена для визначення оптимальних рішень в задачах, де має місце обмеженість чи неточність інформації. Ступінь неповноти даних виражається через функцію розподілу ймовірностей випадкової величини (доходи, збитки, ризики тощо) і рішення приймається в умовах стохастичної невизначеності, тобто ризику. У разі багатоетапного прийняття рішень маємо послідовний процес прийняття рішень. Графічно такі процеси зручно представляти за допомогою дерева рішень.

Для запуску програми необхідно вибрати і запустити файл Decision\_Tree.exe.

Після запуску основного файлу програмного забезпечення відкривається головне вікно програми (рис. 2.6).

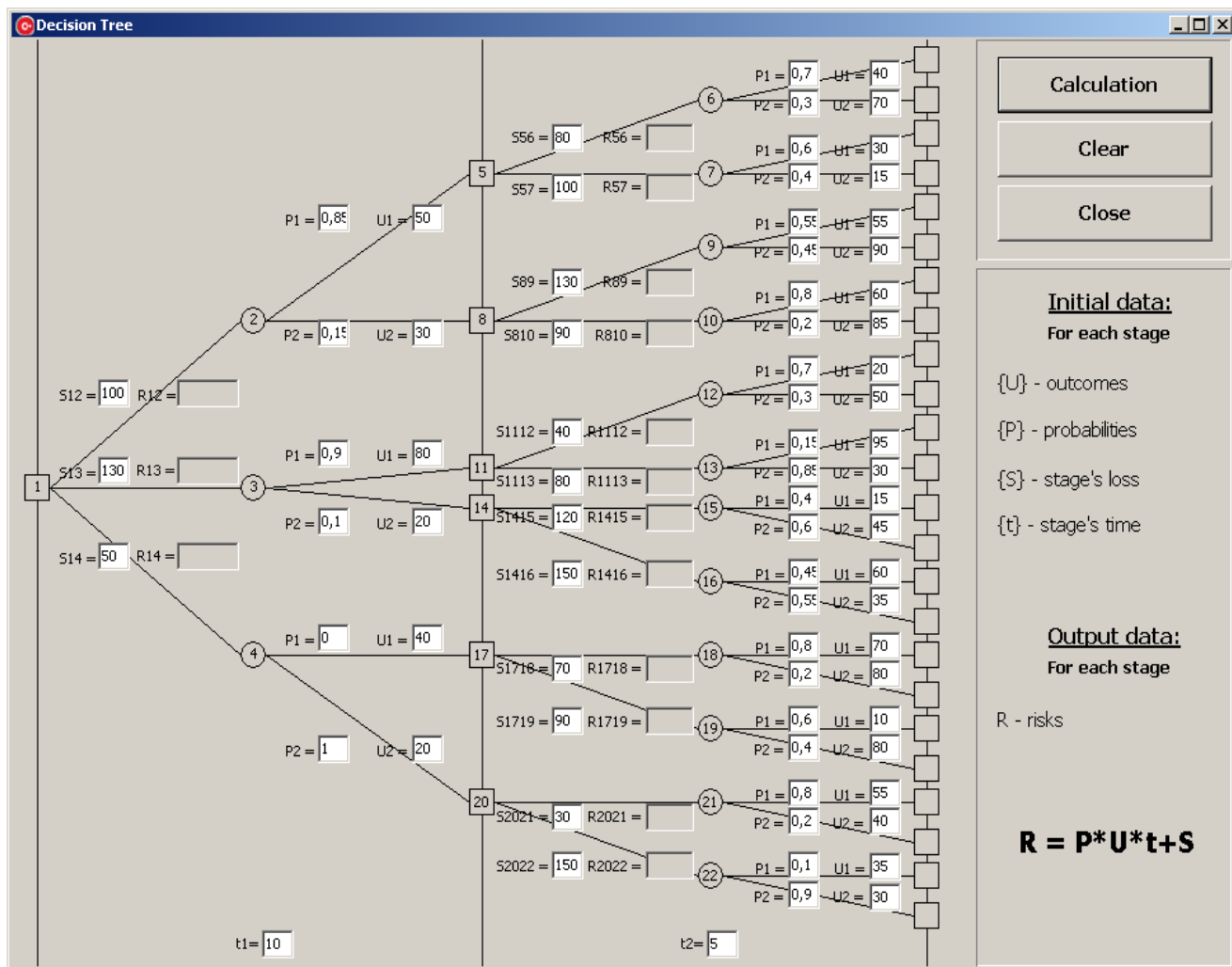


Рис. 2.6. Головне вікно програми «Decision Tree»

Інтерфейс програми складається з вікна на якому розміщені:

- Дерево рішень (рис. 2.7) з полями P, U, S, t білого кольору, для введення даних та полями R сірого кольору, для виведення результатів.

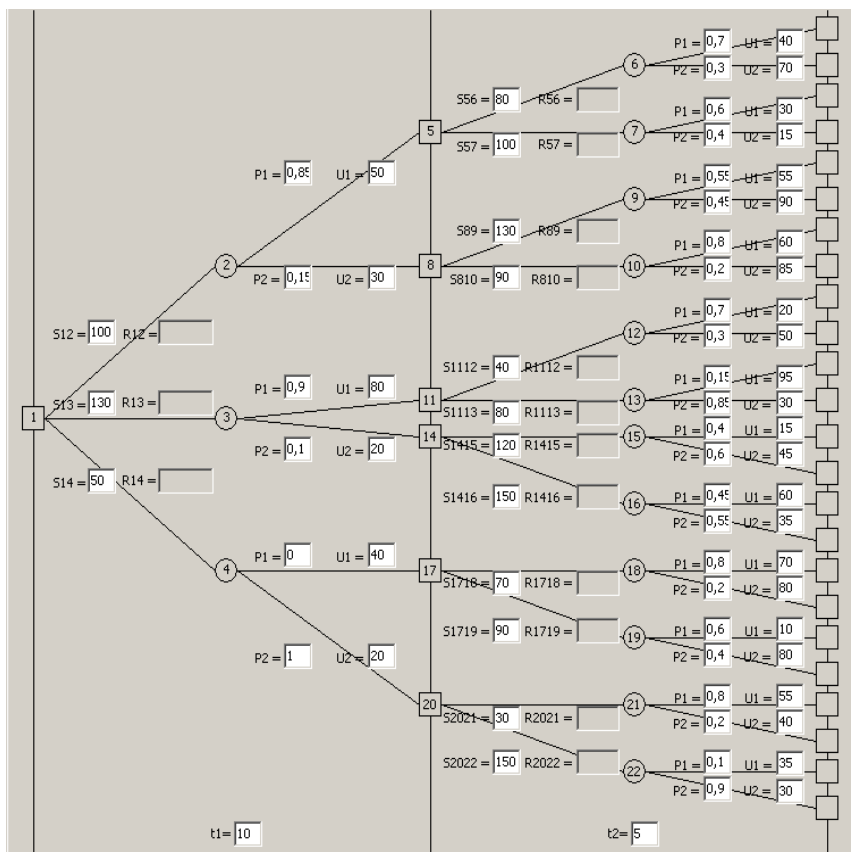


Рис. 2.7. Дерево рішень з полями для введення даних

**Initial data:**  
For each stage

{U} - outcomes  
{P} - probabilities  
{S} - stage's loss  
{t} - stage's time

**Output data:**  
For each stage

R - risks

**$R = P \cdot U \cdot t + S$**

Рис. 2.8. Опис вхідних/вихідних даних та формула

Панель з описом вхідних/вихідних даних для моделювання та формулою для розрахунку ризиків (рис. 2.8), де *вхідні дані*:

- {U} – outcomes – наслідки,
- {P} – probabilities – ймовірності,
- {S} – stage's loss – втрати етапу,
- {t} – stage's time – час етапу,

*Вихідні дані:*

R – risks – ризики, що розраховуються за формулою:

$$R = P \cdot U \cdot t + S;$$

На рис. 2.9 (блок кнопок) маємо:

- «**Calculation**» – кнопка для вибору оптимального рішення, тобто гілки дерева з найменшими ризиками. Результатом натискання цієї кнопки (рис. 2.10) є вибрана гілка з мінімальними ризиками (зафарбовується у зелений колір) та поле з величиною ризиків (також зафарбовується у зелений колір).

- Кнопка «**Clear**» – очистка результатів роботи програми.
- Кнопка «**Close**» – закінчення роботи та закриття вікна програми.

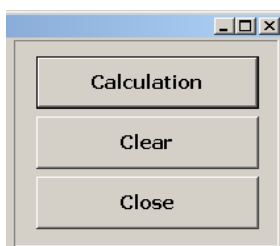


Рис. 2.9. Блок кнопок

За допомогою комп'ютерної програми «Decision\_Tree» можна оцінювати правильність дій оператора у разі прийняття рішень в умовах ризику.

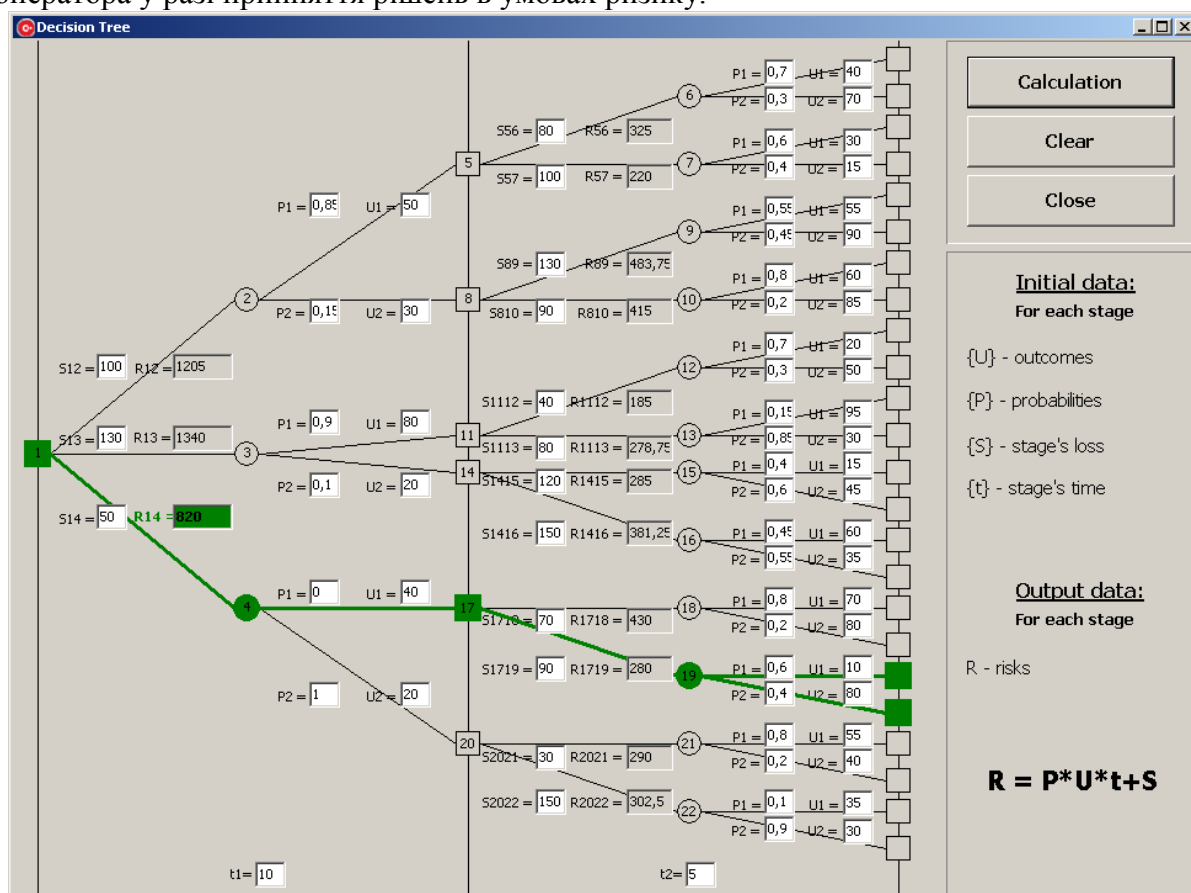


Рис. 2.10. Результат натискання кнопки «Calculation»

Можливе застосування програми при вивченні навчальної дисципліни «Основи теорії прийняття рішень», тема «Прийняття рішень в умовах невизначеності», «Інформатика прийняття рішень».

### **3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЛОТОВАНИМИ І БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ЄДИНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ**

#### **3.1. Методичне забезпечення тренажерної підготовки авіадиспетчерів**

##### **3.1.1. Системні властивості психологічного сприйняття норм ешелонування студентами-операторами керування повітряного руху**

В процесі досліджень проведено аналіз ефективності теоретичної і практичної підготовки операторів ЛА, БПЛА та інженерів, що обслуговують аеронавігаційне обладнання [30 – 45]. Розроблено відповідне методичне забезпечення. Проведено оцінювання психофізіологічних якостей операторів при виконанні професійних задач [46 – 54].

Безпека польотів (БП) спирається на велику низку різноманітних факторів, які включають в себе технічну, погодну, психологічну, комунікативну, нормативну та інші групи. Кожна група факторів впливає на БП по своєму, але згідно представленої ІКАО моделі «SHELL» саме людський елемент («Liveware») є центральною складовою, яка об'єднує усі інші. Таким чином можна стверджувати, що згідно концепції безпеки польотів, запропонованої ІКАО, саме вивчення та попередження загроз зі сторони людського чинника є найбільш актуальним. Більш того, процеси у які залучена людина-оператор переднього краю (диспетчер або член екіпажу), є складні за природою, отже в кожному мить часу кожен елемент, що може бути потенційно небезпечним є комбінацією факторів з різних груп. Проведено експертне оцінювання значущості компонентів моделей ЛФ – моделі «SHELL» і Різона [15, 16].

Серед різноманіття факторів, які можна віднести до психофізіологічних компонентів людського чинника, притаманних авіаційним диспетчерам, нами було обрано рівень домагань (РД) [17, 18] оператора керування повітряним рухом (ОКПР) на характеристиках та показниках професійної діяльності. Оскільки РД вважається одним із фундаментальних структурних утворень особистості, сприяє її адекватній самооцінці та є стабільною індивідуальною якістю особистості. Таким чином РД ОКПР характеризує:

- рівень складності поставлених завдань, вирішення яких є метою майбутніх дій (глобальна ціль);
- вибір суб'єктом мети наступних дій в залежності від переживання результатів попередніх дій (успіх чи невдача);
- бажаний рівень самооцінки особистості.

Для визначення рівня домагань студентів авіаційних диспетчерів було заплановано проведення опитування. Завданням даної роботи є статистичний аналіз даних, отриманих в результаті опитування, який включає в себе перевірку кореляції даних для однакових нормативних відстаней та перевірку узгодженості даних для різних відстаней. Для проведення опитування було залучено 132 студентів диспетчерів 4-го та 5-го курсів Національного авіаційного університету (м. Київ) та Кіровоградської льотної академії (м. Кіровоград) (реально відповіді на даному етапі опитування були дані різною кількістю студентів (від 127 до 129) залежно від норми ешелонування). Кожному студенту було запропоновано, користуючись шкалою [–100, +100], визначити рівень задоволення (бажаності, корисності) континууму норми ешелонування повітряного простору S із кроком у один кілометр. Для відповіді студентам були запропоновані координатні сітки, приклад яких зображено на рис. 3.1.

Кожен з опитуваних ставив точки, що визначали корисність, притаманну на його думку відстаням між літаками. В результаті від кожного опитуваного біло отримано набір даних, що за його думкою характеризував діапазон відстаней між літаками під час порушення норм льотної експлуатації. Усього було взято одинадцять наступних норм ешелонування:

- чотири норми ешелонування із максимумом в 10 кілометрів;
- чотири норми ешелонування із максимумом в 20 кілометрів;
- одна норма ешелонування із максимумом в 8 кілометрів;
- одна норма ешелонування із максимумом в 12 кілометрів;
- одна норма ешелонування із максимумом в 30 кілометрів.

Усі наведені норми стосувалися горизонтального ешелонування, причому дев'ять з них були повздовжні, а дві поперечні (одна із максимумом у 10 км, одна із максимумом у 20 км).



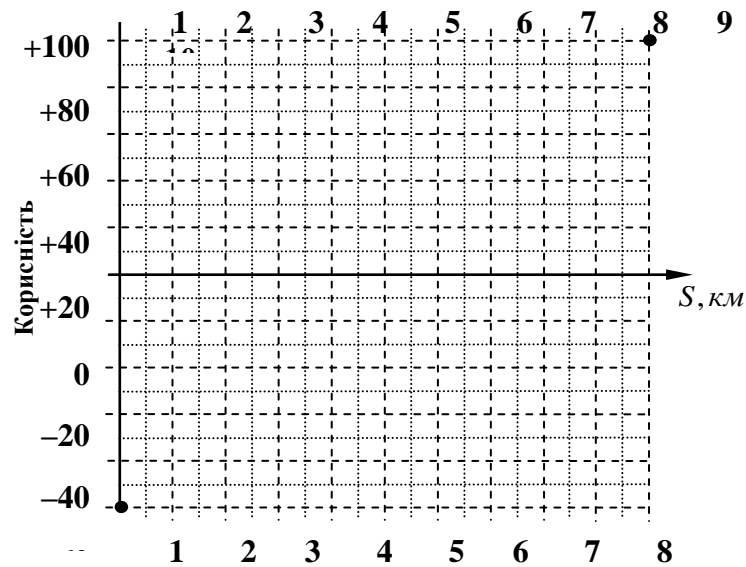


Рис. 3.1. Координатна сітка, що використовувалася для опитування про норми ешелонування із максимумом у 10 кілометрів

Отримані дані по нормах ешелонування, представлених для декількох різних умов виконання польотів ПС зведено у таблицю 3.1 для 10-ти кілометрових норм, та у таблицю 3.2 для 20-ти кілометрових норм. У цих таблицях наведено кількості максимальних приростів рівнів домагань, які було зазначено опитуваними на наданому континуумі. Графічно кількості максимальних приростів рівнів домагань наведено на рис. 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.1. Кількості максимальних приростів рівнів домагань для норм ешелонування  $S=10$  km

Відстань (км.)	Норма ешелонування			
	Перша	Друга	Третя	Четверта
1	1	2	2	2
2	1	3	0	2
3	2	4	6	4
4	4	5	10	1
5	12	13	6	10
6	26	29	19	21
7	13	17	12	13
8	20	10	18	16
9	21	14	19	17
10	27	32	35	42

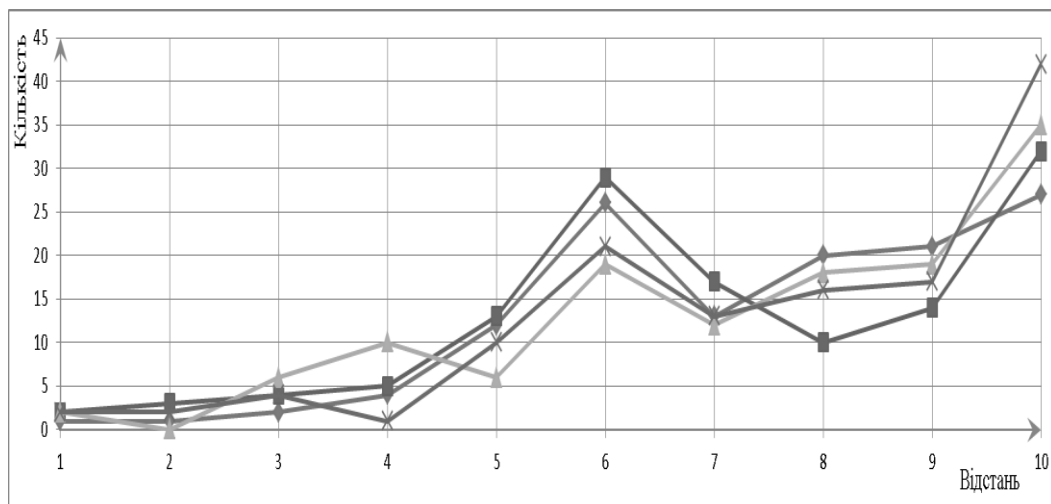


Рис. 3.2. Графіки кількостей максимальних приростів рівнів домагань для норм ешелонування  $S=10$  km (перша норма ешелонування – ромби, друга норма ешелонування – квадрати, третя норма ешелонування – трикутники, четверта норма ешелонування – хрестики)

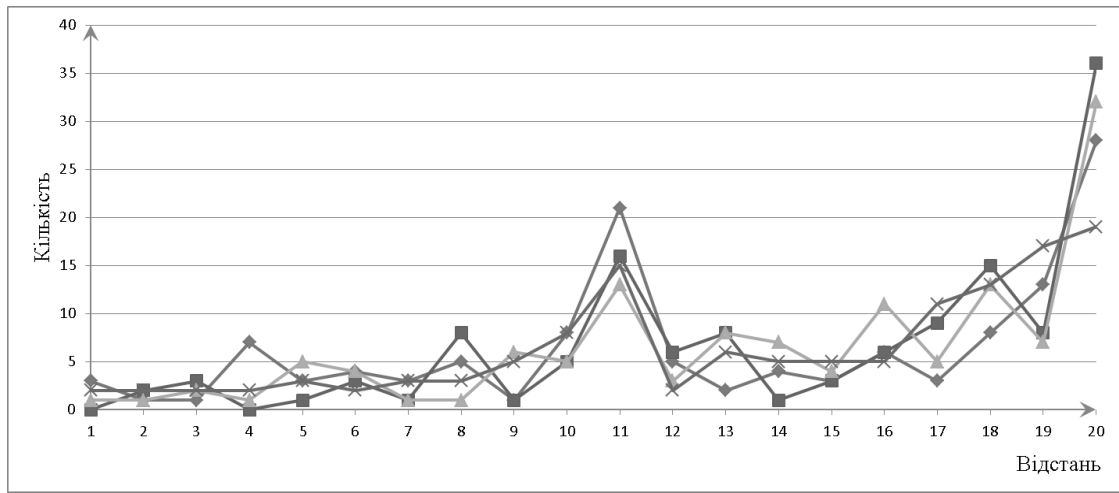


Рис. 3.3. Графіки кількостей максимальних приростів рівнів домагань для норм ешелонування  $S=20$  km (п'ята норма ешелонування – ромби, шоста норма ешелонування – квадрати, сьома норма ешелонування – трикутники, восьма норма ешелонування – хрестики)

Таблиця 3.2. Кількості максимальних приростів рівнів домагань для норм ешелонування  $S=20$  km

Відстань (км.)	Норма ешелонування			
	П'ята	Шоста	Сьома	Восьма
1	3	0	1	2
2	1	2	1	2
3	1	3	2	2
4	7	0	1	2
5	3	1	5	3
6	4	3	4	2
7	3	1	1	3
8	5	8	1	3
9	1	1	6	5
10	8	5	5	8
11	21	16	13	15
12	5	6	3	2
13	2	8	8	6
14	4	1	7	5
15	3	3	4	5
16	6	6	11	5
17	3	9	5	11
18	8	15	13	13
19	13	8	7	17
20	28	36	32	19

Для нормативів ешелонування із однаковим максимальним значенням було проведено кореляційний аналіз. Ряди даних було порівняно по принципу кожний з кожним. Результати кореляційного аналізу для норм ешелонування у 10 та 20 км. наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Коефіцієнти кореляції для пар норм ешелонування у 10 та 20 км

10 км	
Пари норм	Коефіцієнти
1 та 2	0,894171
2 та 3	0,844289
1 та 4	0,945309
2 та 4	0,844289
2 та 4	0,945309
3 та 4	0,945309
Мінімум	0,844289

20 км	
Пари норм	Коефіцієнти
5 та 6	0,863553
5 та 7	0,829755
5 та 8	0,815492
6 та 7	0,917714
6 та 8	0,80565
7 та 8	0,774876
Мінімум	0,774876

Мінімальне статистично-вірогідне значення коефіцієнта кореляції для даної вибірки при рівні значущості 0,0005 дорівнює величині:  $RS \geq 0,2832$ . Отже результати аналізу свідчать, що усі

ряди даних добре корелюють між собою, та по усіх нормах в обох групах існує узгоджена думка опитуваних студентів.

Порівняння усіх одинадцяти рядів даних за допомогою кореляційного аналізу неможливе, оскільки різні ряди мають різну кількість елементів. Отже загальне статистичне порівняння проведемо за допомогою пошуку пропорцій. Оброблені результати опитування, отримані для норм у 8, 12 та 30 км. наведено у таблицях 3.4, 3.5, 3.6.

Таблиця 3.4. Розподіл максимальних приростів корисності для норми у 8 км

№	Відстань між ПС (км.)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількості максимальних приростів рівнів домагань	3	2	5	9	27	18	19	46

Таблиця 3.5. Розподіл максимальних приростів корисності для норми у 12 км

№	Відстань між ПС (км.)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількості максимальних приростів рівнів домагань	1	2	5	1	5	8	20	12	14	11	20	30

Таблиця 3.6. Розподіл максимальних приростів корисності для норми у 30 км

№	Відстань між ПС (км.)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кількості максимальних приростів рівнів домагань	2	2	0	0	0	4	2	0	4	0	1	4	5	2	3
№	Відстань між ПС (км.)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Кількості максимальних приростів рівнів домагань	8	4	4	1	3	4	1	2	5	4	6	5	13	9	31

Для кожного отриманого ряду даних окрім норми у 30 км. існують чітко виражені максимуми: локальний та глобальний. Для норми у 30 км є пікове значення, яке можна вважати локальним максимумом, але воно не так чітко виражене як у інших нормах. Тим не менш його теж можна використати для обрахування. Знайдемо та порівняємо пропорцію між значеннями глобального та локального максимумів для усіх розглянутих норм ешелонування. Усі норми ешелонування у 10 км мають однакові значення локальних та глобальних максимумів. Така сама ситуація спостерігається із значеннями максимумів для норм ешелонування у 20 км. З огляду на це не будемо розрізняти їх під час пошуку пропорцій. Результати обробки наведено у таблиці 3.7 та гістограмою на рис. 3.4.

Таблиця 3.7. Пропорції локального та глобального максимумів для усіх розглянутих норм ешелонування.

№	Нормативна відстань (км.)				
	8	10	12	20	30
Локальний максимум $L$	5	6	7	11	16
Глобальний максимум $G$	8	10	12	20	30
$\left(\frac{L}{G}\right) \cdot 100\%$	62,5%	60%	58,3%	55%	53%

Видно, що усі пропорції значень локальних максимумів та мінімумів лежать в межах (53%; 62,5%). Очевидно, що значення нормативної відстані та пропорцій  $\frac{L}{G}$  пов'язані між собою, однак визначимо глибину такого зв'язку. Кореляційний аналіз між нормативними відстанями та пропорціями  $\frac{L}{G}$  дає значення -0,9508. При вже відомому статистично-вірогідному значення для даної вибірки  $RS \geq 0,2832$ , що вказує на високий рівень оберненого зв'язку між ними.

Згідно отриманих результатів можна стверджувати, що норми ешелонування, які використовуються на даний момент, сприймаються студентами як узгоджена система. Про це

свідчать високі коефіцієнти кореляції для пар норм ешелонування із однаковими максимальними відстанями. Так само, про добре розуміння та сприйняття студентами норм ешелонування та їх властивостей свідчать наявності двох максимумів на усіх нормах ешелонування.

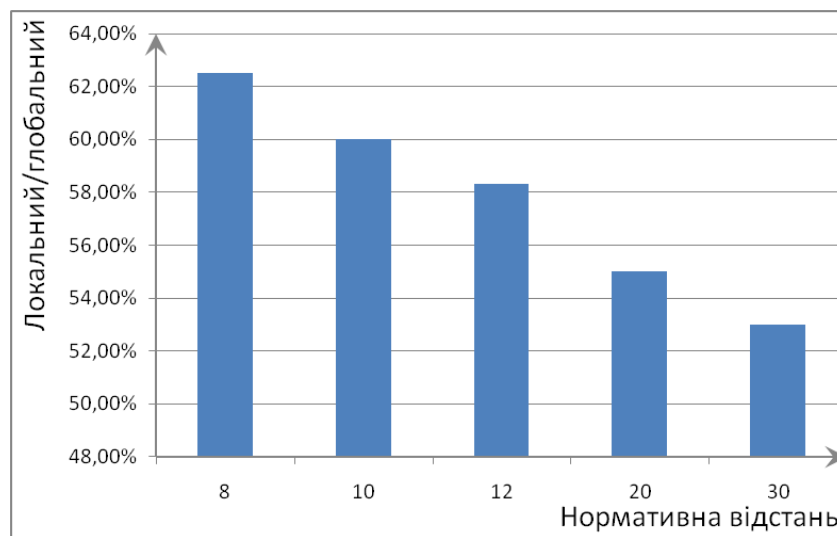


Рис. 3.4. Гістограма відношень локальних максимумів до глобальних для усіх розглянутих нормативних відстаней

Наявність двох максимумів та співвідношення їх значень між собою для норм ешелонування із різною максимальною відстанню свідчить про існування закономірності, яку слід враховувати для керування повітряним рухом, що включає одночасно ЛА та БПЛА. Збільшення  $\left(\frac{L}{G}\right) \cdot 100\%$  із зменшенням нормативної відстані має бути враховане при формування норм ешелонування для комплексного повітряного руху із ЛА та БПЛА.

За допомогою експертного опитування щодо складності диспетчерських зон CTR, СТА, ТМА були отримані кількісні показники складності відповідних зон [19]. Отримані значення вагових коефіцієнтів (рис. 3.5) застосовуються в автоматизованій системі оцінювання етапу перед тренажерного навчання в тренажерній підготовці авіадиспетчера:

$$Q_{jl} = \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^L w_j q_l,$$

Таблиця 3.8 Вагові коефіцієнти значущості зон УПР

№	Zones	$R_{i\text{rg}}$	$C_j$	$w_i$
1.	CTR	2,642857	1,122225	0,3229547
2.	TMA	1,142857143	1,212288	0,348873
3.	СТА	2,214285714	1,140355259	0,328172

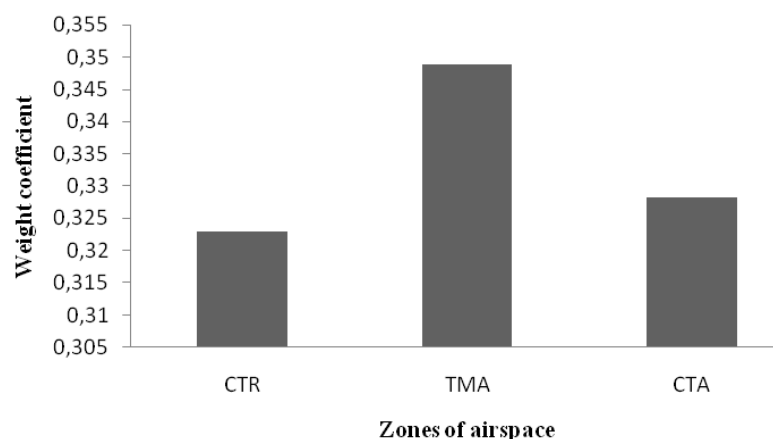


Рис. 3.5. Графічна інтерпретація вагових коефіцієнтів значущості зон УПР – CTR, TMA та СТА.

### 3.1.2. Вправи для тренажерної підготовки авіадиспетчерів

Розроблено вправи (12 вправ) для підготовки авіадиспетчерів на комплексному тренажері [20-24], наприклад:

**Вправа №11 Давати вказівку по встановленню коду ВОРЛ та видавати екіпажу умови польоту до запасного аеродрому.**

**Метод навчання:** SIMUL

**Темп навчання:** RSTD

**Медіа засіб:** Тренажер РТТ

**Час вправи:** 45 хв.

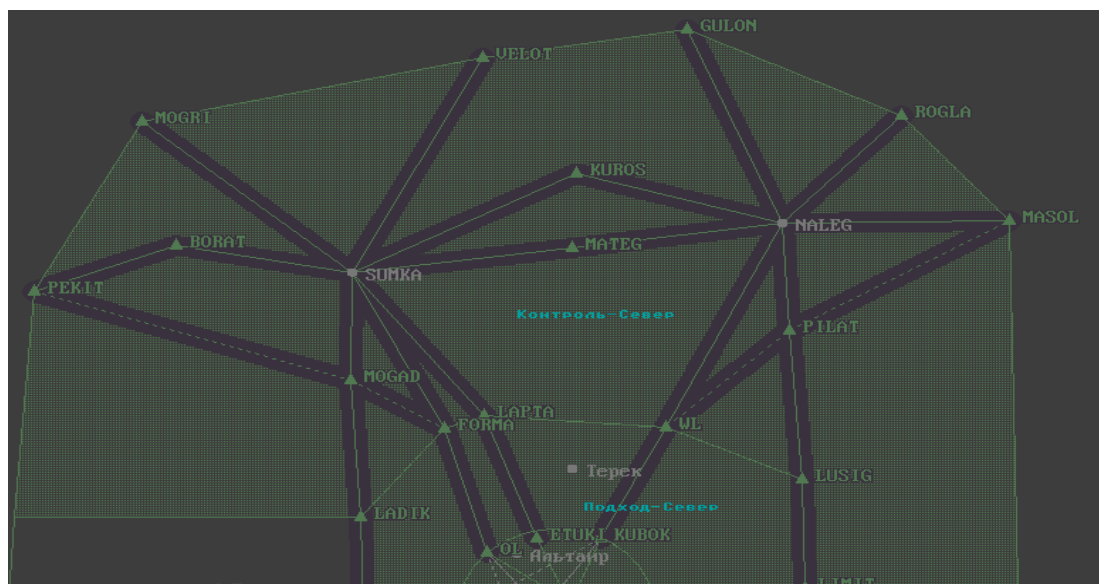
**Кількість ПС:** 12

**Основні задачі:**

- Здійснювати радіолокаційний моніторинг зони відповідальності;
- Здійснювати радіообмін з екіпажем ПС використовуючи стандартну фразеологію радіообміну;
- Інформувати ПС про метеорологічні ситуацію на аеродромі прибуття;
- Давати вказівку по встановленню коду ВОРЛ;
- Видавати екіпажу умови польоту до запасного аеродрому.

**Призначення:**

Відпрацьовуються навички та фразеологію при видачі вказівки по встановленню коду ВОРЛ та видавати екіпажу умови польоту до запасного аеродрому.



**Короткий опис:**

В цій вправі ми використовуємо сектор контроль південь зони Харків учбовий. У вправі треба видати інформацію тільки одному ПС.

**Вправа №12 Застосовувати ешелонування за турбулентністю у сліді.**

**Метод навчання:** SIMUL

**Темп навчання:** RSTD

**Медіа засіб:** Тренажер РТТ

**Час вправи:** 45 хв.

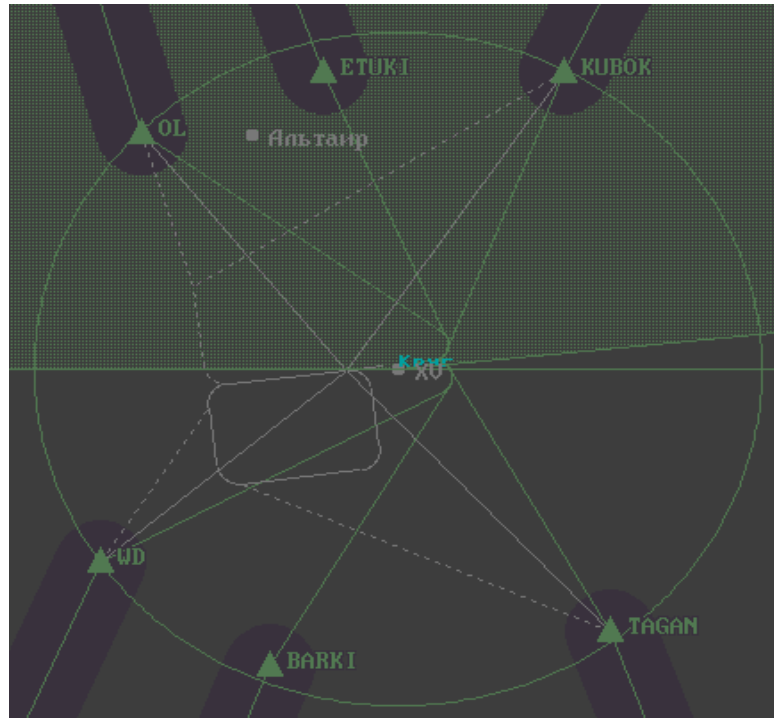
**Кількість ПС:** 12

**Основні задачі:**

- Здійснювати радіолокаційний моніторинг зони відповідальності;
- Здійснювати радіообмін з екіпажем ПС використовуючи стандартну фразеологію радіообміну;
- Застосовувати ешелонування за турбулентністю у сліді.

**Призначення:**

Відпрацьовуються навички та фразеологію при застосовуванні ешелонування за турбулентністю у сліді.



**Короткий опис:**

В цій вправі ми використовуємо сектор нижній підхід зони Харків учбовий. Інструкції Адміністратора Диспетчерського тренажера у Додатку 6.

**3.2. Методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів безпілотних літальних апаратів**

В теперішній час в Аеронавігаційній системі України актуальною проблемою є повна інтеграція Безпілотних авіаційних систем (БАС) в контур організації повітряного руху (аспекти застосування процедур обслуговування повітряного руху та апаратної сумісності протоколів та обладнання БАС з наявною інфраструктурою, тощо). Важливими є питання підготовки персоналу – операторів безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Для вирішення цього питання на кафедрі Аеронавігаційних систем Національного авіаційного університету розпочато підготовку фахівців за кваліфікацією «Оператор наземних засобів керування безпілотним літальним апаратом» (Рис. 1). В рамках теоретичної підготовки вивчаються дисципліни «Забезпечення польотів безпілотних літальних апаратів», «Системи автоматичного керування польотом безпілотних літальних апаратів», «Принципи польоту і конструкція безпілотних літальних апаратів» та інші. Разом з тим, в навчальній лабораторії «Безпілотних авіаційних систем» підготовлено апаратно-програмні засоби для забезпечення практичної підготовки фахівців.

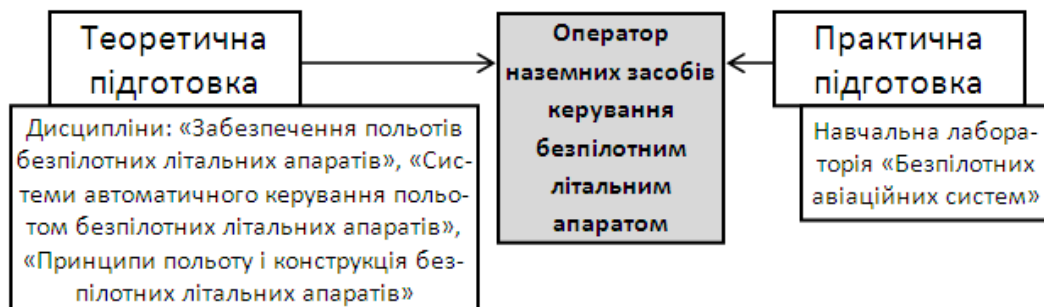


Рис. 3.6. Організація підготовки фахівців за кваліфікацією «Оператор наземних засобів керування безпілотним літальним апаратом» на кафедрі АНС НАУ

Одним із прикладних питань, що вивчається на лабораторних заняттях в навчальній лабораторії «Безпілотних авіаційних систем», є передполітна підготовка БПЛА. Для підготовки БПЛА до польоту необхідно налагодити зв'язок між компонентами системи (під'єднати кабелі, установити канал техобслуговування, перевірити сигнал прийому, тощо), провести тестування

системи та оглянути БПЛА на справність фюзеляжу і крил, їх кріплення, перевірити сервоприводи та амортизатори. Передполітна підготовка БПЛА проводиться в день польоту і передбачає виконання наступних робіт: уточнення польотного завдання, вивчення метеобстановки, узгодження дій, складання польотного завдання, переміщення в район робіт, тощо. Заключним етапом є прийняття рішення на виліт.

Розроблено методичні вказівки для підготовки операторів БПЛА (Додаток 7) для освоєння навиків з наступних видів підготовки: попередня підготовка та передполітна підготовка. Отримано математичні моделі управління групою БПЛА [26 – 28]. Безпілотні авіаційні системи комплекс безпілотної системи який складається з безпілотних літальних апаратів, пульта наземного управління, терміналу наземного каналу зв'язку. Робоче місце оператора БАС на рис.3.6.

Передполітна підготовка БПЛА BIRD EYE 400:

1. Установка першочергового зв'язку.
2. Ініціювання тестування системи.
3. Огляд БПЛА.
4. Щоденний та щотижневий огляд БПЛА BIRD EYE 400.

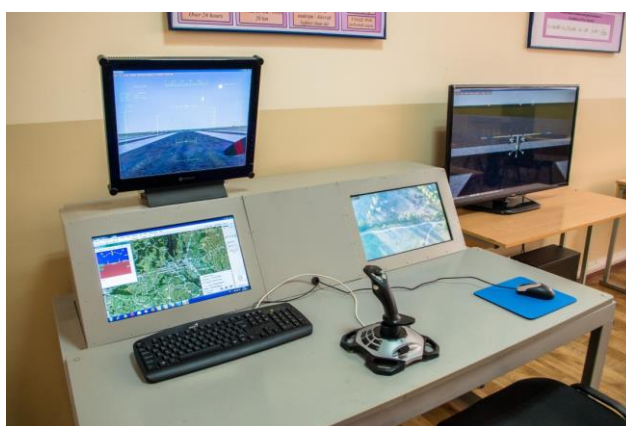


Рис. 3.7. Передполітна підготовка БПЛА

### **3.3. Методичне забезпечення тренажерної підготовки інженерів з систем аеронавігаційного обслуговування**

#### **3.3.1. Високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк**

За даними Державного підприємства обслуговування повітряного руху України «Укראерорух» в Україні експлуатується навігаційна інфраструктура (Додаток 8) [29].

Розроблено методичні вказівки для підготовки фахівців з обслуговування аеронавігаційних систем при вивченні навігаційного обладнання:

- обслуговування високочастотного усебічно направлено азимутального радіомаяка);
- обслуговування далекомірного УВЧ-обладнання (DME – distance measuring equipment).

*Призначення.* Високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк (VOR) дозволяє пілотові визначити напрямок руху літака, тобто отримати інформацію про азимут, що дозволяє здійснювати політ за заздалегідь обраним курсом від одного радіомаяка VOR до іншого. На борту літака після оброблення сигналів радіомаяка VOR бортовий приймач поряд з індикацією поточного значення азимута забезпечує індикацію додаткової інформації, яка вказує на те, де точно перебуває літак та летить літак до радіомаяка або від нього [16]. За сигналами радіомаяка можливо також визначити місцеположення літака шляхом перетину двох ліній положення, які можна отримати перемиканням бортового приймача послідовно на частоти двох радіомаяків VOR.

*Принцип дії.* VOR працює в діапазоні частот 111,975-117,975 МГц, за винятком того, що можуть використовуватись частоти в діапазоні 108-111,975 МГц та мають дальність дії до 300 км. На рис. 3.8 зображено VOR система сумісна з DME системою.





Рис. 3.8. VOR система сумісна з DME системою

Радіочастотний сигнал, що випромінюється VOR модулюється двома 30 Гц синусоїдальними сигналами. Обидва 30 Гц сигнали мають певне фазове співвідношення, яке залежить від напрямку, з якого приймається сигнал. Фазове співвідношення збігається з географічним кутом між Північчю та напрямком на літак по відношенню до наземного радіомаяка (азимут).

Одна з цих моделюючих частот є такою, що її фаза не залежить від азимута точки спостереження (опорна фаза). Інша моделююча частота є такою, що її фаза в точці спостереження (змінна фаза) відрізняється від опорної фази першої моделюючої частоти на величину кута, рівну пеленгу точки спостереження по відношенню до місцеположення VOR. Моделюючи частоти з опорною і змінною фазами знаходяться у фазі уздовж опорного магнітного меридіана, що проходить через точку розташування радіомаяка. Опорний сигнал і змінний сигнал модулюється по-різному.

Частота опорного сигналу модулюється під несучою частотою  $f_0 \pm 9960$  Гц з частотним зсувом  $\pm 480$  Гц. Піднесуча потім випромінюється у вигляді амплітудної модуляції несучої  $f_0$  з 30% глибиною модуляції від горизонтально поляризованої антени з круговою діаграмою спрямованості. Крім того,  $f_0$  несуча модулюється з ідентифікаційним кодом (1020 Гц), а також з голосовим кодом (300 ... 3000 Гц).

Змінний сигнал випромінюється двома схрещеними диполями, які формують діаграму направленості антенної системи у вигляді вісімки (рис. 3.9). Схрещені диполі приймають бічні сигнали від двох бічних передавачів з різницею фази в  $90^\circ$ . При цьому амплітуда сигналів однієї пари (Пн-Пд) живиться за законом  $\sin \Omega t$ , а інша пара (Сх-Зх) живиться за законом  $\cos \Omega t$  [18, 16]:

$$U_A = U_m m \sin(\Omega t + \varphi) \sin \omega_0 t; U_B = U_m m \cos(\Omega t + \varphi) \sin \omega_0 t.$$

Таким чином, у просторі формується сумарна діаграма направленості, яка обертається в горизонтальній площині з частотою обертання 30 об/с (30 Гц). З урахуванням діаграми направленості (рис. 3.9) амплітуда випромінюваних сигналів антен  $A$  і  $B$  має вигляд

$$e_A = E_{mv} m \cos \theta \cos \Omega_{30} t \cos \omega_0 t; e_B = E_{mv} m \sin \theta \sin \Omega_{30} t \cos \omega_0 t.$$

У просторі формується сигнал змінної фази:

$$e_{3\Phi} = e_A + e_B = E_{mv} m (\cos \Omega_{30} t \cos \theta + \sin \Omega_{30} t \sin \theta) \cos \omega_0 t.$$

Згідно з правилом сум косинусів сигнал змінної фази  $\varphi_A$  набуває вигляду:

$$e_{3\Phi} = E_{mA} \cos(\Omega_{30} t - \theta) \cos \omega_0 t = E_{mA} \cos(\Omega_{30} t - \varphi_A) \cos \omega_0 t,$$

де  $e_A$  – коливання змінної фази;  $\Omega = 30$  Гц – кутова частота сигналів модуляції;  $\varphi_A$  – фаза сигналу модуляції високочастотних коливань несучої з інформацією про азимут;  $\omega_0$  – кутова частота високочастотних коливань у діапазоні  $\omega_0 = (108 - 112)$  МГц.



Беручи до уваги, що інформація про азимут закладена у фазі змінного високочастотного сигналу, для спрощення процедури розділення обох сигналів на виході приймача бортового обладнання та для формування амплітудно-модульованих коливань опорного сигналу постійної фази використовують піднесучу  $\omega_{\Pi} = 9960$  Гц – частотно-модульовану низькочастотним  $\Omega_{30}$  сигналом з індексом частотної модуляції  $m_{\text{ЧМ}}$  [18]:

$$e_0 = E_{m0} \{1 + m \cos[\omega_{\Pi} t + m_{\text{ЧМ}} \cos(\Omega t - \varphi_0)]\} \cos \omega_0 t .$$

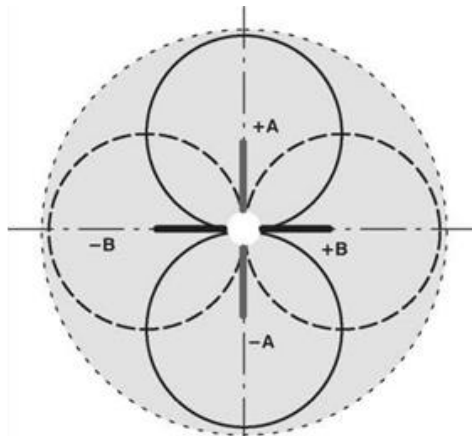


Рис. 3.9. Діаграма направленості антенної системи

Випромінювання VOR є поляризованим в горизонтальній площині. Вертикально поляризована складова випромінювання є гранично малою.

Фазові співвідношення між опорним сигналом і змінним сигналом: при куті азимуту  $0^\circ$  (північ), фазовий кут між двома сигналами  $0^\circ$ . На півдні (азимут =  $180^\circ$ ) кут фази рівний  $180^\circ$ , на сході (азимут =  $90^\circ$ ) кут фази рівний  $90^\circ$ , а на заході (азимут =  $270^\circ$ ) кут фази рівний  $270^\circ$ . Лінія позиції уздовж якої азимутальний кут залишається постійним в радіальному напрямку до VOR маяка (рис. 3.10).

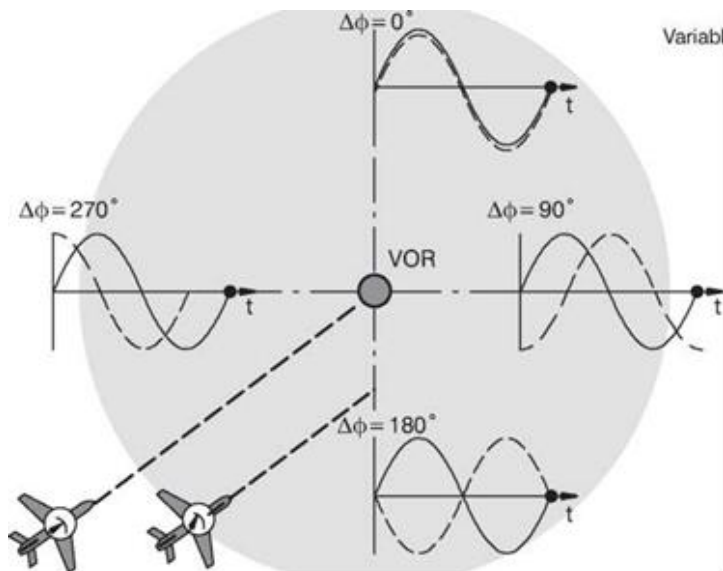


Рис. 3.10. Фазові кути в різних напрямках

Таким чином, фазовий метод визначення навігаційного параметра полягає у формуванні опорного та азимутального сигналів, різниця фаз яких залежить від точки приймання у горизонтальній площині, тобто

$$\Delta \varphi_A = \varphi_A - \varphi_0 ,$$

де  $\Delta \varphi_A$  – різниця фаз сигналів, отриманих у точці приймання;  $\varphi_A, \varphi_0$  – значення фаз азимутального та опорного сигналів у точці приймання відповідно.

Сучасний радіомаяк VOR формує та випромінює складну сукупність сигналів азимутального, опорного та розпізнавання. Крім того, в радіомаяку передбачено можливість

передачі на борт ПК мовного сигналу. В технічній документації до радіомаяка *VOR* азимутальні та опорні сигнали позначено відповідно «сигнали бокових частот» і «сигнали несучої частоти», що означає відсутність у випромінюваному азимутальному сигналі несучої частоти та наявність повного спектра частот в опорному сигналі.

Для формування та випромінювання сигналів до складу стандартного радіомаяка типу *VOR* (рис. 3.11, *а*) входять передатчик, антенна система та система контролю (монітор).

У бортовій апаратурі (рис. 3.11, *б*) на виході приймача відокремлюються продетектовані сигнали частотами 30 і 9960 Гц. Після частотного детектування сигналів постійної фази обидва синусоїдні сигнали частотою 30 Гц порівнюються за фазою у фазовому детекторі, вихідна напруга якого  $U(A)$  буде пропорційна значенню азимута літака.

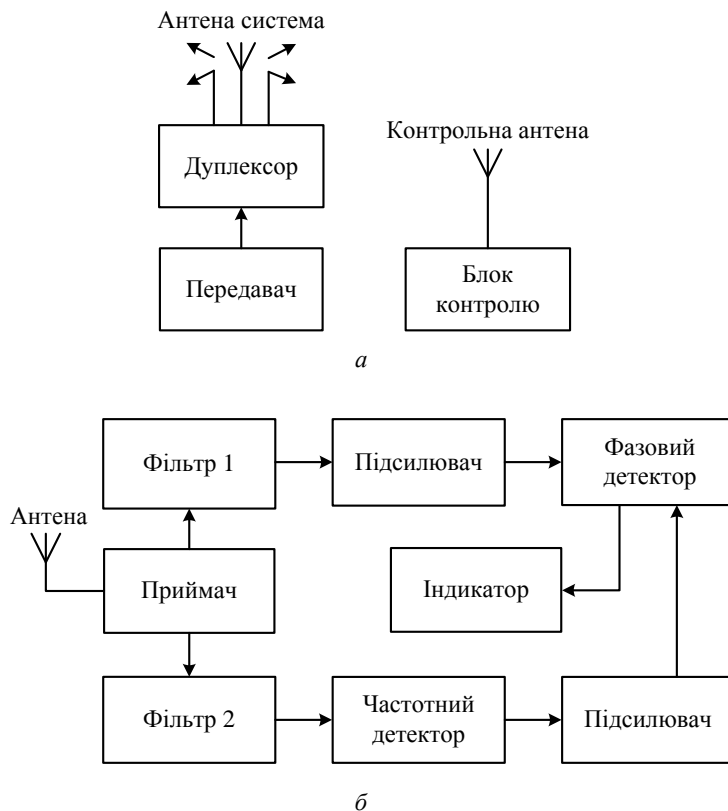


Рис. 3.11. Наземна та бортова апаратура *VOR*:  
*а* – наземна апаратура *VOR*; *б* – бортова апаратура *VOR*

У радіомаяках типу *VOR* інформація про навігаційний параметр  $A$  міститься у фазі амплітудно-модульованих коливань, що не дозволяє підвищувати точність визначення азимута внаслідок значного впливу на форму інформаційного сигналу різних завад, які відбиті та перевідбиті від земної поверхні й інших цілей, що перебувають у зоні дії радіомаяка. Для зменшення впливу перевідбиття використовують радіомаяки, які отримали назву доплерівських *VOR* (*DVOR*).

Принцип дії *DVOR* полягає у створенні діаграми направленості, яка обертається з частотою обертання 30 об/с, за рахунок чого створюється ефект Доплера, тобто джерело інформації наближається або віддаляється від точки приймання. Іноді такі радіомаяки називають псевдодоплерівськими.

Якщо антену обертати по колу радіусом  $R$  та частотою обертання  $\Omega_{30} = 30$  Гц (рис. 3.12), то в точці приймання внаслідок ефекту Доплера значення частоти випромінювання буде змінюватися.

Обертання діаграми направленості антени радіомаяка в цьому випадку імітує наближення й віддалення джерела випромінюваних сигналів. У результаті у нижній бічній смузі частота підвищується через наближення джерела випромінювання до точки приймання, а у верхній бічній смузі зменшується внаслідок віддалення.

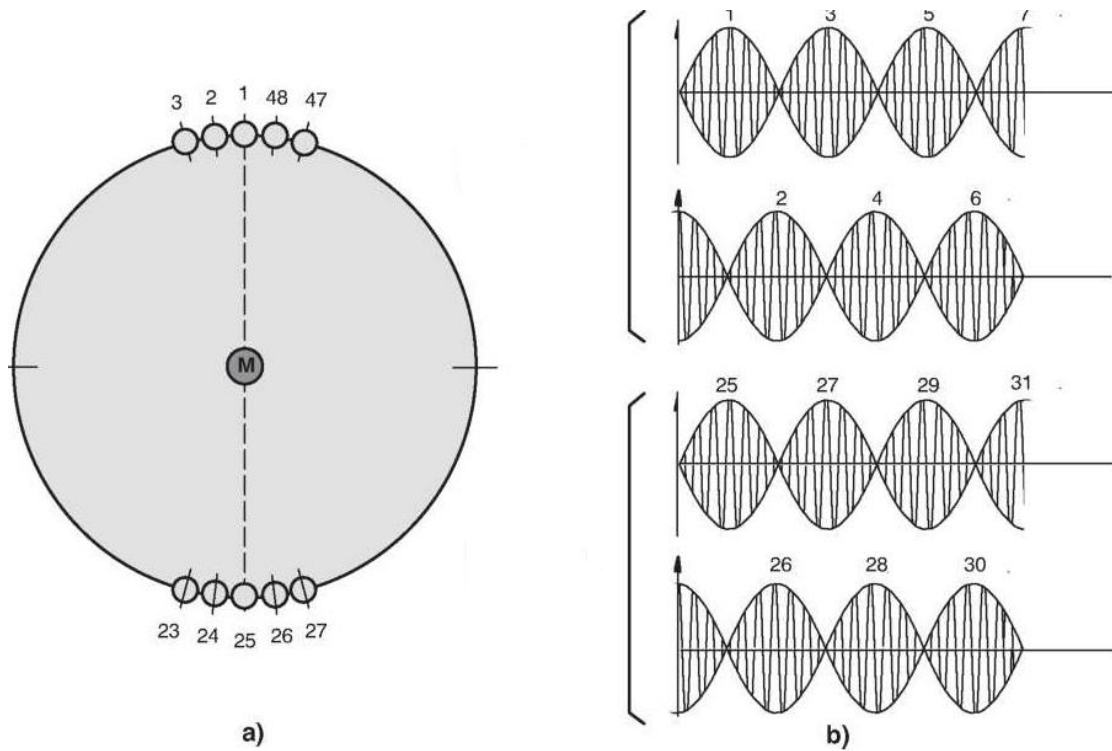


Рис. 3.12. а) включення антен DVOR , б) генерування сигналів у DVOR

Для визначення значення  $F_D$ , тобто зміну частоти випромінюваних сигналів, зумовлену обертанням антени використовуємо формулу:  $F_D = \frac{V_R}{\lambda}$ , де  $V_R$  – проекція миттєвої швидкості  $V$  на напрямок випромінювання до точки приймання;  $\lambda$  – довжина хвилі випромінюваного сигналу.

Якщо дві діаметрально протилежні обертові антени, випромінюють сигнали бічних частот  $f_0 \pm f_{\Pi}$  і рухаються по колу проти годинникової стрілки, то тим самим задовольняються умови для отримання частотно-модульованого сигналу (метод двох бічних частот).

Для здійснення цього в передавачі роздільно формуються дві бічні частоти  $f_{\Sigma} = f_0 + f_{\Pi}$  та  $f_{\Delta} = f_0 - f_{\Pi}$ , які випромінюються обертовими антенами. У точку приймання  $M$  сигнали, випромінювані антенами потрапляють із затримкою  $t_D = \frac{D(t)}{c}$ . При цьому за рахунок ефекту Доплера зі зменшенням верхньої бічної частоти  $f_{\Sigma}$  нижня бічна частота  $f_{\Delta}$  збільшується і навпаки. Нехай антена  $B$  перебуває у верхній півсфері, а антена  $H$  – у нижній, тоді на вхід приймача випромнені сигнали надходять із відповідним зсувом частоти:

$$e_{\Pi P} = E_m \cos(\omega_{\Sigma} t - \omega_{\Sigma} t_D) + E_m \cos(\omega_{\Delta} t - \omega_{\Delta} t_D).$$

Сума сигналів, отриманих від антен  $H$  і  $B$ , формує сигнал змінної фази DVOR:

$$e_{3,\Phi} = e_{\Delta} + e_{\Sigma} = E_m [\cos(\omega_{\Delta} t + \omega_D) + \cos(\omega_{\Sigma} t - \omega_D)].$$

Використовуючи властивість суми косинусів отримаємо:

$$e_{3,\Phi} = E_m \left[ 2 \cos \frac{(\omega_0 t - \omega_{\Pi} t + \omega_D) + (\omega_0 t + \omega_{\Pi} t - \omega_D)}{2} \times \right. \\ \left. \times \cos \frac{(\omega_0 t - \omega_{\Pi} t + \omega_D) - (\omega_0 t + \omega_{\Pi} t - \omega_D)}{2} \right].$$

Після скорочень отримаємо

$$e_{3,\Phi} = 2E_m \cos \omega_0 t \cos -(\omega_{\Pi} t + \omega_D) = E_m \cos(\omega_{30} t + \omega_A) \cos \omega_0 t.$$

Азимутальний сигнал у будь-якій точці простору в зоні дії радіомаяка можна описати так:

$$e_A = e_{\text{зф}} = E_{mv} \cos[\omega_{\Pi} t + m_{\text{чМ}} \sin(\Omega_{30} t + \varphi_A)] \cos \omega_0 t,$$

де  $m_{\text{чМ}} = \frac{\pi D}{\lambda} F_{30}$  – індекс частотно-модульованої несучої частоти.

Опорний сигнал (постійної фази  $f_0$ ), тобто сигнал, фаза коливань якого не залежить від напрямку приймання, має вигляд:

$$e_0 = e_{\text{п.ф}} = E_m (1 + m \sin(\Omega_{30} t + \varphi_0)) \cos \omega_0 t.$$

У точках приймання  $e_{\text{ПР}} = e_0 + e_A$ :

$$e_{\text{ПР}} = E_m \{1 + m_{\Pi} \cos[\omega_{\Pi} t + m_{FM} \sin(\Omega_{30} t + \varphi_A) + m \sin(\Omega_{30} t + \varphi_0)]\} \cos \omega_0 t.$$

Таким чином, інформація про значення навігаційного параметра міститься у фазі частотно-модульованих коливань, що зумовлює зменшення впливу перевідбиття на точність вимірювання. При цьому забезпечується такий спектр випромінюваних *DVOR* сигналів, який відповідав спектру стандартних кутомірних радіомаяків *VOR*.

У сучасних *DVOR* ефект обертання діаграми направленості азимутальної антени з кутовою частотою  $\Omega = 30$  Гц досягається перекомутацією 25 пар вібраторів, рівномірно розміщених по колу (частота комутації  $25 \times 30 = 750$  Гц (рис. 3.13).

Для отримання девіації частоти  $F_d$  та формування частотно-модульованих коливань вібратори, які діаметрально розміщені по колу, живляться сигналами бокових частот  $f_0 + 9960$  Гц та  $f_0 - 9960$  Гц відповідно.

Через центральну антену випромінюється опорний сигнал. Таким чином, у сумарних сигналах *VOR* та *DVOR* створюється сигнали змінної та постійної фаз із сумарними спектрами частот, що дозволяє обробляти їх одним бортовим обладнанням, де відповідні канали обробки сигналів опорної та азимутальної антен міняються місцями.

### 3.3.2. Далекомірне УВЧ-обладнання

*Призначення.* Система DME передбачає безперервну і точну індикацію в кабіні пілота похилої дальності відповідним чином обладнаного повітряного судна від контрольної точки наземної установки даного засобу. В свою чергу система DME складається з двох основних компонентів, бортового і наземного. Бортовий компонент називається радіопередавач-запитувач, а наземний – радіопередавач-відповідач.

Під час функціонування запитувачів запитують радіопередавачі-відповідачі, які, в свою чергу, передають запитувачам відповіді, синхронізовані з запитом, забезпечуючи таким чином засіб точного вимірювання відстані. В основу побудови далекомірних радіомаяків, зокрема радіомаяків типу *DME*, покладено принцип радіолокації з активною відповіддю типу «запит – відповідь». Радіомаяки типу *DME* дають змогу визначати поточні значення відстані на борту ПК до місця установлення радіомаяка з точністю до  $\pm 15$  м. Вони, як і радіомаяки *VOR* (*DVOR*), побудовані за прогресивними технологіями (формування, оброблення сигналів) і сучасними технологіями виготовлення конструкції апаратури [18].

*Принцип дії.* Бортовий радіопередавач-запитувач посилає кодовані сигнали у фіксовані моменти часу  $t_1$  (рис. 3.14, а). Запитальні сигнали бортового радіопередавача приймаються, декодуються приймачем наземного далекомірного радіомаяка, який формує кодовані сигнали відповіді, та передаються через антену. У бортовому обладнанні у моменти  $t_2$  отримання сигналів відповіді обчислюється різниця часу:  $\Delta t_d = t_2 - t_1$ .

З урахуванням сталості значення швидкості поширення радіохвиль  $c$  вимірювач бортового обладнання може бути градуйований в одиницях відстані, оскільки в цьому випадку похила відстань між літаком та далекомірним радіомаяком обчислюють за виразом:  $d = c \Delta t / 2$ .

Передавач бортового обладнання *DME* випромінює кодовані пари імпульсів запиту з довільною частотою повторення (табл. 3.8). Сигнали запиту приймає наземний відповідач і передає сигнали відповіді, затримані на 50 мс, у вигляді кодованих пар імпульсів, які синхронізовані з імпульсами запиту, на новій радіочастоті, що відрізняється на 63 МГц від частоти запиту (рис. 3.14, б).

Ефективність відповіді (відсоток відповідей відповідача за певних умов завантаження запитами) дорівнює щонайменше 70% від швидкості запиту 3800 пар імпульсів за секунду або 60% (50% – канал *Y*), коли швидкість запитів зростає до 8000 (9600 – канал *Y*) пар імпульсів за секунду.

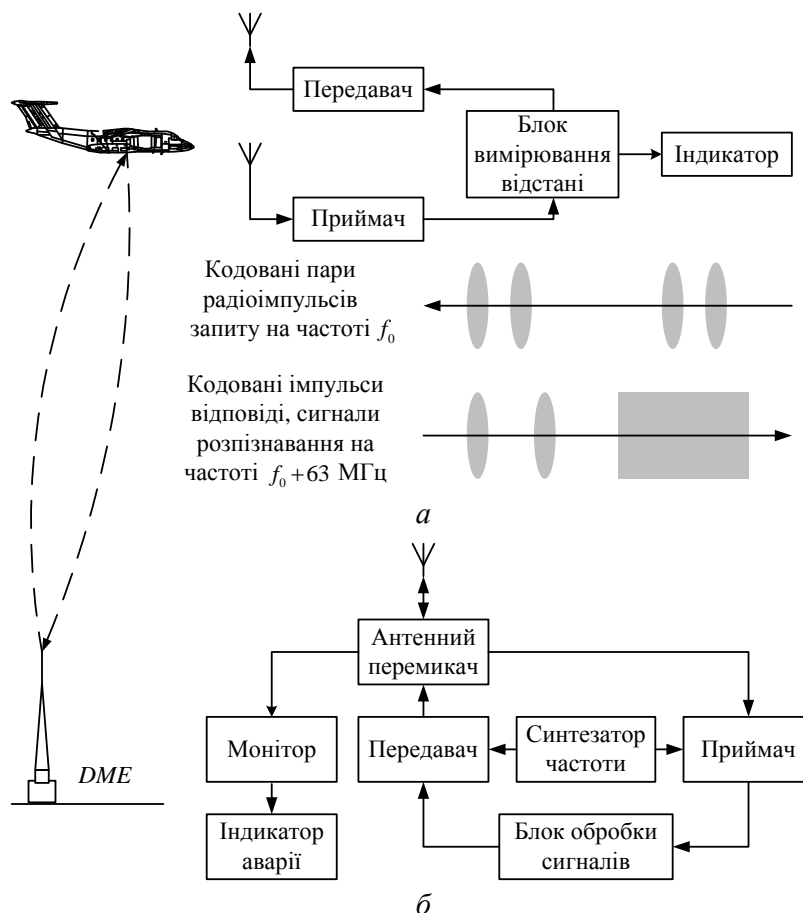


Рис. 3.14. Принцип дії радіомаяка *DME*: а – бортове обладнання; б – наземне обладнання

Пропускна здатність оброблення запитів ПК наземним відповідачем дорівнює більше ніж 100 бортовим запитувачам за робочого циклу 2700 пар імпульсів за секунду або понад 200 – за робочого циклу 4800 пар імпульсів за секунду.

Таблиця 3.8. Кодування імпульсів

Коди каналів	Імпульсний код запиту, мс	Імпульсний код відповіді, мс
Код <i>X</i>	12	12
Код <i>Y</i>	36	36

Наземний відповідач забезпечує видачу відповідних імпульсів за постійного або змінного циклу роботи. У разі постійного робочого циклу відповідач передає 2700 пар імпульсів за секунду незалежно від кількості ПК, що запитують. Не тільки імпульси запиту, які приймає радіомаяк, але й імпульси шуму, вироблені власним генератором, запускають передавач. Такі імпульси шуму називають імпульсами заповнення (*Filling pulses*), тобто вони доповнюють частково або повністю імпульси відповіді таким чином, щоб кількість переданих імпульсів була завжди постійною.

Мінімальний робочий цикл відповідача підтримується внутрішнім генератором імпульсів заповнення, який запускає передавач таким же чином, як і для імпульсів запиту. Генератор шуму відповідача зазвичай керується через схему автоматичного регулювання

підсилення, що зменшує кількість імпульсів шуму тоді, коли відповідач запускається сигналом запиту від ПК. Імпульси заповнення називають також сквітерними імпульсами (*Squitter pulses*), тобто вони випромінюються з довільною частотою повторення.

За умови перевантаження запиту, за якого кількість відповідей на сигнали запиту починає перевищувати пропускну здатність відповідей відповідача (2700 або 4800 пар імпульсів за секунду), чутливість приймача автоматично знижується для обмеження відповідей відповідача таким чином, щоб не перевищувався максимально допустимий робочий цикл. Унаслідок цього втрачається супровід декількох найвіддаленіших ПК.



Рис. 3.15. Далекомірне УВЧ-обладнання (DME)

Приклад виконання лабораторної роботи в Додатку 8. Зроблено експертне оцінювання систем заходу на посадку. Приклад роботи VOR/DVOR та DME на основі симулятора Navigation Simulation Luizmonteiro розроблений фірмою Luiz Roberto Monteiro de Oliveira у Додатку 9.

Зроблено оцінювання ефективності систем заходу на посадку. Також визначені кількісні показники ефективності застосування системи EGNOS для збільшення точності заходу на посадку [9, 23 – 26].

### **3.4. Комп'ютерна програма «FPL-trainer» для тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами**

Планування польоту є необхідною умовою для моделювання завантаженості повітряного простору ПК та забезпечення встановленого рівня безпеки повітряного руху.

Інформація щодо запланованого польоту або частини польоту, яка направляється до органу ОПР, повинна надаватися у форматі плану польоту (Flight Plan – FPL).

Для відпрацювання навичок по правильному заповненню полів плану польоту згідно Поправки 1 до Doc 4444 було розроблено комп'ютерну програму «Тренажер для заповнення плану польоту FPL-trainer». Програмний тренажер розроблений за допомогою мови програмування «С++», з використанням програмного продукту «С++ Builder ХЕ».

Даний тренажер є самостійним програмним забезпеченням для функціонування якого немає необхідності в наявності інших програмних продуктів.

Основними завданнями програмного комплексу є навчання, тренування та контролювання правильності заповнення полів плану польоту.

Після запуску основного файлу програмного забезпечення відкривається вікно для введення паролю (рис. 3.16).

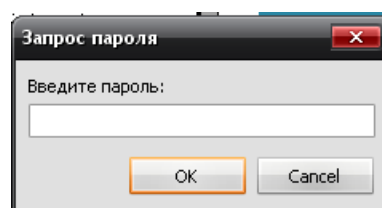


Рис. 3.16. Вікно для введення паролю

Після введення правильного паролю відкривається головне вікно програми (рис 3.17).

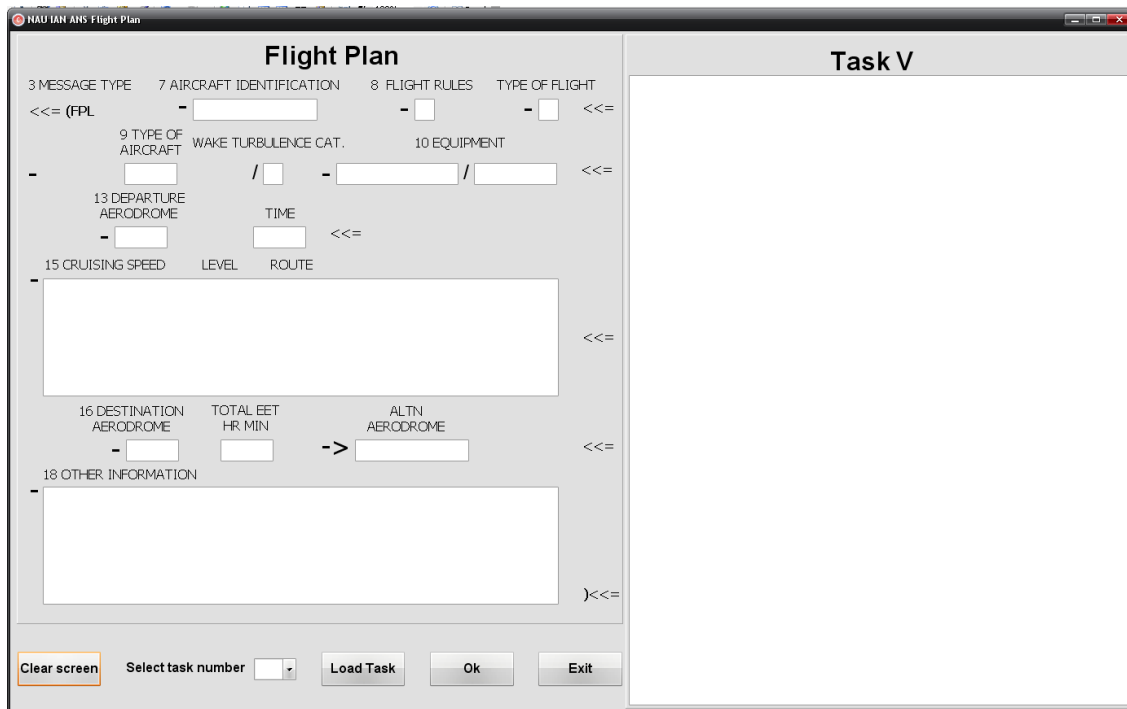


Рис. 3.17. Тренажер для заповнення плану польоту FPL\_trainer

Загальний вигляд тренажера для заповнення плану польоту FPL\_trainer показано на рис. 3.17. Інтерфейс тренажера складається з вікна на якому розміщено дві панелі: «Flight Plan» та «Task». Зовнішній вигляд панелі «Flight Plan» відповідає зовнішньому вигляду встановленого бланку плану польоту. На панелі «Task» розміщується завдання для заповнення плану польоту. На сьогоднішній день є 15 варіантів завдань, які можна вибрати у блоці «Select task number» та завантажити у панель «Task» за допомогою кнопки «Load task».

На панелі «Flight Plan» розміщуються власне поля для заповнення бланку плану польоту:

Результатом виконання програми є перевірка правильності заповнення плану польоту за вибраним варіантом завдання (кнопка «Ok»). У разі правильного заповнення плану польоту всі поля зафарбовуються у зелений колір. Приклад правильно заповненого плану польоту показано на рис. 3.18.

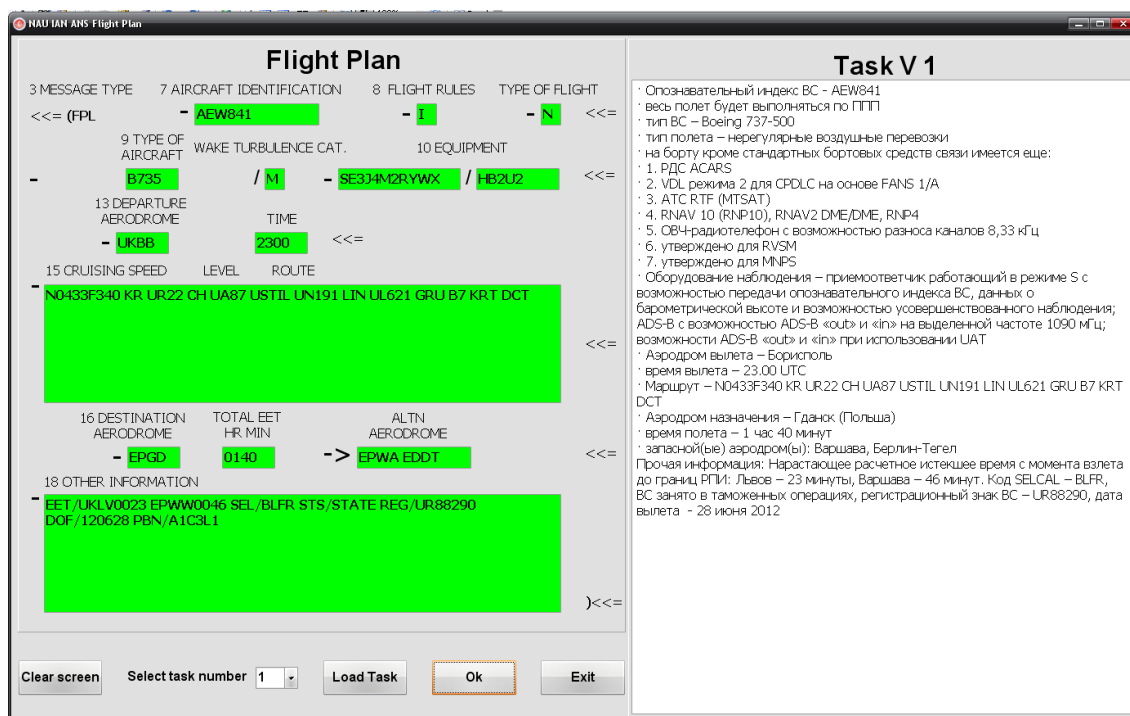


Рис. 3.18. Тренажер для заповнення плану польоту FPL\_trainer



Якщо ж деякі поля були заповнені неправильно, то вони зафарбовуються у червоний колір. Приклад неправильно заповненого плану польоту показано на рис. 3.19.

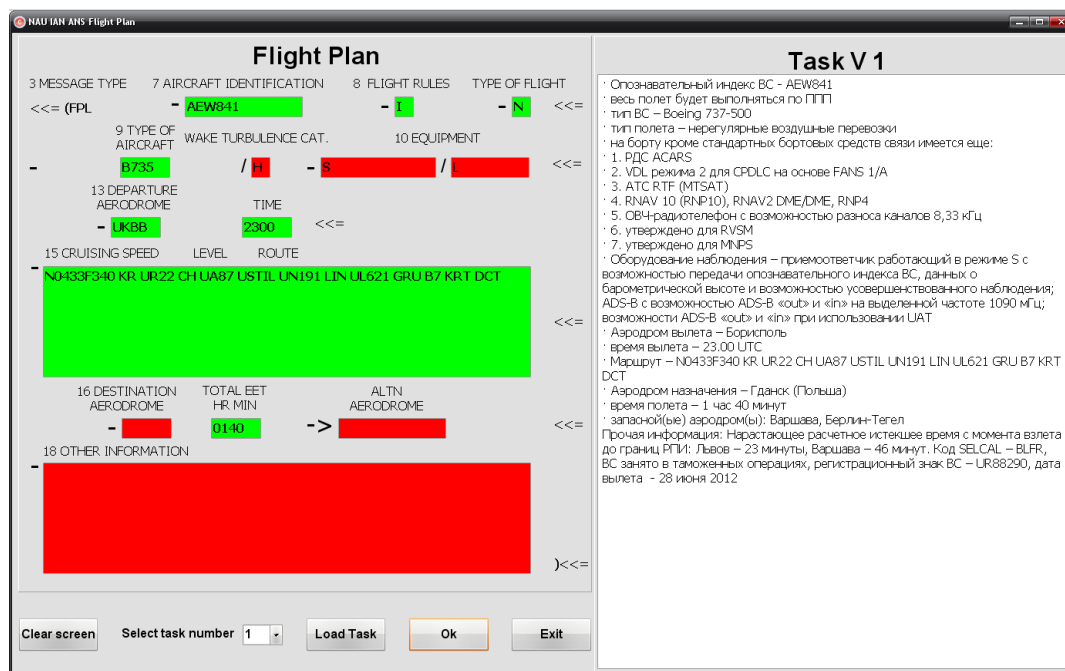


Рис. 3.19. Тренажер для заповнення плану польоту FPL\_trainer

### 3.5. Візуалізація тренажерного комплексу підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі

#### 3.5.1. Візуалізація тривимірних баз даних (3D-моделей) кінцевої протяжності підсистеми комплексного тренажера для підготовки авіадиспетчерів та операторів безпілотних літальних апаратів

В рамках розробки інтегрованої динамічної системи (ІДС) ситуаційного колективного управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі постає природне завдання тренажерної підготовки майбутніх користувачів цієї системи, а саме авіадиспетчерів та операторів БПЛА. Керуючись сучасними світовими стандартами та базуючись на поточному проекті розроблюваної ІДС, зрозуміло, що тренажерний комплекс, який має відтворювати її роботу, повинен обов'язково включати візуальну складову (підсистему). Дана підсистема може бути реалізована у вигляді імітатора візуального середовища, який має максимально реалістично та своєчасно відтворювати будь-які візуальні зміни в єдиному повітряному просторі внаслідок керуючого впливу користувача (оператора) або його зовнішнього середовища.

Будь-який сучасний імітатор візуального середовища складається з двох основних компонентів:

1. Апаратної складової у вигляді спеціалізованих графічних станцій та проекційного обладнання.
2. Програмної складової у вигляді генератора тривимірного зображення у реальному часі та бази даних графічних цифрових 3d-моделей (тривимірні БД).

Останні поділяються на моделі кінцевої протяжності (наприклад повітряні судна) та великої або умовно необмеженої (наприклад деякий фрагмент земної поверхні). В об'ємі даної частини звіту буде частково представлена методологія розробки графічних цифрових тривимірних моделей кінцевої протяжності та їх подальша адаптація для відтворення у реальному часі. На рис. 3.20 зображений уніфікований життєвий цикл розробки графічної цифрової 3d-моделі кінцевої протяжності, який включає наступні етапи:

1. Розробка технічного завдання.
2. Проектування структури моделі.
3. Сбір даних.



4. Створення геометрії моделі:
  - 4.1. Конвертація геометрії моделі.
5. Створення текстур та матеріалів:
  - 5.1. Конвертація текстур та матеріалів.
6. Освітлення та спец ефекти.
7. Анімація моделі.
8. Оптимізація моделі.
9. Автоматизація процесів створення моделі.
10. Супровід моделі.
11. Документування етапів життєвого циклу.

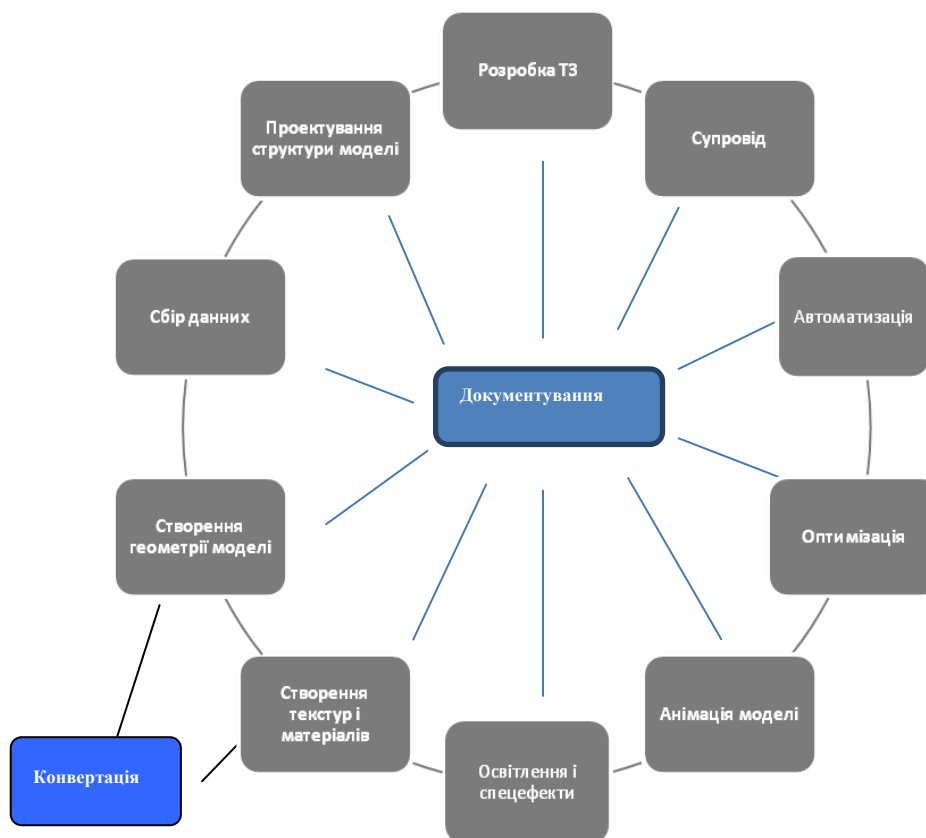


Рис. 3.20. Життєвий цикл візуальної 3D-моделі

Конвертація геометрії моделі, її об'єктно-орієнтованої структури, текстур та матеріалів може відбуватися як одним єдиним етапом, так і бути розбитими на декілька окремих етапів. Специфіка цього процесу залежить від вихідного формату представлення 3d моделі. Етап документування хоч і наведений у переліку останнім, але на практиці за необхідності може виконуватися першим, паралельно з іншими етапами або безпосереднього після кожного з них (рис. 3.20). Наприклад була поставлена задача розробити 3d-модель вантажного повітряного судна Ан-124-100 авіакомпанії «Antonov Airlines» (рис. 3.21), для візуального відтворення його руху в межах аеродрому, злітно-посадкової смуги та безпосередньо польоту по маршруту, враховуючи зміни часу доби та погодних умов.



Рис. 3.21. Вантажний літак Ан-124-100 «Руслан»

### Збір даних

На основі розробленого ТЗ проводиться збір вихідних даних. Це важливий етап тому, що від кількості та якості зібраних даних залежить можливість виконання більшості наступних етапів. Чим ці характеристики вищі, тим швидше та якісніше буде проходити процес розробки 3d моделі в цілому. На рис. 3.22 умовно схематично зображено процес збору, обробки та підготовки вихідних даних, а також їх інтеграція в загальну БД цифрового контенту, а основі якій в подальшому створюється БД конкретної 3d моделі.

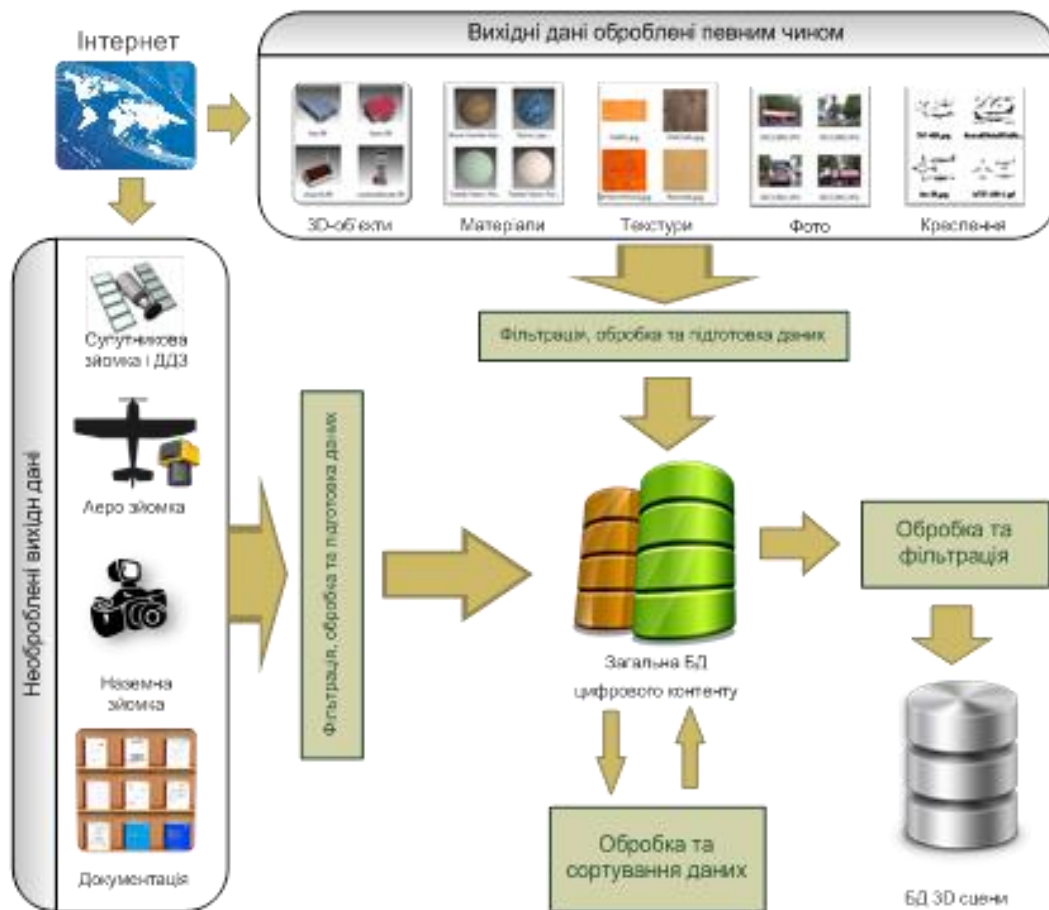


Рис. 3.22. Схема збору даних для розробки 3D сцени

Етап збору вихідних даних можна розділити на декілька проміжних етапів, а саме:

1. Збір вихідних даних необхідних видів та типів.
2. Розподіл зібраних даних на два типи: оброблені та необроблені.
3. Обробка другого типу даних, сортування всіх даних по видам та підготовка до інтеграції в єдину БД.
4. Інтеграція даних в єдину БД цифрового контенту.
5. Створення БД контенту розроблюваної 3d моделі на основі підмножини даних з загальної БД цифрового контенту.

На основі створеного ТЗ виконується проектування об'єктно-орієнтованої та файлової структур тривимірної моделі (рис. 3.23).

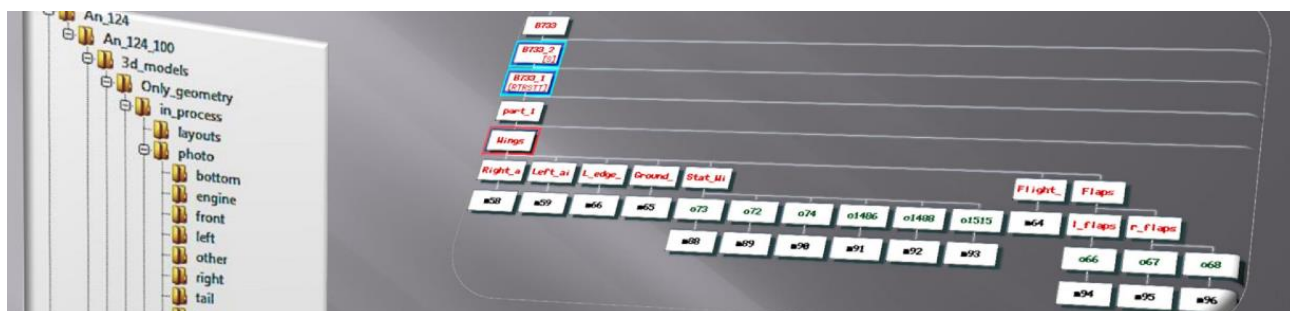


Рис. 3.23. Об'єктно-орієнтована та файлова структури 3d-моделі

### *Створення геометрії моделі*

Протягом даного етапу починається безпосереднє створення тривимірної моделі, а саме її геометрії. Сучасна концепція побудови геометрії моделі передбачає в своїй основі елемент під назвою «полігон». Полігон – це (polygon від «poly» – багато, «gon» – кут) – плоский багатокутник (найчастіше трикутник), який представляє собою геометричний елемент мінімально необхідний для тривимірного моделювання в комп'ютерній графіці. Саме з полігонів будується будь-який тривимірний об'єкт.

На рис. 3.24 представлена тривимірна геометрична модель (каркас) вантажного літака Ан-124-100. Моделі була розроблена на основі конструкторських креслень з урахуванням фізичних розмірів та пропорцій реального прототипу. При створенні геометрії моделі використовувалися в тому числі вище перераховані методи.

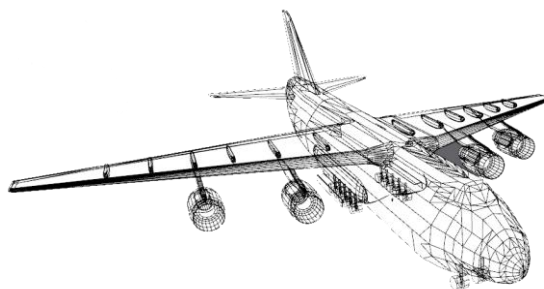


Рис. 3.24. Геометрія 3D моделі

### *Створення текстур для 3d моделі*

Текстурування 3D моделі (рис. 3.25) – це процес створення двовимірного зображення (текстури) у графічних редакторах та накладання цього зображення на тривимірну поверхню геометрії моделі із допомогою спеціалізованих інструментів.



Рис. 3.25. 3D модель з текстурами

### *Настройка освітлення (матеріалів) моделі та спецефектів*

Використання матеріалів поверхні 3d моделі дозволяє змитувати її взаємодії із зовнішніми джерелами світла: природніми (сонце, луна, денне світло) та штучними (фари, прожектори і т.д.). Джерела світла зберігають параметри освітлення оточуючих об'єктів. Процес взаємодії поверхні об'єкта із світлом реалізуються математичними алгоритмами освітлення, совокупності яких називаються «моделями освітлення» (illuminations models). На рис. 3.26 представлені чотири рендерінга 3d моделі літака із застосуванням різноманітних моделей освітлення, спецефектів та текстур.



Рис. 3.26. 3D модель з освітленням та спецефектами

*Анімація моделі.* Виконання етапу анімації має на меті доведення рівня подібності 3d моделі до її реального прототипу. Суть анімації полягає в імітації руху самої моделі та її функціональних елементів (відхилення руля висоти, обертання гвинтів). Найчастіше у середовищах тривимірного моделювання реалізовані дві технології анімації:

- 1) Покадрова анімація (Flipbookanimation) – в основі знаходиться механізм послідовної зміни зображень 3d моделі. Застосовується в основному для динамічної зміни кольорів та текстур поверхні 3d моделі;
- 2) Анімація DOF (DegreesOfFreedom) – дозволяє виконувати анімацію безпосередньо геометрії моделі шляхом її масштабування, переміщення та повороту у визначених межах.

#### *Оптимізація моделі*

На рис. 3.27 представлена 3D модель вантажного літака Ан-124-100 до та після процесу оптимізації геометрії. Процес оптимізації геометрії 3D моделі головним чином полягає у зменшенні кількості полігонів з яких ця геометрія побудована. Оптимізація проводиться не тільки із зовнішнім виглядом моделі, а й з ієрархічною структурою об'єктів цієї моделі. При виконанні оптимізації важливо втримати баланс між рівнем спрощення моделі та її рівнем її подібності до реального прототипу. Так на рис. 3.27 видно, що при зменшенні «полігональної ваги» моделі вдвічі, її зовнішній вигляд майже не змінився.

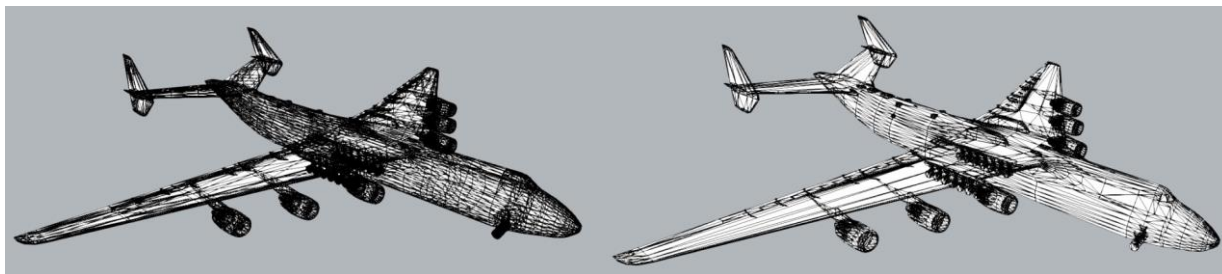


Рис. 3.27. 3D модель до (зліва – 17813 полігонів) та після (справа – 9503 полігонів)

#### *Автоматизація процесу розробки 3D моделі*

Програмний інтерфейс «OpenFlight» API від компанії Presagis дозволяє автоматизувати виконання операцій, які необхідно часто повторювати під час процесу розробки 3d моделі. До таких операцій можна віднести накладання або видалення матриць трансформації геометрії 3d моделей, зміну кольору та імені об'єкта, інших атрибутів, накладання текстур на поверхню об'єкта по заздалегідь визначеним UV координатам. Під автоматизацією із використанням функцій «OpenFlight» API мається на увазі написання спеціальних програм (скриптів) на мові C++ (рис. 3.28).

```

1      % Add reference to the API wrapper.
2      apiRoot = 'C:\Program Files\Audio Precision\APx500 2.4\api\';
3      NET.addAssembly([apiRoot 'AudioPrecision.API2.dll'])
4
5      % Create an instance of the application, and make it visible (it doesn't
6      % have to be visible to work, it just lets us see what's happening).
7      apx = AudioPrecision.API.APx500_Application;
8      apx.Visible = true;
9
10     % Turn off the signal monitors.
11     apx.SignalMonitorsEnabled = false;
12
13     % Select the Frequency Response measurement.
14     apx.ShowMeasurement('Signal Path1', 'Frequency Response')
15
16     % Set the generator parameters. Matlab can only set a property on an
17     % explicit handle.
18     gen = apx.FrequencyResponse.Generator;
19     startFreq = gen.StartFrequency;
20     startFreq.Unit = 'Hz';
21     startFreq.Value = 30;
22     stopFreq = gen.StopFrequency;
23     stopFreq.Value = 18000;
24     levels = gen.AnalogLevels;
25     levels.Unit = 'Vrms';
26     levels.SetValue(AudioPrecision.API.OutputChannelIndex.Ch1, 1.5);
27
28     % Start the measurement. Success is true if the measurement worked.
29     success = apx.FrequencyResponse.Start;

```

Рис. 3.28. Фрагмент коду скрипту, який відповідає за автоматичну настройку звукового ефекту випуску шасі для 3d моделі будь-якого літака



### 3.5.2. Візуалізація тренажерного комплексу підготовки операторів безпілотних літальних апаратів в єдиному повітряному просторі

Комп'ютерна програма для аналізу та оцінки польотних даних, написана в програмному середовищі SCADA. Програма дозволяє виконати попередній аналіз та оцінку матеріалів польотних даних, зареєстрованих бортовими системами реєстрації та засобами траєкторних вимірювань. Програмний комплекс використовується для визначення характеристик систем пілотажно-навігаційного обладнання, пілотажно-навігаційних комплексів, систем автоматичного керування. Комп'ютерна програма містить у собі набір xscade-функцій та графічних об'єктів ogfx-файлів. Програма виконує розрахунок основних пілотажно-навігаційних параметрів, а також дозволяє виконати наступні завдання:

- Валідація та верифікація вимог до програмного забезпечення електронних систем індикації та сигналізації робочого місця операторів БПЛА на етапі створення робочої моделі;
- Створення та опрацювання тестових сценаріїв;
- Навчання операторів БПЛА;
- Оцінка доцільності, прийнятності та достатності систем індикації та сигналізації.

#### Робота з програмою

Для запуску програми необхідно відкрити файл KPI\_Inputs.vsw, який знаходиться в директорії з назвою «Flight data analyze». Зовнішній вигляд запущеної програми показано на рис. 3.29.

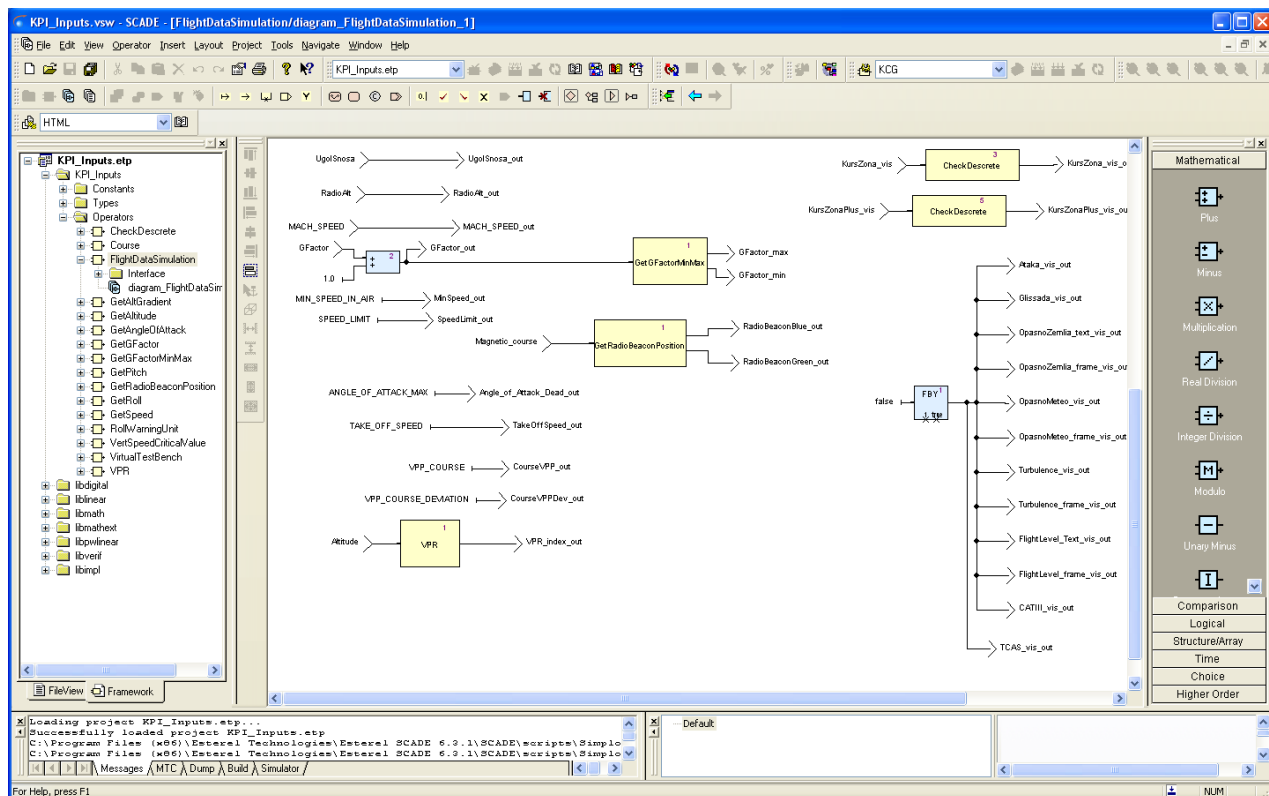


Рис. 3.29. Зовнішній вигляд програми

#### Введення вхідних даних та налаштування програми

У якості файлів з вхідною інформацією можуть використовуватись різні файли з кадровим записом потрібних параметрів. Під кадровим записом мається на увазі збереження структури запису (кількість параметрів в кадрі, їх послідовність та формат) від початку до кінця файлу. Для читання таких файлів необхідно попередньо сформувати шаблон файлу даних з описом структури запису. В якості прикладу нижче показано шаблон файлу с параметрами інерційної системи, системи висотно-швидкісних параметрів та системи автоматичного керування. Введення вхідних даних відбувається шляхом завантаження файлу розширенням \*.in., який містить у собі інформацію матеріалів польотних даних зазначених систем, зареєстрованих бортовими системами реєстрації та засобами траєкторних вимірювань.

Конвертування файлу бортових регістраторів в файл з розширенням \*.in можна виконати у текстовому редакторі Notepad, як це показано на рис.3.30.

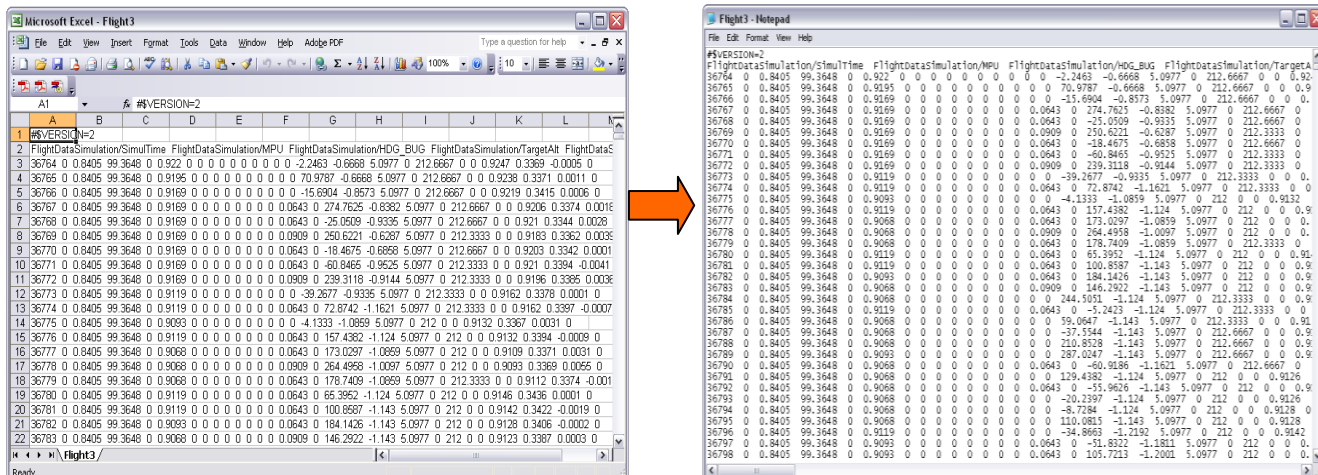




Рис. 3.30. Підготування файлу вхідних даних.

Перед завантаженням файлу з матеріалами польоту на панелі інструментів необхідно натиснути кнопку  (Run) для запуску графічної оболонки. Завантаження файлу вхідних даних відбувається шляхом натискання кнопки  (load scenarіo) на панелі інструментів (рис.3.31).

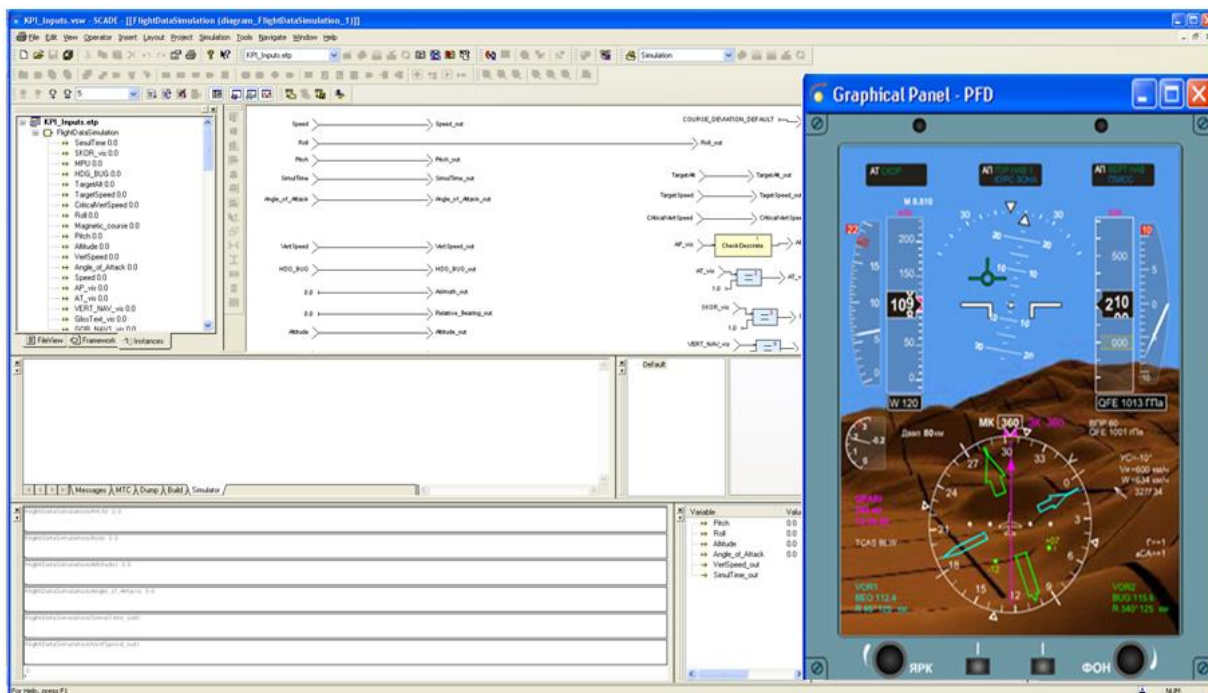




Рис. 3.31. Зовнішній вигляд графічної оболонки програми.

### Демонстрація результатів

Після введення необхідних даних запускається програма на виконання. Це можна зробити наступним чином: через меню «Simulation» => «Go», або натиснути клавішу  на панелі інструментів (кнопка  для зупинки програми виконання). Результат візуального відтворення являє собою неперервне відеозображення у вигляді імітації головного індикатора пілотажно-навігаційної інформації, та графічне зображення поточних даних, відповідно до завантаженого файлу вхідних параметрів. Перелік параметрів та їх кількість можуть бути змінені оператором. На екрані монітору відобразяться дані (рис. 3.32):

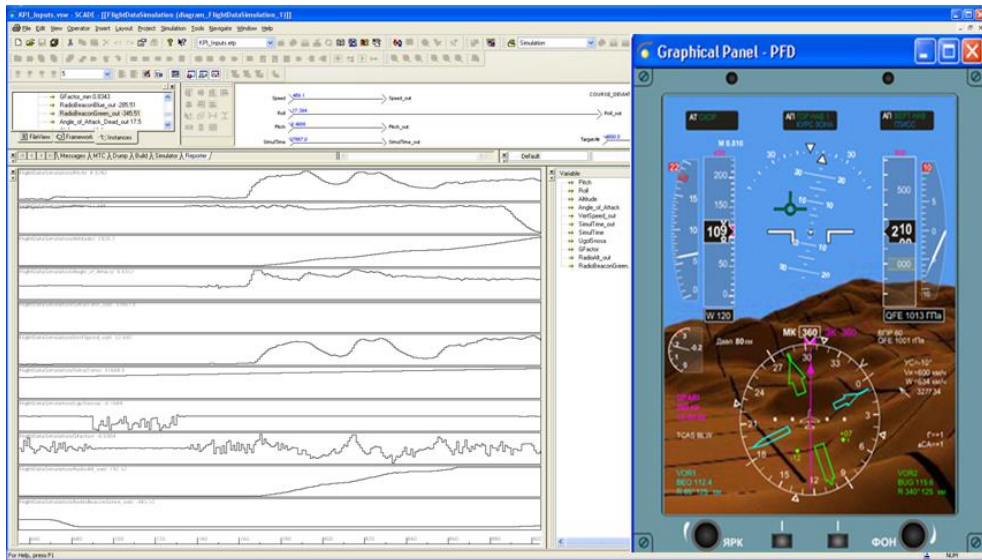


Рис. 3.32. Виведення результатів обробки польотних даних.

Запропонований комп'ютерний комплекс також дозволяє створювати програми (віртуальні стенди) під різні ОС (Windows, Android, Linux)

Для запуску програми необхідно запустити згенерований exe-файл (чи інший відповідно до ОС). Зовнішній вигляд запущеної програми показаний нижче (рис.3.33).



Рис. 3.33. Зовнішній вигляд програми

#### *Введення вхідних даних та налаштування програми*

На пульті керування індикацією віртуального пілотажного стенда оператор може призначати задане значення для вихідних параметрів: швидкості, висоти, граничне значення вертикальної швидкості, кута атаки та інші (рис.3.34).



Рис. 3.34. Пульт керування індикацією віртуального пілотажного стенда

Джойстик дозволяє оператору маніпулювати силуетом БПЛА для імітації його різних еволюцій: досягання граничного значення куту крену, тангаж та інші (рис. 3.35).



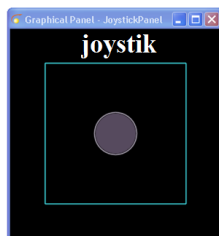


Рис. 3.35. Зовнішній вигляд джойстика керування силуетом БПЛА

#### *Демонстрація результатів*

Після задавання початкових даних (заданої швидкості, висоти та ін.) з пульту керування індикації запускається програма на виконання. Це можна зробити за допомогою повзунка «Throttle» на пульті керування, що являє собою імітатор важеля керування двигуна БПЛА. Результат візуального відтворення являє собою неперервне відеозображення у вигляді імітації головного індикатора пілотажно-навігаційної інформації у кабіні екіпажу, та графічне зображення поточних даних, відповідно до заданих параметрів з пульту керування індикацією віртуального стенда.

#### **3.5.3. Візуалізація тривимірних моделей безпілотних літальних апаратів в системі «Тропосфера»**

Дослідження пов'язані з розробленням демонстративного відео-матеріалу на тему: «Багатофункціональної безпілотної авіаційної системи «Тропосфера»» з залученням тривимірних технологій моделювання та анімації (рис.3.36).

Основні завдання:

1. Створення тривимірних моделей існуючих прототипів безпілотних апаратів.
2. Створення тривимірних сцен оточення.
3. Створення текстурних координат кожної з моделей.
4. Моделювання освітлення кожної із сцен.
5. Створення та комбінування анімаційних секвенцій кожної сцени.
6. Налаштування механізму розрахунків візуалізатора.
7. Монтаж та редагування отриманого матеріалу.

Основні результати етапу:

1. Були створені тривимірні віртуальні моделі безпілотних апаратів.
2. Створено тривимірне оточення сцен.
3. Розроблено та накладено текстурні зображення до моделей.
4. Створено всі необхідні анімаційні цикли.
5. Отримано цілісний демонстративний матеріал на задану тему в двох варіантах.

В роботі було використано наступне програмне забезпечення:

Blender 3D, Adobe After Effects, Adobe Premiere.



Рис.3.36. Фрагменти відеофільму «Тропосфера»



## 4. КООРДИНАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПІЛОТОВАНИМИ І БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ В ЄДИНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ

### 4.1. Організація повітряного простору при управлінні літальними апаратами

Організація повітряного простору визначається відповідно до вимог Положення про використання повітряного простору України, класифікації повітряного простору згідно з Додатком 11 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію з урахуванням установлених вимог до охорони навколишнього природного середовища.

Структурно повітряний простір складають такі елементи (рис. 4.1):

- райони польотної інформації (*FIR – Flight Information Region*);
- диспетчерські райони (*CTA – Control Area*);
- диспетчерські зони (*CTR – Control Zone*);
- термінальний диспетчерський район (*TMA – Terminal Control Area*);
- зони аеродромного руху (*ATZ – Aerodrome Traffic Zone*);
- аеродромні зони польотної інформації (*AFIZ – Aerodrome Flight Information Zone*);
- маршрути обслуговування повітряного руху (*ATSroute – Air Traffic Services Route*);
- заборонені зони (*P – Prohibited Area*);
- зони обмеження польотів (*R – Restricted Area*);
- небезпечні зони (*D – Danger Area*);
- тимчасово зарезервовані повітряний простір (*TRA – Temporary Reserved Airspace*);
- райони спрощеної координації (*RCA – Reduced Co-ordination Airspace*);
- зони, що перетинають державний кордон (*CBA – Cross-Border Area*);
- райони пошуку та рятування (*SRR – Search And Rescue Region*);
- верхній диспетчерський район (*UTA – Upper Control Area*);
- зони виконання випробувальних польотів.

### 4.2. Класифікація повітряного простору

Повітряний простір ОПП класифікується і позначається латинськими літерами А, В, С, D, E, F, G.

У повітряному просторі класу А дозволяються польоти за ППП, усі повітряні судна у цьому класі повітряного простору ешелонуються органами ОПП та підлягають диспетчерському обслуговуванню.

У повітряному просторі класу В дозволяються польоти за ППП та ПВП, усі повітряні судна у цьому класі повітряного простору ешелонуються органами ОПП та підлягають диспетчерському обслуговуванню.

У повітряному просторі класу С дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усі польоти підлягають диспетчерському обслуговуванню. Повітряні судна, які виконують польоти за ППП, ешелонуються відносно повітряних суден, які виконують польоти за ППП та ПВП. Повітряні судна, які виконують польоти за ПВП, ешелонуються відносно польотів повітряних суден, які виконують польоти за ППП і одержують інформацію про рух повітряних суден, які виконують політ за ПВП.

У повітряному просторі класу D дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усі ПС підлягають диспетчерському обслуговуванню. Повітряні судна, які виконують польоти за ППП, ешелонуються відносно повітряних суден, які виконують польоти за ППП і одержують інформацію про рух ПС, які виконують політ за ПВП. Повітряні судна, які виконують польоти за ПВП, одержують інформацію про польоти (рух) інших ПС у цьому повітряному просторі.

У повітряному просторі класу E дозволяються польоти за ППП та ПВП. Повітряні судна, які виконують польоти за ППП, підлягають диспетчерському обслуговуванню та ешелонуються відносно повітряних суден, які виконують польоти за ППП. Усі повітряні судна одержують, по змозі, інформацію про рух. Клас E не застосовується в диспетчерських зонах.

У повітряному просторі класу F дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усім повітряним суднам, які виконують польоти за ППП, надається консультативне обслуговування та на запит екіпажів повітряних суден надається польотно-інформаційне обслуговування\*.

\* Консультативне обслуговування застосовується як тимчасовий захід при переході від польотно-інформаційного до диспетчерського обслуговування.

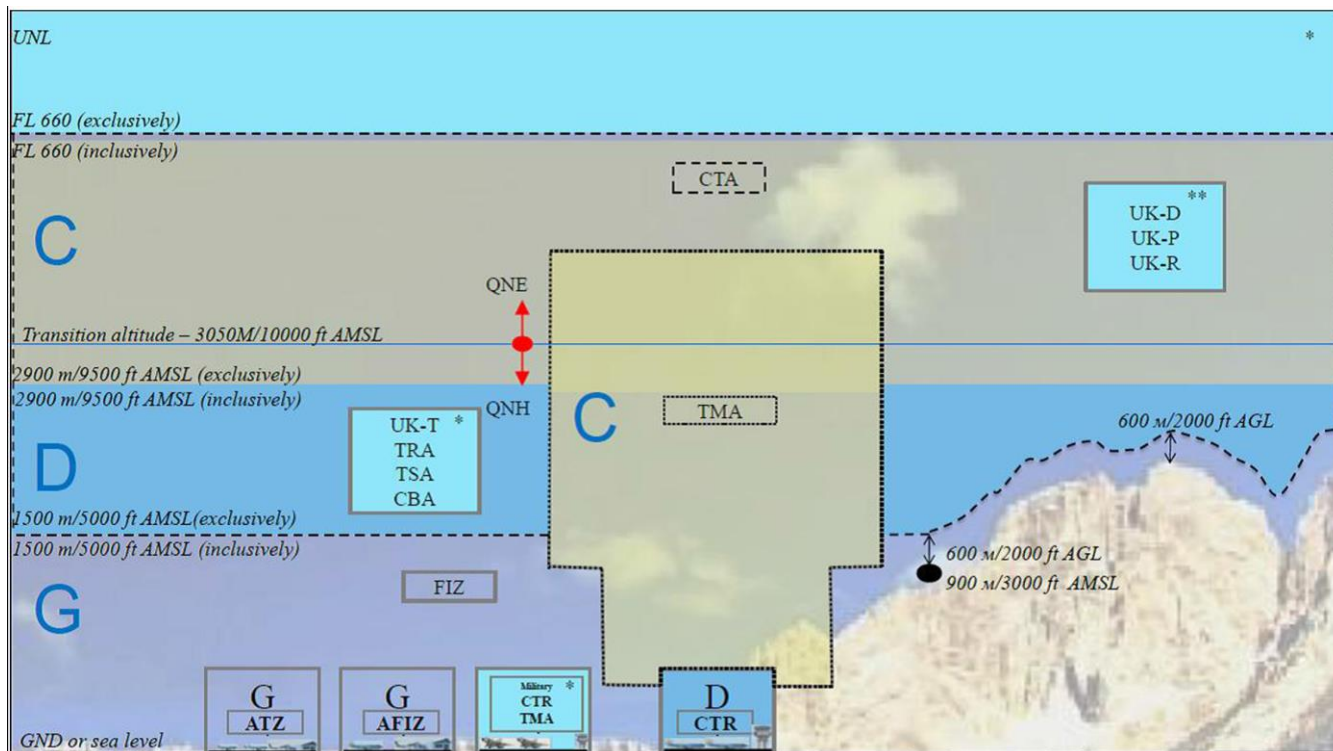


Рис. 4.1. Класифікація повітряного простору України

У повітряному просторі класу G, якщо він установлений вище ешелону польоту 5950 метрів (FL 195), дозволяються польоти за ППП і на запит екіпажів повітряних суден надається польотно-інформаційне обслуговування.

У повітряному просторі класу G у зоні польотної інформації дозволяються польоти за ПВП і надається польотно-інформаційне обслуговування. Правила польотів за ППП не застосовуються. Польоти в повітряному просторі класу G в зоні польотної інформації, вище дійсної висоти 300 метрів, виконуються за умов подання заявки до Укравіатрансу та до органів управління військ ППО.

Там, де повітряний простір одного класу примикає у вертикальній площині до повітряного простору іншого класу, тобто, коли вони розташовані один над одним, польоти на загальному рівні виконуються з дотриманням вимог, установлених для класу повітряного простору з менш жорсткими вимогами, і забезпечуються відповідним йому обслуговуванням. При застосуванні цих критеріїв повітряний простір класу B розглядається як такий, що висуває менш жорсткі вимоги, ніж повітряний простір класу A.

Класифікація повітряного простору вводиться в дію наказом Укравіатрансу та публікується у збірнику аеронавігаційної інформації України (Додаток 11).

#### 4.3. Порядок подання заявок, видачі дозволів та визначення умов використання повітряного простору

Користувачі повітряного простору, зацікавлені у провадженні діяльності, зазначеної у пункті 3 Положення про використання повітряного простору України, повинні подати відповідну заявку на використання повітряного простору.

У разі виконання польотів повітряних суден поза межами контрольованого повітряного простору ОПР на висоті не більш як 1500 метрів над середнім рівнем моря заявки на виконання польоту та використання повітряного простору не подаються (за умови обов'язкового інформування органів управління Повітряних Сил Збройних Сил України (ЗСУ) згідно з пунктом 83 цього Положення), крім польотів, що виконуються в тимчасово зарезервованому повітряному просторі, повітряному просторі, де управління повітряним рухом здійснюється органами управління Повітряних Сил ЗСУ та інших державних органів, а також у межах зони з особливим режимом використання повітряного простору.

У разі виконання польотів цивільними повітряними суднами поза межами контрольованого повітряного простору ОПР польотно-інформаційне та аварійне

обслуговування здійснюється відповідно до встановленого порядку. Під час виконання таких польотів екіпаж ПС несе відповідальність за своєчасне проходження передпольотної підготовки, отримання відповідної аеронавігаційної інформації, зокрема про наявність заборони та обмеження використання повітряного простору, та безпечне виконання польоту. Подання заявок та видача дозволів на використання повітряного простору або анулювання заявок може здійснюватися за допомогою телеграфу, телефону, поштового зв'язку, телефаксу тощо. Користувачі повітряного простору зобов'язані мати прямий зв'язок (телеграф, телефон, телефакс або інші види зв'язку) з органами ОПР та відповідними органами управління Повітряних Сил ЗСУ.

Форма розкладів та заявок на польоти цивільних повітряних суден, а також терміни їх подання визначаються Правилами надання експлуатантам дозволів на виліт з аеропортів України та приліт до аеропортів України під час виконання міжнародних, внутрішніх та транзитних польотів, що затверджуються Мінінфраструктури та Міноборони.

Форма розкладів, заявок та терміни їх подання на провадження діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору, та виконання польотів державних повітряних суден визначаються правилами, що затверджуються Міноборони та Мінінфраструктури. Розклад регулярних внутрішніх та міжнародних польотів цивільних ПС експлуатантів України та іноземних експлуатантів затверджується Державіаслужбою і надсилається до Украероцентру (Украероцентру) та органів управління Повітряних Сил ЗСУ не пізніше ніж за 20 діб до введення його в дію. Органи управління Повітряних Сил ЗСУ, Украероцентр здійснюють контроль за виконанням регулярних внутрішніх та міжнародних польотів, а також транзитних регулярних польотів та наданням органами ОПР послуг з обслуговування повітряного руху. З цією метою користувачі повітряного простору подають Украероцентру перелік повторюваних планів польотів не пізніше ніж за 14 діб до початку польоту, а зміни до цього переліку – за 7 діб до введення їх у дію. Украероцентр доводить перелік повторюваних планів польотів до РДЦ та органів управління Повітряних Сил ЗСУ.

Виконання нерегулярних міжнародних польотів цивільними повітряними суднами, що прямують транзитом, здійснюється на підставі поданого органами ОПР, Украероцентру не пізніше ніж за 1 годину до розрахункового часу прибирання колодок плану польоту (ФПЛ). При цьому дозволяється подавати органу ОПР план польоту з повітря не пізніше ніж за 30 хвилин до входження цивільного повітряного судна у повітряний простір.

Органи ОПР, які прийняли план польоту, доводять його до органів ОПР за маршрутом польоту (у межах повітряного простору), а також до Украероцентру та органів управління Повітряних Сил ЗСУ каналами авіаційної фіксованої мережі електрозв'язку (АФТН).

Форма та зміст ФПЛ визначається Правилами польотів у повітряному просторі України. Виконання міжнародних польотів іноземними державними ПС, що прямують транзитом, здійснюється на підставі міжнародних договорів за поданням МЗС з дозволу Генерального штабу Збройних Сил та Державіаслужби. Заявки на виконання польотів іноземних ПС, пов'язаних з перевезенням глав держав, урядів та очолюваних ними делегацій, міністрів закордонних справ і міністрів оборони, а також з перевезенням небезпечних вантажів, подаються до Державіаслужби. У випадках виконання зазначених польотів на державних ПС або здійснення посадок на аеродроми, що належать Міноборони, Адміністрації Держприкордонслужби, МВС, МНС, додатково інформується Генеральний штаб Збройних Сил (через МЗС). Державіаслужба та Генеральний штаб Збройних Сил після погодження заявки надсилають рішення заявнику (через МЗС), Украероцентру та адміністрації аеропортів, замовлених у заявці. Заявка на виконання нерегулярного польоту повітряного судна в межах контрольованого повітряного простору України подається експлуатантом напередодні виконання польоту відповідному органу Державіаслужби не пізніше ніж до 17 год. за UTC.

План польоту (ФПЛ) експлуатант подає відповідним органам ОПР, Украероцентру, а також органам управління Повітряних Сил ЗСУ через органи ОПР за 1 год. до розрахункового часу прибирання колодок. Нерегулярні (чартерні) рейси на повітряній лінії, де здійснюються регулярні перевезення, виконуються тільки після погодження з визначеним для такого рейсу перевізником.

При плануванні польотів у контрольованому повітряному просторі на пілотованих

повітряних кулях, легких, надлегких ПС та ПС аматорської конструкції користувач подає Державіаслужбі заявку напередодні виконання польоту, але не пізніше 12 год. за UTC.

Для проведення стрільб, пусків ракет, проведення вибухових робіт користувач повітряного простору подає Украероцентру та відповідному РДЦ до 15 березня та 15 жовтня поточного року розклад (графік, витяг з річного плану). Зміни у розкладі подаються не пізніше ніж за 10 робочих днів до введення їх у дію.

Заявки на разове проведення стрільб, пусків ракет, вибухових робіт у встановлених зонах поза розкладом подаються користувачем Украероцентру, РДЦ, органам управління Повітряних Сил ЗСУ не пізніше ніж до 12 год. за UTC напередодні такого проведення.

Заявки на проведення стрільб і пусків ракет з метою здійснення активного впливу на метеорологічні процеси подаються Украероцентру, відповідним РДЦ, органам управління Повітряних Сил ЗСУ не пізніше ніж за 2 год. до передбачуваного початку стрільб або пусків ракет.

Для проведення запусків (підйомів) непілотованих повітряних куль (куль-зондів), аеростатів з визначених постійних пунктів зондування користувач повітряного простору подає Украероцентру та відповідному РДЦ до 15 березня та 15 жовтня поточного року розклад (графік, витяг з річного плану). Зміни у розкладі подаються не пізніше ніж за 10 робочих днів до введення їх у дію.

Заявки на разове проведення запусків (підйомів) непілотованих повітряних куль (куль-зондів), аеростатів з визначених постійних пунктів зондування поза розкладом та з тимчасових пунктів зондування подаються користувачами повітряного простору Украероцентру, відповідним РДЦ, органам управління Повітряних Сил Збройних Сил не пізніше ніж до 12 год. за UTC напередодні такого проведення.

Заявки на проведення демонстраційних польотів та авіаційних робіт над населеними пунктами користувачі повітряного простору подають Державіаслужбі не пізніше ніж за 5 робочих днів до початку польотів. Експлуатант подає Украероцентру та відповідному РДЦ також план польоту (ФПЛ) не пізніше ніж за 2 год. до вильоту.

Разові заявки на нерегулярну діяльність, пов'язану з проведенням військових навчань, повітряних парадів, запуском/посадкою космічних об'єктів, перевіркою бойової готовності авіаційних частин і чергових сил з протиповітряної оборони Збройних Сил, подаються Украероцентру не пізніше ніж за 10 робочих днів до початку діяльності.

Дозвіл на виконання польотів видається:

1) Державіаслужбою:

- внутрішніх та міжнародних регулярних польотів з посадкою (вильотом) в Україні (з України);
- міжнародних нерегулярних польотів з посадкою (вильотом) в Україні (з України);
- внутрішніх нерегулярних польотів у контрольованому повітряному просторі ОПР;
- польотів повітряних суден, що виконують рейси літери «А»;
- польотів державних та експериментальних повітряних суден з посадкою на аеродроми цивільної авіації;
- демонстраційних польотів над населеними пунктами;
- польотів для проведення авіаційних робіт;
- польотів для проведення аерофотозйомки цивільними та експериментальними повітряними суднами за погодженням з Генеральним штабом Збройних Сил;
- польотів на пілотованих повітряних кулях, легких, надлегких повітряних суднах та повітряних суднах аматорської конструкції;

2) Генеральним штабом Збройних Сил:

- внутрішніх та міжнародних польотів державних ПС України та іноземних держав;
- транзитних міжнародних польотів державних ПС України та іноземних держав;
- внутрішніх польотів у межах зони з особливим режимом використання повітряного простору, крім її частини, що межує із забороненою зоною, після отримання дозволу Адміністрації Держприкордонслужби;
- польотів за Договором з відкритого неба за погодженням з Державіаслужбою;
- польотів для проведення аерофотозйомки.

Дозвіл на використання повітряного простору видається на підставі відповідної заявки після отримання дозволу на виконання польотів:

1) Украероцентром:

- на виконання польотів поза межами повітряних трас у повітряному просторі більше ніж у двох районах польотної інформації;
- на провадження діяльності у повітряному просторі, яка потребує встановлення заборон або обмежень його використання;
- на провадження діяльності у повітряному просторі, яка потребує встановлення короткочасних обмежень його використання (в межах двох та більше районів польотної інформації);
- на виконання польотів для проведення пошуково-рятувальних робіт;
- на провадження діяльності у повітряному просторі, яка потребує встановлення короткочасних обмежень його використання в межах одного району польотної інформації тривалістю понад 2 год.;
- на виконання польотів ПС, які не обладнані засобами вторинної радіолокації;
- на провадження іншої діяльності у повітряному просторі більш як у двох районах польотної інформації;

2) РДЦ:

- на виконання польотів поза межами повітряних трас у повітряному просторі одного або двох (суміжних) районів польотної інформації;
- на провадження діяльності у повітряному просторі, яка потребує встановлення короткочасних обмежень його використання тривалістю не більше ніж 2 год.;
- на провадження іншої діяльності у повітряному просторі одного або двох (суміжних) районів польотної інформації.

Украероцентр та РДЦ, отримавши заявку на використання повітряного простору, приймають відповідне рішення, про що інформують заявника. У разі затвердження заявки на використання повітряного простору Украероцентр та РДЦ повідомляють про прийняте рішення органи управління Повітряних Сил Збройних Сил.

Використання повітряного простору одночасно (за місцем і часом) двома або більше користувачами повітряного простору регулює Украероцентр та РДЦ відповідно до їх компетенції за такими пріоритетами:

- 1) відбиття ударів засобів повітряного нападу, запобігання і припинення порушень державного кордону та суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні або збройного нападу на територію України, а також припинення протиправних дій ПС, які можуть використовуватися для вчинення терористичних актів у повітряному просторі України;
- 2) польоти повітряних суден для проведення всіх видів рятувальних робіт, спрямованих на збереження життя та здоров'я людей;
- 3) подання допомоги у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного або техногенного характеру;
- 4) запуск, посадка, пошук та евакуація космічних апаратів і їх екіпажів;
- 5) запобігання та припинення порушень порядку використання повітряного простору;
- 6) польоти повітряних суден, що виконують рейси літери «А»;
- 7) польоти ПС, які виконують спеціальні завдання за планами Міноборони;
- 8) польоти за Договором з відкритого неба та інші польоти, які виконуються відповідно до міжнародних договорів;
- 9) провадження спеціальної діяльності, пов'язаної із здійсненням впливу на метеорологічні явища;
- 10) виконання регулярних міжнародних повітряних перевезень пасажирів, вантажів та пошти;
- 11) виконання регулярних внутрішніх повітряних перевезень пасажирів, вантажів та пошти;
- 12) виконання нерегулярних міжнародних та внутрішніх повітряних перевезень пасажирів, вантажів та пошти;
- 13) виконання польотів державних повітряних суден з метою перебазування частин та підрозділів державної авіації, а також за планами навчально-бойової підготовки;
- 14) виконання випробувальних польотів експериментальних повітряних суден;

- 15) виконання польотів, проведення авіаційних робіт цивільними повітряними суднами в інтересах національної економіки;
- 16) навчальні і тренувальні польоти цивільної авіації;
- 17) проведення вибухових робіт;
- 18) виконання польотів повітряних суден або провадження іншої діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору, з метою задоволення потреб громадян;
- 19) використання повітряного простору, пов'язане із запуском метеорологічних радіозондів з постійних пунктів спостережень МНС;
- 20) провадження іншої діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору.

Рішення про термінові вильоти повітряних суден, проведення стрільб і пусків ракет без подання попередніх заявок приймають:

– командувачі видів Збройних Сил, командири повітряних командувань, оперативний черговий командного центру Повітряних Сил Збройних Сил – для відбиття ударів засобів повітряного нападу, перехоплення або супроводження нерозпізнаних цілей, а також Голова Держприкордонслужби та його перший заступник, начальники регіональних управлінь Держприкордонслужби – для припинення порушень державного кордону та забезпечення охорони суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні;

– командувачі видів Збройних Сил, начальники регіональних управлінь Державної прикордонної служби, командуючий внутрішніми військами МВС та інші посадові особи, які визначаються наказами заінтересованих державних органів, – для виконання інших оперативних завдань з метою захисту державних інтересів;

– уповноважені посадові особи МНС – для авіаційного пошуку і рятування;

– командувачі видів Збройних Сил, уповноважені посадові особи МНС, начальники регіональних управлінь Держприкордонслужби, командуючий внутрішніми військами МВС, керівники авіакомпаній та авіапідприємств цивільної авіації, керівники підприємств, спеціальних авіаційних формувань, які використовують пошуково-рятувальні, протипожежні або санітарні повітряні судна, – для надання допомоги в разі стихійного лиха, катастрофи, аварійної ситуації та в інших випадках, що загрожують життю людей.

Дозвіл на провадження діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору у випадках, передбачених пунктом 78 цього Положення, видають командні пункти видів Збройних Сил, регіональні управління Державної прикордонної служби, Головний координаційний центр з пошуку та рятування МНС, а також центр управління польотами і перельотами авіації внутрішніх військ МВС з негайним повідомленням про видачу дозволу Украероцентру та відповідного РДЦ.

Умови використання повітряного простору визначаються Украероцентром та органами ОПР негайно після отримання заявки на використання повітряного простору з повідомленням органів управління Повітряних Сил Збройних Сил. Украероцентр, РДЦ, аеродромні диспетчерські пункти, відомчі органи ОПР зобов'язані вжити всіх можливих заходів до забезпечення безпеки повітряного руху.

Запит про умови використання повітряного простору для провадження діяльності, не пов'язаної з виконанням польотів повітряними трасами, робиться користувачем після отримання відповідного дозволу не пізніше ніж за 1 год. до початку діяльності в межах одного РДЦ та за 2 год. – в межах двох і більше РДЦ.

Заявка на використання повітряного простору анулюється, якщо в зазначений термін запит на використання повітряного простору або повідомлення про перенесення початку діяльності до Украероцентру або РДЦ не надійшли. У разі виконання польотів ПС поза межами контрольованого повітряного простору ОПР на висоті не більш як 1500 метрів над середнім рівнем моря запит про умови використання повітряного простору користувачами не здійснюється, крім польотів, що виконуються в тимчасово зарезервованому повітряному просторі, повітряному просторі, де УПР здійснюють органи управління Повітряних Сил ЗСУ та інших державних органів, а також в межах зони з особливим режимом використання повітряного простору. Умови використання повітряного простору визначаються Украероцентром або РДЦ не пізніше ніж за 30 хв. до початку діяльності, якщо така діяльність провадиться в межах одного району польотної інформації, та за 1 год – у межах двох і більше районів польотної інформації.

#### **4.4. Координація діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору**

Координації підлягає діяльність, яка може вплинути на безпеку польотів повітряних суден, інші види діяльності, пов'язаної з використанням повітряного простору. Координація здійснюється на міжнародному, міжвідомчому рівні та у рамках об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху.

Координація на міжнародному рівні здійснюється у процесі реалізації державної політики у сфері використання повітряного простору та обслуговування повітряного руху Мінінфраструктури, Міноборони, Державіаслужбою та Украерорухом, а також державними органами, що забезпечують функціонування об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху, а з оперативних питань – Украероцентром та РДЦ.

Координація на міжвідомчому рівні здійснюється в рамках роботи міжвідомчих комісій, робочих груп, які утворюються за рішенням Кабінету Міністрів України і до складу яких входять представники заінтересованих державних органів, підприємств, установ та організацій.

Координація на міжвідомчому рівні вирішення питань реалізації державної політики у сфері використання повітряного простору та організації повітряного руху, виконання рішень відповідних комісій та робочих груп з метою прийняття нормативно-правових актів здійснюється Мінінфраструктури за погодженням із заінтересованими державними органами, підприємствами, установами та організаціями.

Координація на міжвідомчому рівні вирішення питань, пов'язаних з використанням повітряного простору та організацією повітряного руху з метою забезпечення безпеки та ефективності його використання, здійснюється Державіаслужбою, Украерорухом разом з відповідними державними органами, підприємствами, установами, організаціями та користувачами повітряного простору.

Координація в рамках об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху вирішення оперативних питань щодо управління у повітряному просторі та обслуговування повітряного руху здійснюється Украероцентром та РДЦ. В окремих частинах повітряного простору можуть встановлюватися райони спрощеної координації.

#### **4.5. Заборона та обмеження використання повітряного простору**

В окремих частинах повітряного простору встановлюються заборона або обмеження на його використання, які публікуються в документах з аеронавігаційної інформації та/або включаються до плану використання повітряного простору. Форма та зміст плану використання повітряного простору визначаються інструкцією з управління використанням ПП.

Заборона та обмеження використання повітряного простору встановлюються за місцем, часом та висотою з таким розрахунком, щоб звести до мінімуму їх вплив на діяльність інших користувачів повітряного простору.

Встановлення заборони та обмежень передбачає визначення частини повітряного простору, використання якої забороняється або обмежується відповідно до умов, визначених Украероцентром або РДЦ.

Під час виконання польоту повітряне судно на запит та з дозволу відповідного органу ОПР (органу управління повітряним рухом) може перетинати межі зони обмеження польотів, небезпечної зони та зони, що належить до тимчасово зарезервованого повітряного простору, під час їх використання. В інших випадках повітряне судно повинно виконувати політ поза межами зазначених зон згідно з установленим порядком.

Заявка на провадження діяльності, яка потребує встановлення заборони або обмеження, подається тими користувачами повітряного простору, в інтересах яких встановлюється заборона або обмеження, з обов'язковим попереднім погодженням умов використання повітряного простору з відповідним РДЦ.

Заявка на провадження діяльності, яка потребує встановлення тимчасової заборони або обмежень, підписується керівником підприємства, установи, організації, командиром (начальником штабу) військової частини Збройних Сил.

Порядок розроблення та погодження, а також встановлення тривалості, початку і закінчення терміну дії рішення про заборону та обмеження визначаються інструкцією, що затверджується Державіаслужбою за погодженням з Генеральним штабом Збройних Сил.

У повітряному просторі чи в окремих його частинах, де встановлено заборону або обмеження, не забороняється:

- діяльність, що провадиться підприємствами, установами або організаціями, в інтересах яких встановлено заборону або обмеження використання частини повітряного простору, а також підприємствами, установами або організаціями, зазначеними в Збірнику аеронавігаційної інформації;
- виконання польотів на перехоплення повітряних суден-порушників, нерозпізнаних цілей, інша діяльність, що провадиться з метою захисту державних інтересів України;
- виконання польотів для проведення пошуково-рятувальних робіт, робіт, пов'язаних з поданням допомоги у разі виникнення стихійного лиха, катастроф, аварій, аварійних ситуацій та в інших випадках, що загрожують життю і здоров'ю людей;
- виконання спостережних польотів згідно з Договором з відкритого неба.

Про провадження діяльності, зазначеної в абзацах третьому, четвертому і п'ятому цього пункту, органи об'єднаної цивільно-військової системи організації повітряного руху інформують підприємства, установи та організації, в інтересах яких встановлено заборону або обмеження.

Заборона та обмеження використання повітряного простору, пов'язані з перехопленням повітряних суден-порушників, перехопленням або супроводженням нерозпізнаних цілей, проведенням пошукових заходів, вильотами повітряних суден для подання допомоги у разі виникнення стихійного лиха, катастроф, аварій, аварійних ситуацій та в інших випадках, що загрожують життю і здоров'ю людей, встановлюються Украероцентром та РДЦ негайно.

У разі встановлення заборони або обмежень використання повітряного простору для забезпечення польотів за маршрутом груп повітряних суден у нельотному порядку виділяється повітряний простір у таких межах:

- 1) по горизонталі:
  - за умови здійснення радіолокаційного контролю за польотом;
  - на малих (гранично малих), середніх та великих висотах – завширшки до 20 кілометрів (по 10 кілометрів з обох боків від осі маршруту);
  - у стратосфері до 40 кілометрів (по 20 кілометрів з обох боків від осі маршруту);
  - без здійснення радіолокаційного контролю;
  - на малих та гранично малих висотах – завширшки до 20 кілометрів (по 10 кілометрів з обох боків від осі маршруту);
  - на середніх висотах – завширшки до 40 кілометрів (по 20 кілометрів з обох боків від осі маршруту);
  - на великих висотах і в стратосфері – завширшки до 50 кілометрів (по 25 кілометрів з обох боків від осі маршруту);
- 2) по вертикалі – мінімальна кількість ешелонів, необхідна для виконання встановлених завдань і забезпечення безпеки побудови польотних порядків з урахуванням нормативних відхилень повітряних суден за умови дотримання висоти польоту.

Для забезпечення польотів одиночних повітряних суден за окремим маршрутом у разі встановлення заборони або обмежень на використання повітряного простору виділяється повітряний простір в удвічі менших межах, ніж для груп повітряних суден. Встановлення інших меж повітряного простору обґрунтовується у поданій заявці на встановлення заборони або обмежень.

Заборона використання повітряного простору встановлюється на постійній або тимчасовій основі. Заборона використання повітряного простору на постійній основі встановлюється Державіаслужбою за поданням відповідних державних органів, підприємств, установ та організацій і оприлюднюється в документах з аеронавігаційної інформації. Тимчасова заборона використання окремих частин повітряного простору встановлюється в інтересах користувачів, які подали відповідні заявки, з урахуванням пріоритетів, установлених цим Положенням, та принципів гнучкого використання повітряного простору відповідно до Європейської концепції гнучкого використання повітряного простору.

Інформація про тимчасову заборону використання повітряного простору доводиться Украероцентром та службою аеронавігаційної інформації до відома всіх користувачів



повітряного простору. Польоти повітряних суден у районах навчань і за окремими маршрутами, що здійснюються з метою проведення перевірки чергових сил з протиповітряної оборони Збройних Сил, забезпечуються Украероцентром шляхом встановлення тимчасової заборони або обмеження у смугах їх польоту.

Рішення про встановлення заборони або обмеження використання повітряного простору на тимчасовій основі доводиться Украероцентром, РДЦ, САІ до користувачів повітряного простору, інтересів яких торкаються зазначені заборона та обмеження, а також до органів управління Повітряних Сил Збройних Сил.

Контроль за дотриманням рішень про встановлення заборон та обмежень використання повітряного простору покладається на відповідні органи, які їх встановили.

Заборона використання повітряного простору на тимчасовій основі скасовується Украероцентром, а обмеження використання повітряного простору – РДЦ по закінченні часу їх дії або у зв'язку із закінченням діяльності, для якої було встановлено заборону або обмеження, за заявою керівника заходу.

У повітряному просторі над атомними станціями, гідроелектростанціями, греблями, об'єктами природно-заповідного фонду та над об'єктами або промисловими підприємствами підвищеної екологічної небезпеки встановлюються заборонені зони на постійній основі.

З метою забезпечення польотів повітряних суден, що виконують рейси літери «А», проведення пошуково-рятувальних робіт, запуску та посадки космічних об'єктів, навчань, повітряних парадів, показу нової авіатехніки та провадження іншої діяльності, яка може створити загрозу безпеці використання повітряного простору, виконання випробувальних (дослідницьких) польотів, польотів на встановлення рекордів, практичних пусків ракет і десантування, проведення перевірки бойової готовності авіаційних частин і чергових сил з протиповітряної оборони Збройних Сил, інших об'єктів підвищеної небезпеки у районі провадження зазначеної діяльності встановлюється заборона використання повітряного простору на тимчасовій основі.

Заборона використання повітряного простору на тимчасовій основі для забезпечення польотів ПС, що виконують рейси літери «А», встановлюється рішенням Державіаслужби.

Про готовність до встановлення заборони на тимчасовій основі відповідні користувачі повітряного простору та РДЦ доповідають Украероцентру не пізніше ніж за 2 год. до початку введення її в дію в установленому порядку.

Провадження пов'язаної з використанням повітряного простору діяльності, для забезпечення якої встановлено тимчасову заборону, без отримання підтвердження відповідних РДЦ про готовність до введення її в дію забороняється.

У разі встановлення заборони використання повітряного простору на тимчасовій основі для цивільних повітряних суден на маршрутах ОПР виділяються:

- не менше ніж по одній парі суміжних ешелонів у кожному діапазоні: 1200-3050 метрів, 4900-6400 метрів, 7900-11900 метрів;
- обов'язково два суміжних ешелони у діапазоні 9450-14350 метрів.

У разі встановлення заборони використання повітряного простору на тимчасовій основі для цивільних повітряних суден можуть виділятися умовні маршрути, що дає їм змогу обходити заборонені райони. Порядок виділення умовних маршрутів встановлюється відповідно до інструкції з управління використанням повітряного простору.

У разі встановлення заборони використання повітряного простору на тимчасовій основі в районах аеродромів, де виконуються польоти ПС цивільної авіації за розкладом, виділяється частина повітряного простору радіусом не менш як 30 км (або радіусом 50 км за рішенням Украероцентру) з обмеженням його по вертикалі висотою верхнього ешелону, виділеного в районі дії заборони для польотів за маршрутами ОПР, що підходять до цих аеродромів, та за наявності умов для набору висоти (зниження) при вході (виході) на маршрутах ОПР. Польоти державних ПС через райони таких аеродромів у радіусі 30 (50) км на ешелонах 3350 метрів та вище можуть забезпечуватися без обмеження приймання і випуску ПС з цих аеродромів.

Нижня межа району заборони в районах проведення заходів для світлого часу доби встановлюється на дійсній висоті не нижче ніж 600 метрів. Необхідність встановлення нижньої межі району заборони нижче дійсної висоти 600 метрів обґрунтовується в поданій заявці.

У разі отримання двох або більше заявок від різних органів на забезпечення заборонами заходів, що збігаються за місцем і часом, Украероцентр повідомляє про це заявників та погоджує можливі терміни проведення заходів з урахуванням встановлених пріоритетів.

У разі неможливості виконання польотів або провадження іншої діяльності, для яких було встановлено заборону, заінтересовані органи повідомляють Украероцентр про її відміну або надсилають повторний запит про перенесення їх на інший час.

Обмеження використання повітряного простору встановлюються, тільки на тимчасовій основі, Украероцентром та РДЦ тривалістю до 2 год., а у разі потреби і на більший час. Обмеження доводяться до органів ОНР не менше ніж за 20 хв. до початку їх дії.

Проведено аналіз, систематизацію і кодування типів пілотованих та безпілотних літальних апаратів за існуючими класифікаціями. Введено показники ефективності групового польоту у вигляді часу, площі та щільності покриття. Виконаний порівняльний аналіз ефективності застосування літальних апаратів за цільовим призначенням [40].

#### **4.6. Методологія управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі**

Розроблено методологію колективного управління ЛА і БПЛА в єдиному повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою в умовах ризику, невизначеності, багатокритеріальності, багатофункціональності, ситуаційного стану ДПО і впливу зовнішнього середовища:

1. Системний аналіз факторів, що впливають на управління літальними апаратами і безпілотними літальними апаратами:

- аналіз динамічної повітряної обстановки при управлінні пілотованими літальними апаратами в повітряному просторі;
- критерії оптимальності і обмеження при колективному управлінні пілотованими і безпілотними літальними апаратами;
- нормативне забезпечення процесів управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в повітряному просторі;
- аналіз і синтез оптимальних безконфліктних траєкторій польоту пілотованих та безпілотних літальних апаратів при тактичному управлінні повітряним рухом.

2. Синтез системи управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в повітряному просторі, керованому об'єднаною цивільно-військовою системою:

- ситуаційний аналіз динамічної повітряної обстановки у разі управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами;
- структурна схема управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами;
- аналіз функцій та задач, координацію дій операторів ЛА – авіадиспетчерів (АТСО), операторів управління БПЛА (UAVO), операторів управління ЛА і БПЛА – військових диспетчерів (МАТСО);
- математичне моделювання прийняття рішень при управлінні пілотованими і безпілотними літальними апаратами в повітряному просторі;
- програмне забезпечення системи консолідації різнорідних потоків.

3. Методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і БПЛА в єдиному повітряному просторі:

- методичне забезпечення тренажерної підготовки авіадиспетчерів;
- методичне забезпечення тренажерної підготовки операторів БПЛА;
- методичне забезпечення тренажерної підготовки інженерів з систем аеронавігаційного обслуговування;
- візуалізація тренажерного комплексу підготовки операторів інтегрованої системи управління пілотованими і БПЛА в єдиному повітряному просторі.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено системний аналіз факторів, що впливають на прийняття рішень при управлінні ЛА і БПЛА для розроблення БД.

2. Розроблено комп'ютерну програму для візуалізації параметрів безпілотних літальних апаратів.

3. Проведено ситуаційний аналіз ДПО у разі управління БПЛА для визначення факторів, що впливають на ПР в умовах ризику і невизначеності і формалізації ДПО.

4. Отримано авторські свідоцтва на комп'ютерні програми «Агрегація різномірних інформаційних потоків» і «Візуалізація параметрів безпілотних літальних апаратів».

5. Розроблено методичне забезпечення тренажерної підготовки авіадиспетчерів, інженерів з систем аеронавігаційного обслуговування, операторів БПЛА.

6. Розроблено методологію управління пілотованими і безпілотними літальними апаратами в єдиному повітряному просторі.

За темою НДР виконані наступні дипломні роботи магістрів за спеціальністю .07010202 «Обслуговування повітряного руху»:

1. Бабич В.І. «Інтелектуальна система навчання процедур керування повітряного руху» (кер. Лазоренко В. А.).
2. Білько А.П. «Нейромережева модель допуску студента в тренажерній підготовці авіадиспетчера» (кер. Шмельова Т. Ф.).
3. Вересенко Л.А. «Детерміновані моделі прийняття рішень авіадиспетчера у разі виникнення позаштатної ситуації (відмова двигуна)» (кер. Шмельова Т.Ф.).
4. Демчук К.О. «Моделювання групових польотів безпілотних літальних апаратів за допомогою теорії графів» (кер.Шмельова Т.Ф.).
5. Пацкань Ю.С. «Методи відображення повітряної ситуації на моніторі авіадиспетчера» (кер. Аргунов Г.Ф.).

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шмельова Т.Ф. Системний аналіз задач і функцій автоматизованої системи «аеронавігаційні збори» / В.А. Лісовський, Д.О. Катрич, Т.Ф. Шмельова // АВІА-2015 : XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т. 2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.7.11 – 7.16.
2. Лісовський В.А. Аналіз автоматизованої системи «аеронавігаційні збори» для обліку повітряного руху / В.А. Лісовський, В.Б. Семененко // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 67.
3. Шмельова Т. Ф. Вплив факторів середовища менеджменту авіапідприємства на безпеку авіаційної діяльності / Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда, О. Ю. Ассаул // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – № 3(22), т. 2, – С.17 – 24.
4. Шмельова Т.Ф. Аналіз впливу факторів середовища менеджменту авіапідприємства на безпеку авіаційної діяльності / Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда, О.Ю. Ассаул // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т.2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.8.1 – 8.5.
5. Шостак О.В. Метод перехресного моніторингу в системі аудиту безпеки польотів LOSA / О.В. Шостак, Васильєв М.В.// XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 74.
6. Melkumyan V., Maliutenko T., Ostroumov I. Models of Consideration of Degradation and Regenerative Processes During the Service Technological Systems Design / V. Melkumyan., T. Maliutenko, I. Ostroumov // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №1. – С.30-36.
7. Kharchenko V. Simulation of the multi-objective resolution of aircraft conflict / V.Kharchenko, D.Vasyliiev, Wang Bo // Proceedings of the National Aviation University . – 2015. – № 1(62). – Р. 7-11.
8. Vasyliiev D.V. An Approach to Optimal Avoidance of Multiple UAV Conflict / D.V. Vasyliiev // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments: 2015 IEEE 3<sup>rd</sup> International Conference, October 13-15, 2015: Proceedings. – Kyiv: Osvita Ukrainy, 2015. – Р. 99-101.
9. Шмельова Т.Ф. Підходи до консолідації інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування польотів / Т.Ф. Шмельова, А.В. Стратій // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т.2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.8.91 – 8.97.
10. Стратій А.В. Консолідація інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 98.
11. А.с. Комп'ютерна програма «Агрегація різнорідних інформаційних потоків» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №59466 від 29.04.2015 / Т.Ф. Шмельова, Стратій А.В.
12. Шмельова Т.Ф. Детерміновані моделі дій екіпажу повітряного судна у разі виникнення особливого випадку у польоті / Т.Ф.Шмельова, В.В. Шишаков, О.В. Шостак // Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України. – 2015. – Вип. 2(19). – С. 33–37.
13. Сікірда Ю.В. Система діагностики емоційного стану людини-оператора аеронавігаційної системи / Ю.В. Сікірда, Т.Ф. Шмельова, Ю.Б. Беляєв // Наукові праці національного університету харчових технологій. – 2015. – № 3, т.21. С.7-14.
14. Шмельова Т.Ф. Метод діагностики поточного емоційного стану пілота в польоті / Т.Ф. Шмельова, О.В. Шостак, В.В. Шишаков, М.В. Васильєв // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – №3-4. – С.147-153.
15. Shmelyova T.F. Expert estimation of human factor using reason model's components / T.F. Shmelyova, E.N.Danilenko, T.K.Boldysheva // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т.2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.9.48 – 9.52.

16. Danilenko E.N. Expert estimation of human factor using reason model's components/ E.N. Danilenko, T.K. Boldysheva // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 78.
17. Борсук С.П. Оценка уровня притязаний студентов авиадиспетчеров при нарушении норм эшелонирования в 12 километров. Борсук С.П. X международная научно-практическая конференция «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы», 17-18.04.2015, международный научный институт «Education», – ежемесячный научный журнал №3(10), 2015 (часть 3). – с. 168-171 4 ISSN: 34567-1769 (X международная научно-практическая конференция «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы» Россия, г. Новосибирск 17-18.04.15).
18. Борсук С.П. Комплексне визначення рівнів домагань студентів-диспетчерів на континуумі норми ешелонування 10 кілометрів. Борсук С.П., Рева О.М. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINNT-2014): зб. матеріалів VI міжнар. наук.-практ. конф. – Херсон, 26-28 травня 2014 р., – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2014. – С. 68-71. 4 Рева О.М. (Сьома міжнародна наук каво-практична конференція Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2015 Херсон) 26-28 травня).
19. Shmelova T.F. Estimation of pre-simulating training tasks complexity / T.F. Shmelova, A.P. Bilko, V.A. Lazorenko // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №1. – P. 17-22.
20. Lazorenko V.A. Principles of Operation of Frequency Modulated Surface Movement Radar // Матеріали XI Міжнар. науково-техн. конф. «ABIA-2015». – Том 1. – К.: НАУ. – 2015. – С. 7.83-7.86.
21. Lazorenko V.A., An intelligent learning system of Air Traffic Control procedures. / Babich V.I. // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 43.
22. Lazorenko V.A., Frequency Modulated Surface Movement Radar. / Ionik A. // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 47.
23. Lazorenko V.A., Remote Tower Service Solutions For Air Traffic Control. / Kobylynec O. // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 49.
24. Lazorenko V.A., Staff Training process by visual acquaintance with the main stages of maneuvering aircraft. / Obushna O. // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 50.
25. Шмельова Т.Ф. Метод ідентифікації емоційного стану пілота за допомогою параметрів пілотування / Т.Ф. Шмельова, О.Шостак // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т.2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. Р.7.46 – 7.50.
26. Бондарев Д.І Ретрансляція радіотелефонного зв'язку за допомогою безпілотних літальних апаратів/ Бондарев Д.І., Стратій А.В.,// Матеріали міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Літня школа 2015» – Київ, 23-25 червня 2015 р. – К.: НАУ, 2015.
27. Бондарев Д.І Системний аналіз і класифікація групових польотів безпілотних літальних апаратів // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 61.
28. Бондарев Д.І Визначення критеріїв ефективності групових польотів безпілотних літальних апаратів методами теорії графів / Бондарев Д.І, Кучеров Д.П., Т.Ф.Шмельова, // Матеріали XIV міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Авіа-2015» – Київ, 28-29 квітня 2015 р. – К.: НАУ, 2015.
29. Shmelyova T.F. Method of landing system estimation by effectiveness criterion in condition of loaded traffic / T.F. Shmelyova, O.Kovtunets, M.Chorna, O. Shulimov // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т. 2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.7.34 – 7.38.

30. Kovtunets O. Expert estimation of flight procedure in different flight rules performance // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 82.
31. Maltseva Khr. Comparison of approach procedures using method of experts' estimates / Khr Maltseva., A. Kolodenska // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 85.
32. Nguyen Xuan Le Cuong Estimation of landing systems according to the intensive air traffic // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 88.
33. Pakiyanathan R., Segreneva V. Estimation of landing systems according to the accuracy / R.Pakiyanathan, V Segreneva // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 90.
34. Шмельова Т.Ф. Графоаналітичні моделі аналізу авіаційних подій / Т.Ф.Шмельова, І.Л. Якуніна, Т.Р. Джафарзаде // Матеріали XIV міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Авіа-2015» – Київ, 28-29 квітня 2015 р. – К.: НАУ, 2015.
35. А.с. Комп'ютерна програма «Візуалізація параметрів безпілотних літальних апаратів» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №57944 від 30.12.2014 р. / Богуненко М.М., Кузьменко Н.С., Шостак О.В., Шарак К.Ю.
36. Шмельова Т.Ф. Рефлексивні моделі біполярного вибору в соціотехнічних аеронавігаційних системах / Т.Ф. Шмельова // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т. 2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.9.32 – 9.36.
37. А.с. Комп'ютерна програма «Тренажер для заповнення плану польоту FPL-trainer» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №45760 від 25.09.2012 / Харченко В.П., Знаковська Є.А., Величко В.В.
38. А.с. Комп'ютерна програма «Decision Tree» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №61934 від 29.09.2015 / Шмельова Т.Ф., Знаковська Є.А.
39. Shmelova T. Structural analysis of management environment of aviation enterprise from the point of systematic approach / T.F. Shmelova, Y.V. Sikirda, A.Assaul, O.Stasiuk // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – №2. – Р. 3-12.
40. Бондарев Д.І. Моделі групових польотів безпілотних літальних апаратів з використанням теорії графів / Д.І. Бондарев, Д.П. Кучеров, Т.Ф. Шмельова // Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України. – 2015. – Вип. 3(20). – С. 68–75.
41. Kharchenko V. Acceleration of GNSS applications development and facilitation of their broad acceptance in Ukraine through international cooperation and own experience / V. Kharchenko, V. Konin, V. Kondratyuk, S. Plynyska, O. Kutsenko, E. Vyshnyakova, T. Shmelyova, F. Shyshkov // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р. : тези доповідей. – Т. 2. – К. : Національний авіаційний університет, 2015. – Р.8.89 – 8.101.
42. Dolhov D. Mathematical models of operators activities in aeronavigation sociotechnical system / Dolhov D., P.Muliar, T. Shmelova // Техника и технология. Наука вчера, сегодня, завтра: международная конференция. Варшава, 30-31 мая 2015 г.: сборник научных докладов. – Р.45-48.
43. Shmelova T. Graph Theory Applying for Quantitative Estimation of UAV's Group Flight / T. Shmelova, D. Bondarev // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APPUAVD). 2015 IEEE 3d International Conference я. Kyev, 13-15 October 2015.: Proceeding. – Р.328-331.
44. Shmelova T. System for Monitoring External Pilot Emotional State during UAV Control / T. Shmelova, O. Shostak // Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APPUAVD). 2015 IEEE 3d International Conference. Kyiv, 13-15 October 2015: Proceeding. – Р.332-336.
45. Шмельова Т.Ф. Нечітка оцінка рівня складності польотної ситуації в процесі тренажерної підготовки спеціалістів з обслуговування повітряного руху / Т.Ф. Шмельова, Ю.В.

- Сікірда, А.В. Землянський, О.М. Даниленко // Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві: міжнар. наук.-техн. конф., 21-22 жовтня 2015 р.: тези доповідей – Кіровоград: Кіровоградський Національний технічний університет, 2015. – Р.118 – 120.
46. А.с. Комп'ютерна програма «Класичні критерії прийняття рішень: Вальда, Лапласа, Гурвиця, Севіджа» свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №60624 від 14.07.2015 / Т.Ф. Шмельова, О.С. Шулімов, М.О.Чорне, О.В. Ковтунець.
  47. Шостак О.В. Методи попередження виникнення аварійних ситуацій в аеронавігаційній системі / О.В. Шостак // тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Проблеми навігації і управління рухом» – Київ, 23-25 листопада 2015р. – К.: НАУ, 2015.
  48. Бондарєв Д.І. Вивчення принципів передполітної підготовки безпілотних літальних апаратів на базі навчальної лабораторії «Безпілотних авіаційних систем» / Бондарєв Д.І., Шмельова Т.Ф., Чинченко О.Г., Коваль О.В. // тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Проблеми навігації і управління рухом» – Київ, 23-25 листопада 2015р. – К.: НАУ, 2015.
  49. Павлова С.В., Павлов В.В. Інтелектуальне керування складними нелінійними динамічними системами. Аналітика інтелекту/ К.: Науково-виробниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2015, 214 с.
  50. Kharchenko V. Analysis of the flight object concept / V. Kharchenko, O. Luppo, Wang Bo, G. Argunov, D. Vasyliiev, K. Raksha // Proceedings of the National Aviation University. – 2015. – № 2(63). – P. 7-11.
  51. Луппо О.Є. Прогноз виконання польотів в європейском воздушном пространстве до 2020 года / Луппо О.Є., Халецкий Я.С., Могила А.О // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.
  52. Luppo O. Implementation of departure/arrival management to increase capacity in terminal control area / Luppo O., Logachova K., Serhieieva H. // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.
  53. Луппо О.Є. Втома авіаційних спеціалістів та методи боротьби з нею / Луппо О.Є., Трейтяк О.С. // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.
  54. Луппо О.Є. Новий підхід до моделювання польоту літального апарату / Луппо О.Є., Луцик І.А. // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.

## **ДОДАТКИ**



## Основні визначення

*Аеронавігаційна система* (air navigation system) – сукупність організацій, персоналу, інфраструктури, технічного обладнання, процедур, правил та інформації, що застосовуються для забезпечення користувачів повітряного простору безпечним, регулярним та ефективним аеронавігаційним обслуговуванням [18].

<sup>2</sup>*Користувач повітряного простору* – юридична або фізична особа, яка має право провадити діяльність, пов'язану з використанням повітряного простору (пілот, диспетчер, бортінженер, льотний диспетчер та інші) [18].

<sup>3</sup>*Аеронавігаційне обслуговування* – обслуговування, яке здійснюється провайдерами аеронавігаційного обслуговування на всіх етапах польоту повітряних суден, що включає організацію повітряного руху, зв'язок, навігацію, спостереження (радіотехнічне обслуговування), пошук і рятування, метеорологічне обслуговування та надання аеронавігаційної інформації.

<sup>4</sup>*Авіатранспортна система* є сукупністю разом діючих ПК, комплексу наземних засобів підготовки і забезпечення польотів, системи управління процесом діяльності особового складу. АТС повинна відповідати наступним критеріям: безпеки польотів, регулярності та ефективності експлуатації ПК. Кожний авіаційний фахівець, який ПР, є складовою частиною структури АТС, підсистеми і елементи якої взаємодіють між собою, за допомогою яких здійснюється підготовка, забезпечення та виконання польотів.

<sup>5</sup>*Обслуговування повітряного руху* – польотно-інформаційне обслуговування, аварійне обслуговування, консультативне обслуговування, диспетчерське обслуговування повітряного руху (районне диспетчерське обслуговування, диспетчерське обслуговування підходу або аеродромне диспетчерське обслуговування) [19]. Згідно з діючими нормативними документами ICAO (Doc 8896, Annex 3 Chicago Convention) метеоумови діляться на складні та небезпечні.

*Складні метеоумови.* У цивільній авіації згідно з діючими нормативами складними вважаються наступні метеорологічні умови-висота хмар 200 м і менше (при тому, що вони закривають не менше половини небосхилу) і дальність видимості 2000 м і менше. Складними вважаються і такі умови погоди, коли присутнє одне або декілька метеорологічних явищ, віднесених до числа небезпечних для польотів. Нормативи складних метеорологічних умов не є стандартними: є екіпажі, які виконують польоти і при значно гірших умовах погоди. Так екіпажі літаючі по мінімумам ІКАО 1,2,3-ї категорій, можуть виконувати польоти у складних умовах, якщо немає небезпечних метеорологічних явищ. Таким чином, «складні метеоумови» - поняття умовне, його нормативи пов'язані з кваліфікацією льотного складу, технічним оснащенням літаків і обладнанням аеродромів.

## БД за класифікацією ЛА

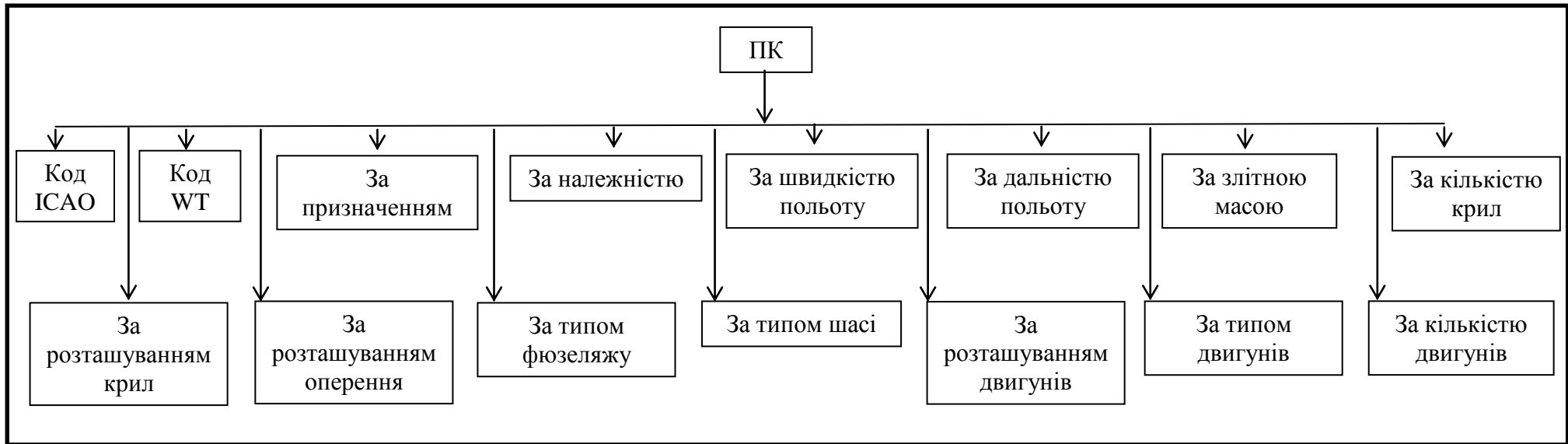
Тип ПК	Код ICAO	Код WTC	За належністю	За призначенням	За швидкістю польоту	За дальністю польоту	За злітною масою	За кількістю крил	За розташуванням крила відносно фюзеляжу
Embraer ERJ-190-200LR	E190	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Beechcraft 390 Premier I	PRM1	L	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	4	Моноплан	Низькоплан
Aerospatiale ATR 72-600	AT72	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Високоплан
Bombardier Challenger 600	CL60	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
Fokker 70	F70	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Boeing 737-5Q8	B738	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Saab-Fairchild 340B Plus	SF34	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
Boeing 767-322/ER	B763	H	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Далекомагістральний	1	Моноплан	Низькоплан
Airbus A320-211	A320	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Canadair Regional Jet 200	CRJ2	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
Yakovlev Yak-40K	YK40	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
Boeing 737-86N	B738	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	1	Моноплан	Низькоплан
Sukhoi Superjet 100-95	SU95	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Airbus A320-213	A320	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Airbus A319-115	A319	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
Antonov An-24RV	AN24	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	3	Моноплан	Високоплан
Antonov An-148-100B	A148	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	2	Моноплан	Високоплан
Boeing 737-82R	B738	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
De Havilland DHC-8-402Q	DH8D	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Високоплан
Boeing 737-505	B735	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	2	Моноплан	Низькоплан
Cessna 650 Citation VII	C650	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	4	Моноплан	Низькоплан
Gulfstream III	GLF3	M	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Середньомагістральний	3	Моноплан	Низькоплан
L-410 UVP-E	L410	L	Цивільний	Пасажирський	Дозвуковий	Ближньомагістральний	4	Моноплан	Високоплан

Тип ПК	За типом фюзеляжу	За розташуванням оперення	За типом шасі	За типом двигунів	За кількістю двигунів	За розміщенням двигунів
Embraer ERJ-190-200LR	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Beechcraft 390 Premier I	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Aerospatiale ATR 72-600	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На крилі
Bombardier Challenger 600	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На фюзеляжі
Fokker 70	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Boeing 737-5Q8	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Saab-Fairchild 340B Plus	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На крилі
Boeing 767-322/ER	Широкофюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Airbus A320-211	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Canadair Regional Jet 200	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Yakovlev Yak-40K	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Boeing 737-86N	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Sukhoi Superjet 100-95	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Airbus A320-213	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Airbus A319-115	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Antonov An-24RV	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На крилі
Antonov An-148-100B	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі

Прод дод.2.

Тип ПК	За типом фюзеляжу	За розташуванням оперення	За типом шасі	За типом двигунів	За кількістю двигунів	За розміщенням двигунів
Boeing 737-82R	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
De Havilland DHC-8-402Q	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На крилі
Boeing 737-505	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На крилі
Cessna 650 Citation VII	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
Gulfstream III	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбореактивний	2 – двигунів	На фюзеляжі
L-410 UVP-E	Вузьковюзеляжний	Класична схема	Сухопутний/Колесний/з передньою опорою	Турбогвинтовий	2 – двигунів	На крилі

## Класифікація ЛА



Кодування ПК, за ваговою категорією (Wake turbulence minimum) згідно стандартам ІКАО

L – Light (>7500 kg)

M – Middle (7500 – 148000 kg)

H – Heavy (148000kg >)

Класифікація ПС за належністю, призначенням, швидкістю польоту, дальністю польоту, злітною масою та впливом супутньої турбулентності наводиться на рисунках 1-5.

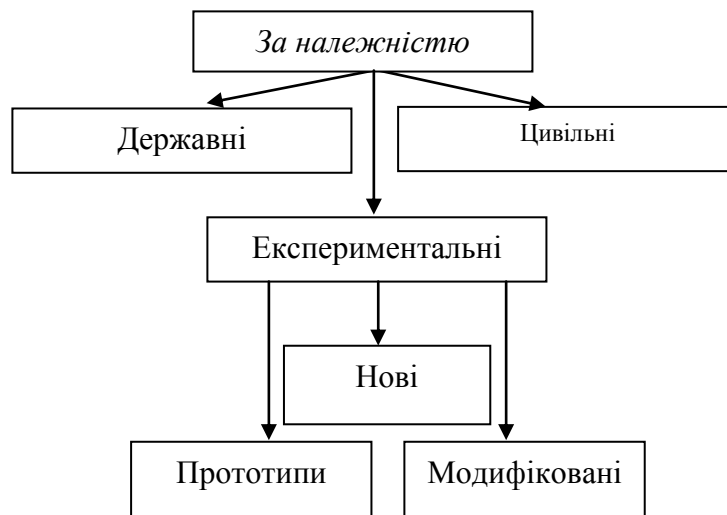


Рис. 1. Класифікація ПС за належністю

Державні ПС реєструються в Державному реєстрі державних повітряних суден, цивільні ПС – в Державному реєстрі цивільних повітряних суден, експериментальні ПС не внесені до реєстрів. Далі будемо розглядати тільки цивільні ПС.

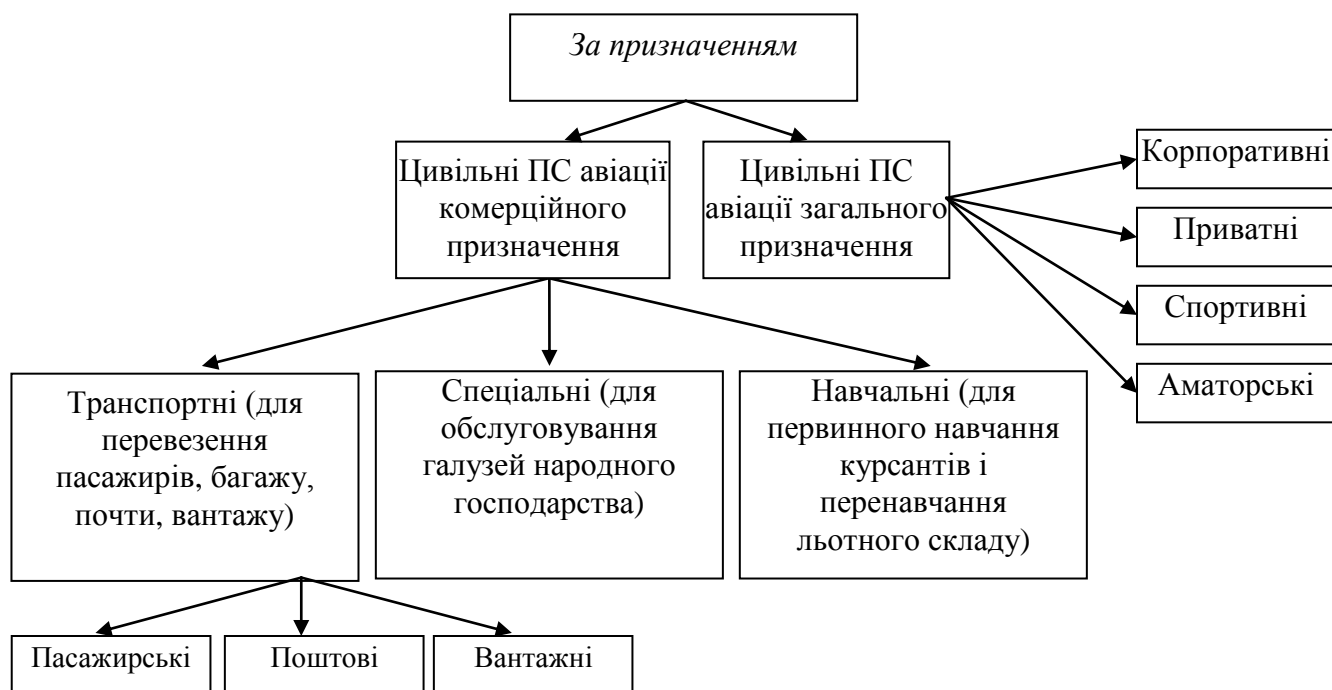
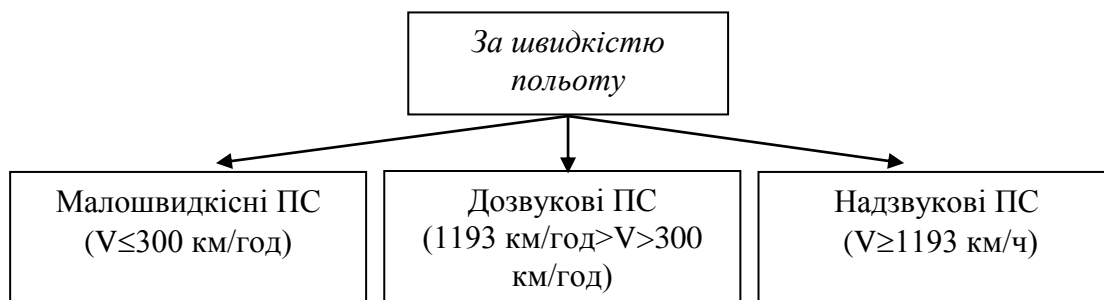


Рис. 2. Класифікація ПС за призначенням



а)

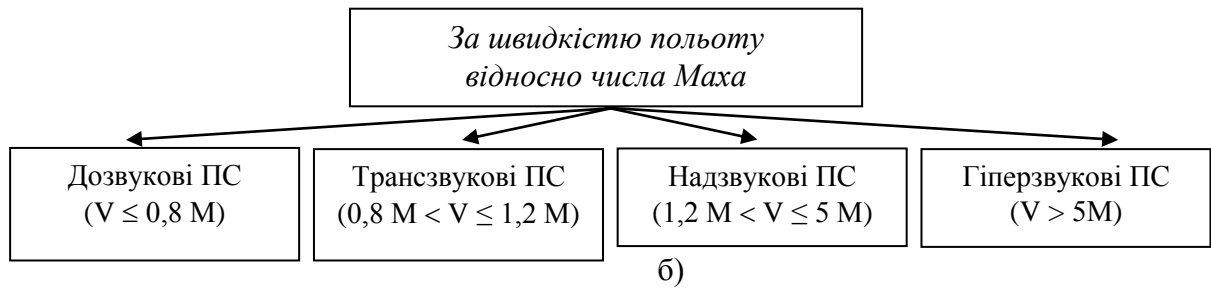


Рис. 3. Класифікація ПС за швидкістю польоту:  
а) загальна класифікація; б) відносно числа Маха

\*Число Маха  $M=v/a$ , де  $v$  – швидкість потоку,  $a$  – швидкість звуку (в стандартних умовах  $a=331,46$  м/с (1193 км/год)).

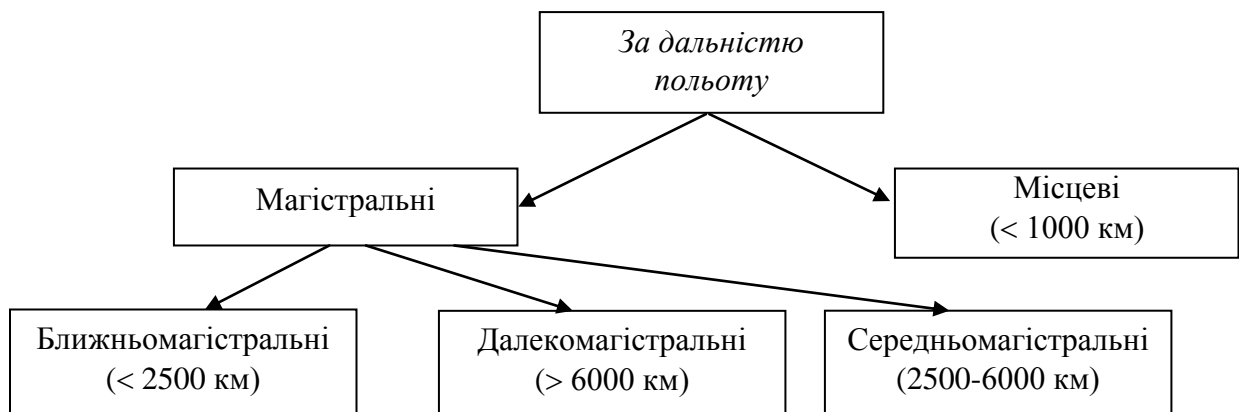


Рис. 4. Класифікація ПС за дальністю польоту

В залежності від злітної маси ПС діляться на класи (табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація ПС за злітною масою

Клас	Максимальна злітна маса $G$ , т	
	Літаки	Вертольоти
1	$G \geq 75$ (Ту-154, Ил-62, Ил-76)	$G \geq 10$
2	$75 > G \geq 30$ (Ан-12, Як-42)	$10 > G \geq 5$
3	$30 > G \geq 10$ (Ан-24, Ан-26, Ан-72, Ан-140, Ил-114, Як-40)	$5 > G \geq 2$
4	$G < 10$ (Ан-2, Ан-3Т, Ан-28, Ан-38, Л-410)	$G < 2$

\* За деякими класифікаціями літаки-гіганти (Ан-124 («Руслан»), Ан-225 («Мрія»), А-380) вважають поза класом (без обмеження маси).

\*\* Згідно Наставлення з виконання польотів (НВП), деяким типам ПС залежно від устаткування, швидкості, висоти і дальності польоту можуть присвоюватися підвищені класи (Ту-134 присвоєний 1 клас, хоча його злітна маса не досягає 50 т).

\*\*\* Класифікація ПС авіації загального призначення проводиться за категоріями:

Літаки:

- легкої категорії – літаки з повною злітною масою до 5700 кг;
- дуже легкої категорії – літаки з повною злітною масою до 750 кг;
- надлегкої категорії – літаки з повною злітною масою до 450 кг.

Вертольоти:

- нормальної категорії – вертольоти з повною злітною масою до 2720 кг;
- дуже легкої категорії – вертольоти з повною злітною масою до 600 кг.

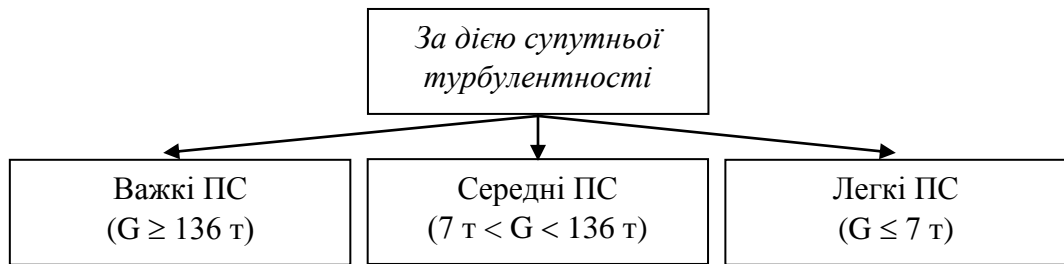


Рис. 5. Класифікація ПС за впливом супутньої турбулентності

Класифікація ПС за конструктивними схемами наводиться на рис. 6-13.



Рис. 6. Класифікація ПС за кількістю крил

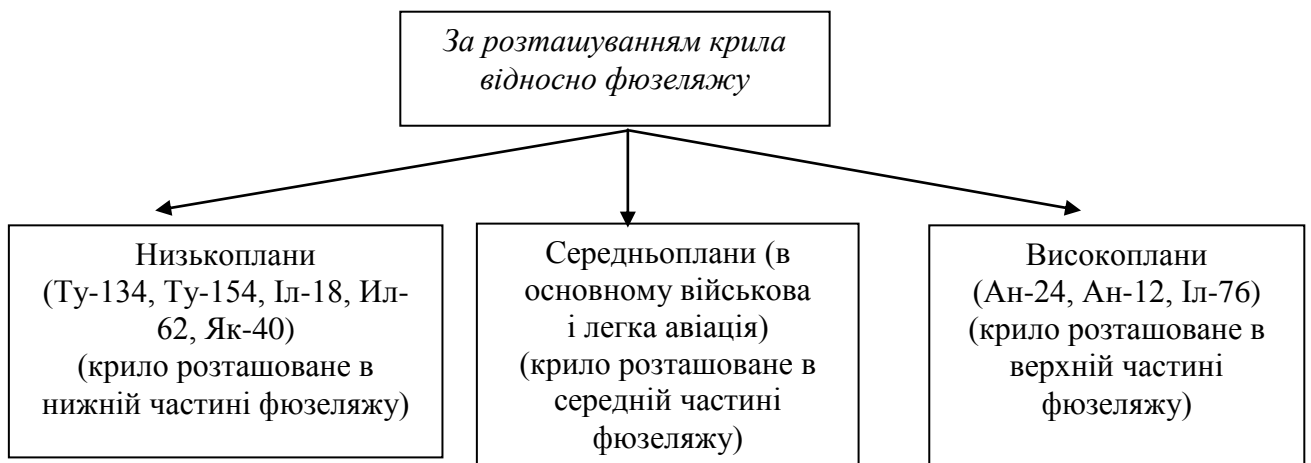


Рис. 7. Класифікація ПС за розташуванням крила відносно фюзеляжу

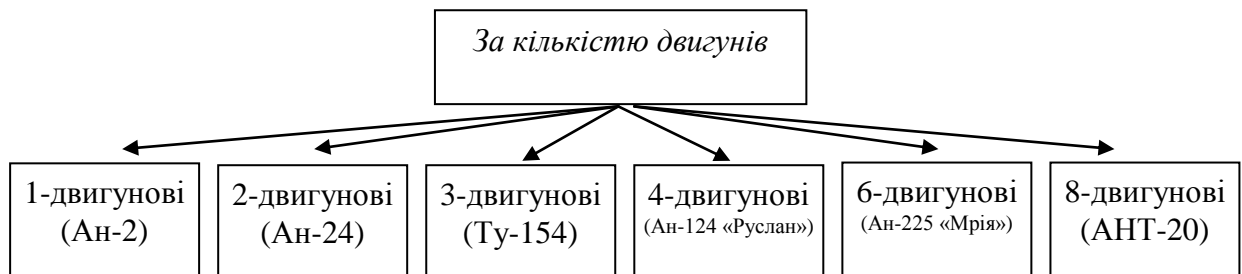


Рис. 8. Класифікація ПС за кількістю двигунів





Рис. 9. Класифікація ПС за типом фюзеляжу

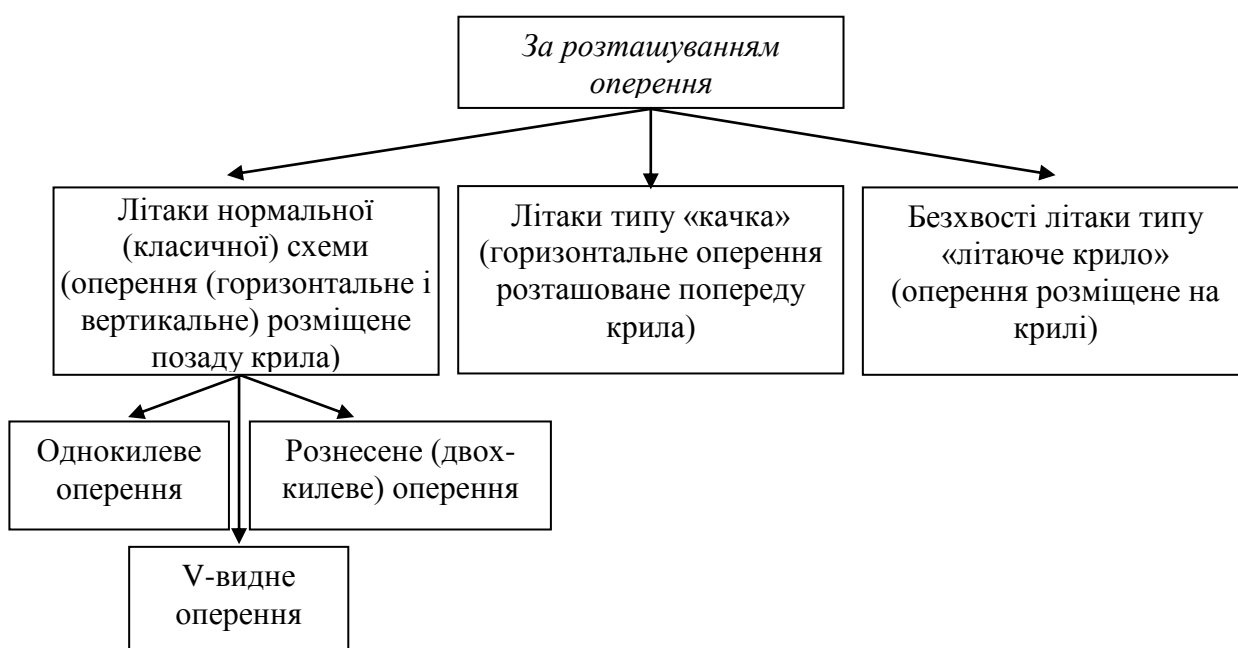


Рис. 10. Класифікація ПС за розташуванням оперення



Рис. 11. Класифікація ПС за типом двигунів

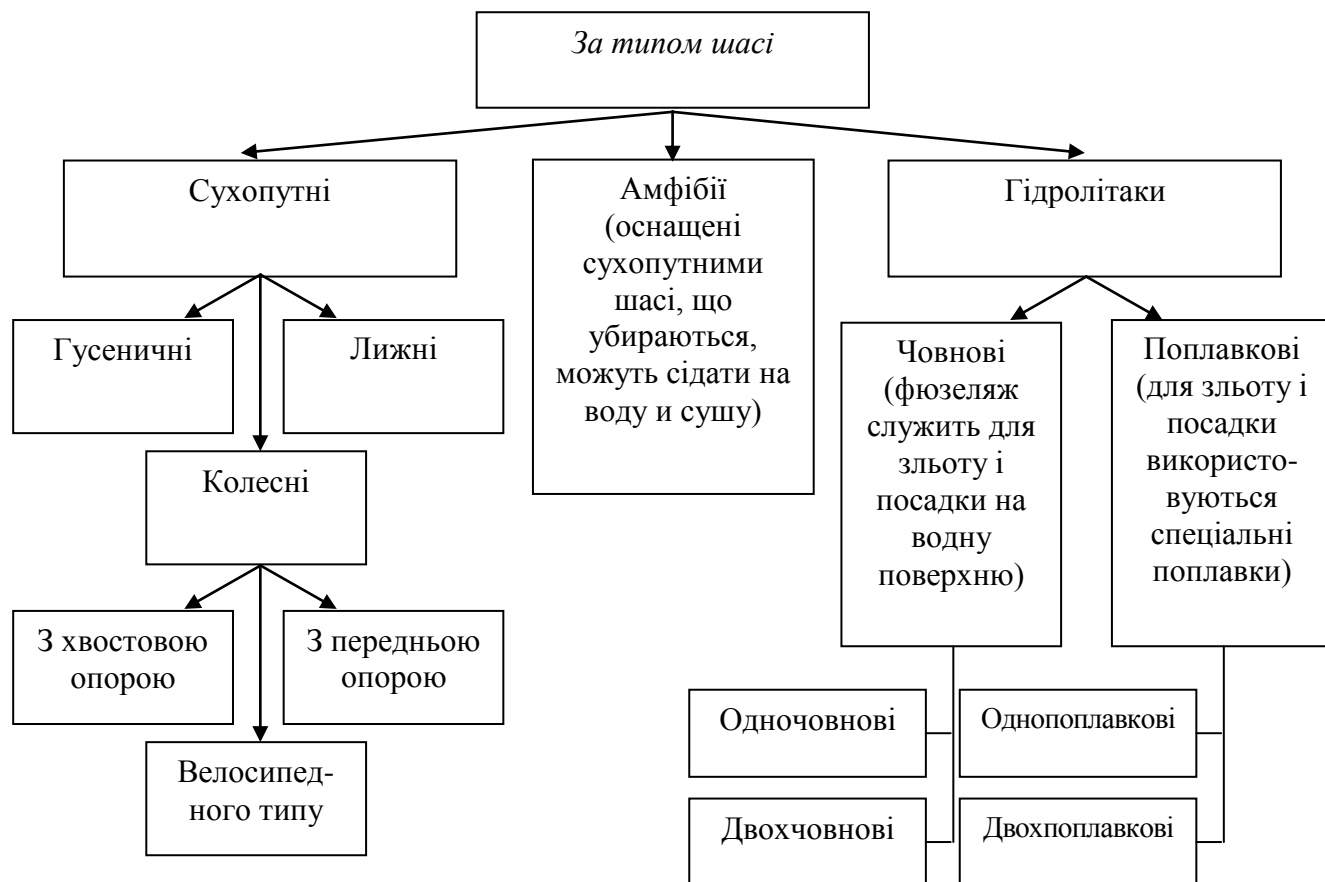


Рис. 12. Класифікація ПС за типом шасі

### Процедури (дії) екіпажу ПС у разі виникнення ОВП – відмова обох генераторів

Етап	Код дії	Дії Pilot Flying	Спирається на дію	Час, с	Код дії	Дії Pilot Monitoring	Спирається на дію	Час, с
1	A1	виявлення відмови обох генераторів	-	5	B1	виявлення відмови обох генераторів	-	5
	A2	зчитує назву аварійних табло, що висвітилися: TRANSFER BUS OFF, BUS OFF та GEN OFF BUS	A1	5	B2	продовжує контролювати роботу бортових систем заслуховує PF	B1	5
	A3	видача команди «Зачитати відповідний checklist»	A2	2	B3	відшукує та починає зачитувати відповідний checklist	B2 (A3п)	25
	A4	керування ПС (пілотування)	A3	35	B4	зчитує процедуру: вимикач BUS TRANSFER встановити в положення OFF (вимкнуто) та береться рукою за вимикач	B3	10
	A5	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A4 (B5п)	2	B5	тримає вимикач	B4	2
	A6	керування ПС (пілотування)	A5		B6	встановлює вимикач BUS TRANSFER в положення OFF	B5(A5)	1
	A7	керування ПС (пілотування)	A6		B7	зчитує процедуру: вимикач ELECTRIC HYDRAULIC PUMP встановити в положення OFF та береться рукою за вимикач	B6	10
	A8	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A7 (B8п)	2	B8	тримає вимикач	B7	2
	A9	керування ПС (пілотування)	A8		B9	встановлює вимикач ELECTRIC HYDRAULIC PUMP в положення OFF	B8(A8)	1
	A10	керування ПС (пілотування)	A9		B10	зчитує процедуру: вимикач ENGINE No. 2 GENERATOR встановити в положення ON (ввімкнуто) та береться рукою за вимикач	B9	10
	A11	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A10 (B11п)	2	B11	тримає вимикач	B10	2
	A12	керування ПС (пілотування)	A11		B12	встановлює вимикач ENGINE No. 2 GENERATOR в положення ON	B11 (A11)	1
	A13	керування ПС (пілотування)	A12		B13	зчитує процедуру: вимикач ENGINE No. 1 GENERATOR встановити в положення ON (ввімкнуто) та береться рукою за вимикач	B12	10
	A14	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A13 (B14п)	2	B14	тримає вимикач	B13	2
	A15	керування ПС (пілотування)	A14		B15	встановлює вимикач ENGINE No. 1 GENERATOR в положення ON	B14 (A14)	1
2	A16	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF (ШИНА ВИМКН.)	A15	2	B16	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF (ШИНА ВИМКН.)	B15	2
	A17	керування ПС (пілотування)	A15		B17	якщо табло світиться, зачитує процедуру: запусти-ти APU (BCU) та підключи-ти живлення на борт	B16	2
	A18	керування ПС (пілотування) і перевіряє дії РМ	A15		B18	запускає APU (BCU) та підключає живлення на борт	B17	60
	A19	керування ПС (пілотування)	A15		B19	якщо одне або обидва табло BUS OFF згасло: зачитує процедуру: перемикач BUS TRANSFER перевести в положення AUTO	B16	10

	A20	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF	A15	2	B20	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF та береться рукою за перемикач	B19	2
	A21	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A20 (B21п)	2	B21	тримає вимикач	B20	2
	A22	керування ПС (пілотування)	A21		B22	встановлює вимикач BUS TRANSFER в положення AUTO	B21 (A21)	1
	A23	керування ПС (пілотування)	A22		B23	зчитує процедуру: вимикач ELECTRIC HYDRAULIC PUMP встановити в положення ON (ввімкнуто ) та береться рукою за вимикач	B22	10
	A24	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A23 (B24п)	2	B24	тримає вимикач	B23	2
	A25	керування ПС (пілотування)	A24		B25	встановлює вимикач ELECTRIC HYDRAULIC PUMP в положення ON	B24 (A24)	1
3	A26	керування ПС (пілотування)	A25		B26	якщо обидва основних прибори, що показують просторове положення ПС не працюють: зачитує процедуру: встановити перемикач IRS MODE SELECTOR (режим ИКВ) в положення АТТ та береться рукою за перемикач	B25	4
	A27	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A26 (B27п)	2	B27	тримає перемикач	B26	2
	A28	перевіряє дії РМ, витримує горизонтальний політ та постійну швидкість до відновлення показників просторового положення (приблизно 30 секунд)	A27	30	B28	встановлює перемикач IRS MODE SELECTOR (режим ИКВ) в положення АТТ	B27 (A27)	1
	A29	керування ПС, витримує горизонтальний політ та постійну швидкість до відновлення показників просторового положення	A28		B29	вводить MAGNETIC HEADING в ручному режимі	B28	6
	A30	керування ПС (пілотування)	A29		B30	якщо висвічуються обидва табло BUS OFF зачитує процедуру: встановити перемикач ALL EXTERIOR LIGHTS (усі БАНВ) в положення OFF (вимкнено) та береться рукою за перемикач	B25	10
	A31	перевіряє дії РМ і командує «Check»	A30 (B31п)	2	B31	тримає вимикач	B30	2
	A32	керування ПС(пілотування)	A31		B32	встановлює перемикач ALL EXTERIOR LIGHTS (усі БАНВ) в положення OFF (вимкнено)	B31 (A31)	1
	A33	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF	A32	2	B33	перевіряє, чи згасло одне або обидва табло BUS OFF	B32	2
4	A34	передача сигналу PAN PAN PAN, доповідь диспетчеру про відмову генераторів та необхідності виконання посадки на найближньому підходящому аеродромі.	A33	15	B34	Продовжує контролювати роботу бортових систем	B33	

**Метеорологічні умови вправи 3\_1**

*Погода аеродрому Харків/студент за 08.00*

Вітер: біля землі – магнітний 300° 3 максимальний 5 м/с  
на висоті 600м – 320° 7 м/с

Видимість – 10 км.

Хмарність: Ясно.

Температура повітря +18°C, точка роси +12°C .

Тиск: *QNH* 1015 гПа, на рівні аеродрому – 745 мм.рт.ст, 994 гПа.

Вологість – 60 відсотків

Робоча полоса: для вильоту 26 ліва, для посадки – 26 права. Суха. Коефіцієнт щеплення  
0.6, 0.65, 0.6. Гальмування добре

Прогноз на посадку: без змін

*Погода аеродрому Харків/студент за 08.30*

Вітер: біля землі – магнітний 310° 6 м/с  
на висоті 600м – 330° 8 м/с

Видимість – 10 км.

Хмарність: Ясно.

Температура повітря +19°C, точка роси +12°C .

Тиск: *QNH* 1015 гПа, на рівні аеродрому – 745 мм.рт.ст, 994 гПа.

Вологість – 65 відсотків

Робоча полоса: для вильоту 26 ліва, для посадки – 26 права. Суха. Коефіцієнт щеплення  
0.6, 0.65, 0.6. Гальмування добре

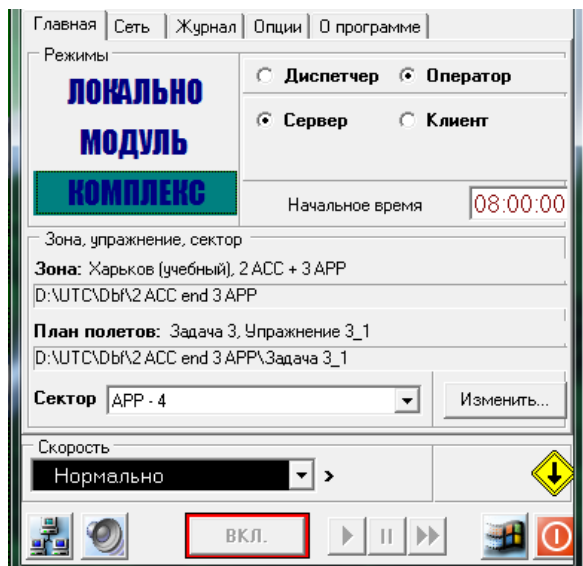
Прогноз на посадку: без змін

## План польоту: ПП 3 1

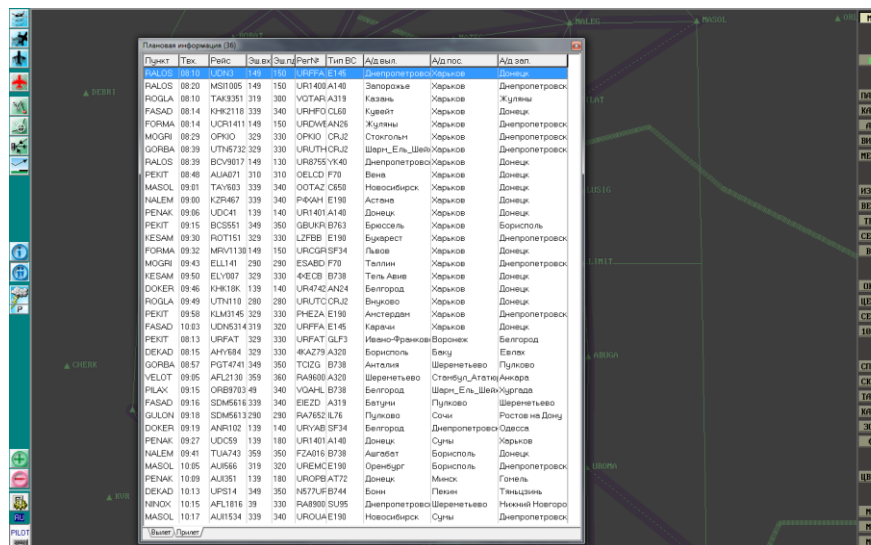
№ п/ч	Точка виходу/входу	Час	№ рейса	FL	Позивний	А/д вильоту	А/д Призначення	Код ІСАО та WTC	Код ВОРЛ	Обладн.	№ ст
<b>ВІДПРАВЛЕННЯ</b>											
1	MOGRI	08.15	BTI 5586	300	Baltic	Харків	Рига	F70/М			34
2	KESAM	08.25	MLD 898	300	Air Moldova	Харків	Кишинів	E190/М		RVSM	35
3	MASOL	08.35	SVR 2214	350	Sverdlovsk	Харків	Єкатеринбург	B763/Н		RVSM	36
4	FASAD	08.40	FDB 726	330	Skydubai	Харків	Дубай	B738/М		RVSM	30
5	DOKER	08.55	KHK 157	130	Sun Rain	Харків	Білгород	AN24/М			29
6	RALOS	09.05	UDN 4	160	Dniproavia	Харків	Дніпропетровськ	E145/М			28
7	MOGRI	09.15	NAX 3634	320	Nor Shuttle	Харків	Осло	CRJ2/М		RVSM	15
8	GORBA	09.25	BCV 9023	340	Business Aviation	Харків	Ларнака	GLF3/М		RVSM	41
9	ROGLA	09.35	UTA 702	290	Utair	Харків	Москва (Внуково)	CRJ2/М		RVSM	14
10	NALEM	09.45	DNV 3214	310	Donavia	Харків	Ростов-на-Дону	B738/М			13
11	PEKIT	09.55	UTN 505	180	Utair Ukraine	Харків	Київ (Жуляни)	AT72/М			27
12	PENAK	10.05	ISD 2254	150	ISD	Харків	Донецьк	CRJ2/М			12
13	PEKIT	10.15	WZZ 1570	340	Wizzair	Харків	Варшава	A320/М			11
<b>ПРИБУТТЯ/ТРАНЗИТ</b>											
1	RALOS		UDN 3	150	Dniproavia	Дніпропетровськ	Харків	E145/М	2012	RVSM	
2	ROGLA		TAK 9351	320	Tatarstan	Казань	Харків	A319/М	1037	RVSM	
3	FASAD	.12	KHK 2118	340	Sun Rain	Кувейт	Харків	CL60/М	5442	RVSM	
4	FORMA	.12	UCR 1411	150	Charter Ukraine	Київ (Жуляни)	Харків	AN26/М	6511		
5	PEKIT	.13	URFAT	330	URFAT	Львів	Воронеж	GLF3/М	1133	RVSM	
6	DECAD	.15	AHY 684	330	Azal	Київ (Бориспіль)	Баку	A320/М	4125	RVSM	
7	MOGRI	.27	OPKIO	330	OPKIO	Стокгольм	Харків	CRJ2/М	1070	RVSM	
8	PENAK	.28	UTS156	140	Airruh	Донецьк	Суми	B350/L	1756		
9	GORBA	.29	UTN 5732	330	Utair Ukraine	Шарм-Ель-Шейх	Харків	CRJ2/М	3001	RVSM	
10	RALOS	.40	BCV 9017	150	Business Aviation	Дніпропетровськ	Харків	YK40/М	2014		

№ п/ч	Точка виходу/входу	Час	№ рейса	FL	Позивний	А/д вильоту	А/д Призначення	Код ICAO та WTC	Код ВОРЛ	Обладн.	№ ст
11	PEKIT	.56	AUA 071	310	Austrian	Відень	Харків	F70/М	1123	RVSM	
12	GORBA	.57	PGT 4741	350	Sunturk	Анталья	Москва (Шереметьєво)	B738/М	5006	RVSM	
13	MASOL	.59	TAY603	340	Quality	Новосибірськ	Харків	C650/М	3122	RVSM	
14	NALEM	09.00	KZR 467	340	Astana Line	Астана	Харків	E190/М	5454	RVSM	
15	VELOT	.05	AFL 2130	360	Aeroflot	Москва (Шереметьєво)	Стамбул	IL96/Н	4104	RVSM	
16	PENAK	.06	UDC 41	140	Donbassaero	Донецьк	Харків	A140/М	1710		
17	PILAT	.15	ORB9703	110/340	Orenburg	Білгород	Хургада	B738/М	0702	RVSM	
18	FASAD	.16	SDM 5616	340	Russia	Батумі	Санкт-Петербург	A319/М	0332	RVSM	
19	GULON	.18	SDM 5613	290	Russia	Санкт-Петербург	Сочі	IL76/Н	0506		
20	DOKER	.20	ANR102	140	YanAir	Білгород	Дніпропетровськ	SF34/М	2264		
21	PENAK	.25	UDC 59	140	Donbassaero	Донецьк	Суми	A140/М	1710		
22	KESAM	.29	ROT 151	330	Tarom	Бухарест	Харків	E190/М	1424	RVSM	
23	FORMA	.30	MRV 1130	150	Aviamars	Ужгород	Харків	SF34/М	1105		
24	NALEM	.41	TUA 743	360	Turkmenistan	Ашгабат	Київ (Бориспіль)	B738/М	5474	RVSM	
25	MOGRI	.43	ELL 141	290	Estonian	Таллінн	Харків	F70/М	1013		
26	KESAM	.49	ELY 007	330	El Al	Тель-Авів	Харків	B738/М	1410	RVSM	
27	DOKER	.50	KHK 18K	140	Sun Rain	Білгород	Харків	AN24/М	3102		
28	ROGLA	.54	UTN 110	280	Utair Ukraine	Москва (Внуково)	Харків	CRJ2/М	1027	RVSM	
29	PEKIT	10.00	KLM 3145	330	Klm	Амстердам	Харків	E190/М	1125	RVSM	
30	MASOL	.05	AUI 566	320	Ukraine international	Оренбург	Київ (Бориспіль)	E190/М	1134	RVSM	
31	PENAK	.10	AUI 351	140/180	Ukraine international	Донецьк	Мінськ	AT72/М	1171		
32	DECAD	.13	UPS 14	350	UPS	Бонн	Пекін	B744/Н	4123	RVSM	
33	FASAD	.15	UDN 5314	320	Dniproavia	Карачі	Харків	E145/М	5444	RVSM	
34	NINOR	.15	AFL1816	140/330	Aeroflot	Дніпропетровськ	Москва (Шереметьєво)	SU95/М	0604	RVSM	
35	MASOL	.17	AUI 1534	340	Ukraine international	Новосибірськ	Суми	E190/М	1136	RVSM	

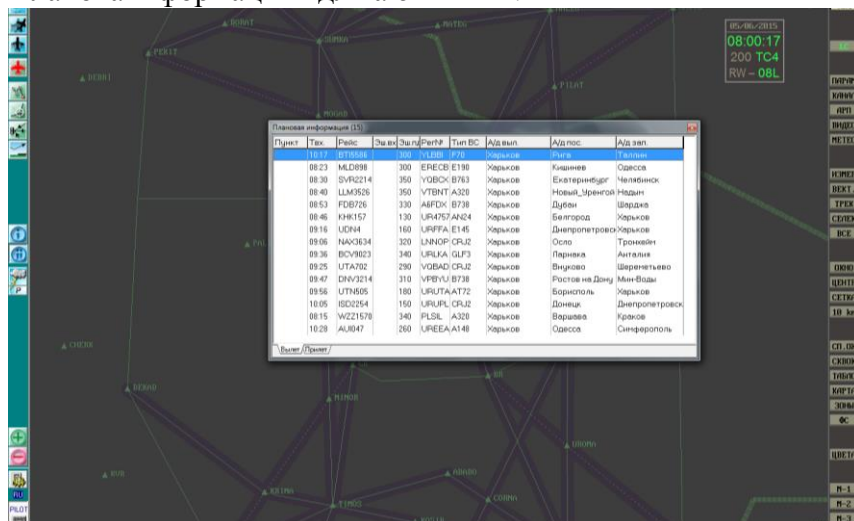
Вибір вправи та задачі:



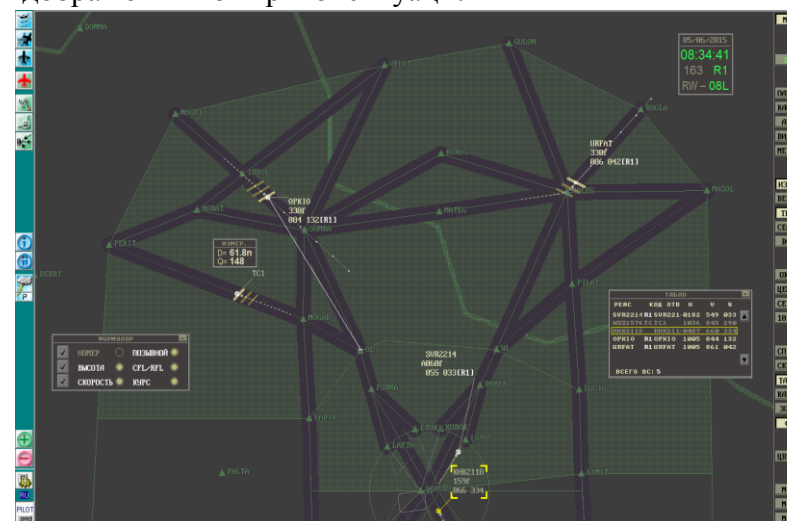
Планова інформація прибуваючих та транзитних ПК:



Планова інформація відлітаючих ПК:



Відображення повітряної ситуації:





## Инструкция Администратора Диспетчерского тренажера

### Общие сведения

В обязанности Администратора тренажера входит выполнение следующих процедур:

- формирование и импортирование набора рабочих конфигураций для последующего выполнения упражнений;
- подготовка файлов с планами полетов и их импортирование для создания упражнений;
- запуск и управление процессом моделирования (управление сессиями).

Все перечисленные процедуры должны выполняться с помощью рабочего места администратора (РМ Администратора). Описание графического интерфейса РМ Администратора приводится далее.

### Интерфейс рабочего места Администратора.

Рабочее место Администратора реализовано в виде графической программы simadmin для ОС Linux Ubuntu.

Главное окно программы (рис. 14) содержит:

- строку главного меню;
- панель управления сеансами моделирования (Sessions);
- панель-вкладку управления параметрами визуальной подсистемы (Visual System);
- панель-вкладку диспетчера задач (Task Manager).

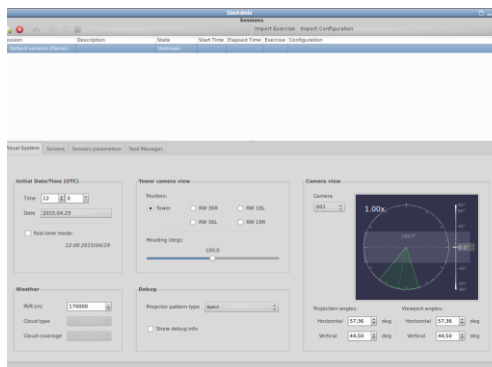


Рис. 14. Главное окно РМ Администратора

### Главное меню

Меню включает следующие пункты:

#### File:

- └ Import exercise      Вызов окна-диалога для импортирования упражнений в формате FPL
- └ Quit                    Закрывает окно программы simadmin (не влияет на ход упражнения, однако данные о сессии будут потеряны)

#### Session:

- └ New session...        Создать новую сессию. Вызывает окно-диалог для создания сессии.
- └ Delete                Удалить выбранную в списке сессию.
- └ Load configuration    Загрузить конфигурацию сессии (подготовить рабочие места к выполнению упражнения).
- └ Play                    Запустить выполнение выбранной сессии.
- └ Pause                 Функция не реализована
- └ Stop                    Остановить выполнение выбранной сессии.

## Панель кнопок управления сессиями

Перечень кнопок и их назначение:



– Создать новую сессию. Вызывает окно-диалог для создания сессии.



– Удалить выбранную в списке сессию.

– Загрузить конфигурацию сессии (подготовить рабочие места к выполнению упражнения).



– Запустить выполнение выбранной сессии.



– Временно приостановить выполнение сессии (в текущей версии не работает).



– Остановить выполнение выбранной сессии.

## Панель операций импортирования

Перечень кнопок и их назначение:

### Import Exercise

– вызывает диалог выбора файлов с исходными планами полетов для импортирования упражнений

### Import Configuration

– вызывает диалог выбора файлов с рабочими конфигурациями тренажера

## Таблица сессий

Таблица сессий содержит список выполняющихся, ожидающих выполнения и завершенных сессий. Строка сессии может быть развернута в список программных задач, выполняемых на рабочих местах и серверах тренажера в рамках данной сессии.

Для каждой сессии в таблице приводится:

- название сессии/ задачи (колонка Session)
- описание сессии/ задачи (колонка Description)
- текущее состояние сессии/задачи (колонка State)
- системное время старта сессии (колонка Start Time)
- время, прошедшее с момента запуска сессии (колонка Elapsed Time)
- файл упражнения (колонка Exercise)
- файл конфигурации (колонка Configuration)

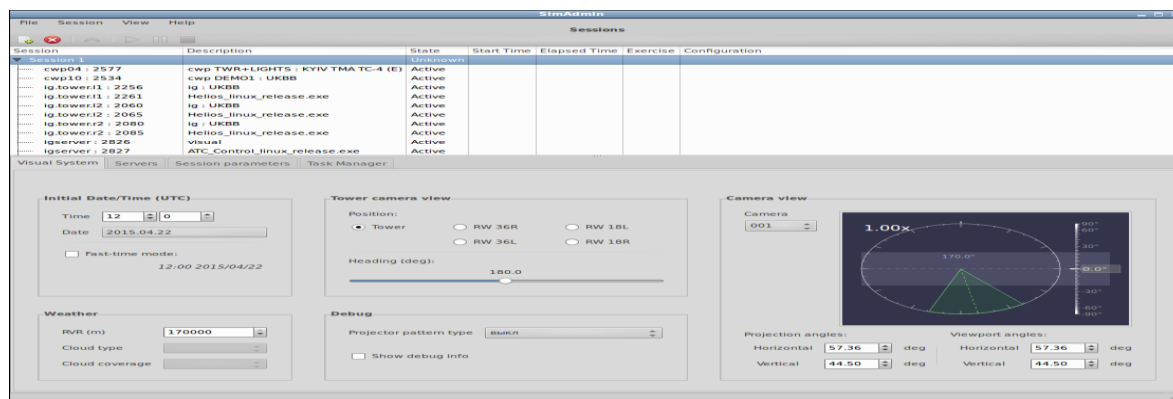


Рис. 15. Таблица сессий.

## Панель управления визуальной подсистемой

Панель содержит элементы управления следующими параметрами визуальной подсистемы (табл. 1):

Название группы элементов управления	Назначение
Initial Date/Time (UTC)	Задание текущих времени суток и даты в ручном режиме
	Включение/отключение автоматического режима ускоренной смены времени суток – Fast time mode
Weather	Задание горизонтальной видимости в метрах – RVR
Tower Camera View	Управление направлением обзора главного вида диспетчерской вышки (градусы) – Heading
Debug	Задание режима отладки проекционной системы
Camera view	Выбор активного бинокля
	Управление параметрами активного бинокля

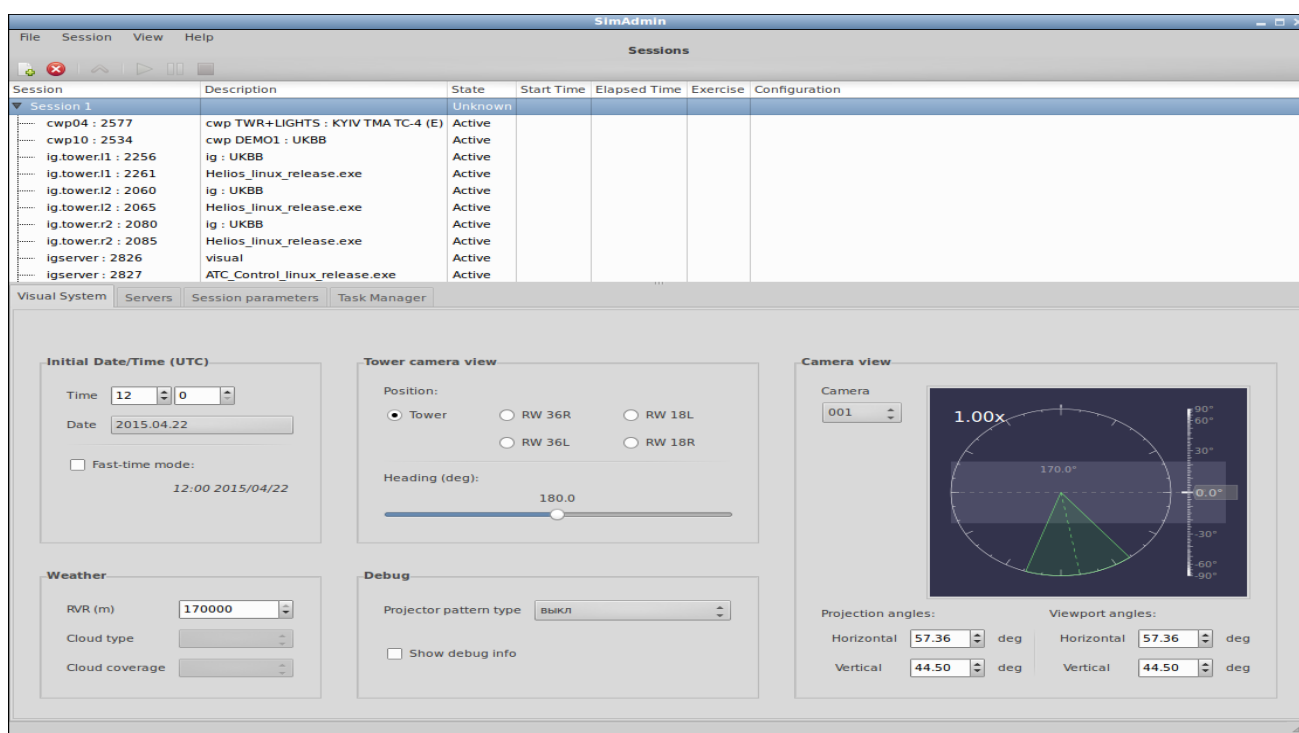


Рис. 16. Панель управления визуальной подсистемой.

### Панель диспетчера задач

Панель содержит таблицу с перечнем всех выполняемых в данный момент подсистемами тренажера программных задач. Каждая строка таблицы соответствует одной задаче или машине в случае если на ней не выполняется более чем одна задача. Таблица содержит такие колонки:

- Position – имя машины (РМ или сервера);
- Pid – идентификатор программного процесса, присвоенный операционной системой (в соответствии с правилами Windows или Linux);
- Connection – номер сетевого соединения;
- Session – номер сессии;
- State – текущее состояние задачи (возможные значения: exes – выполняется, idle – нет задач на машине, not resp – разорвано соединение с машиной)
- Task – название задачи или имя исполняемого файла

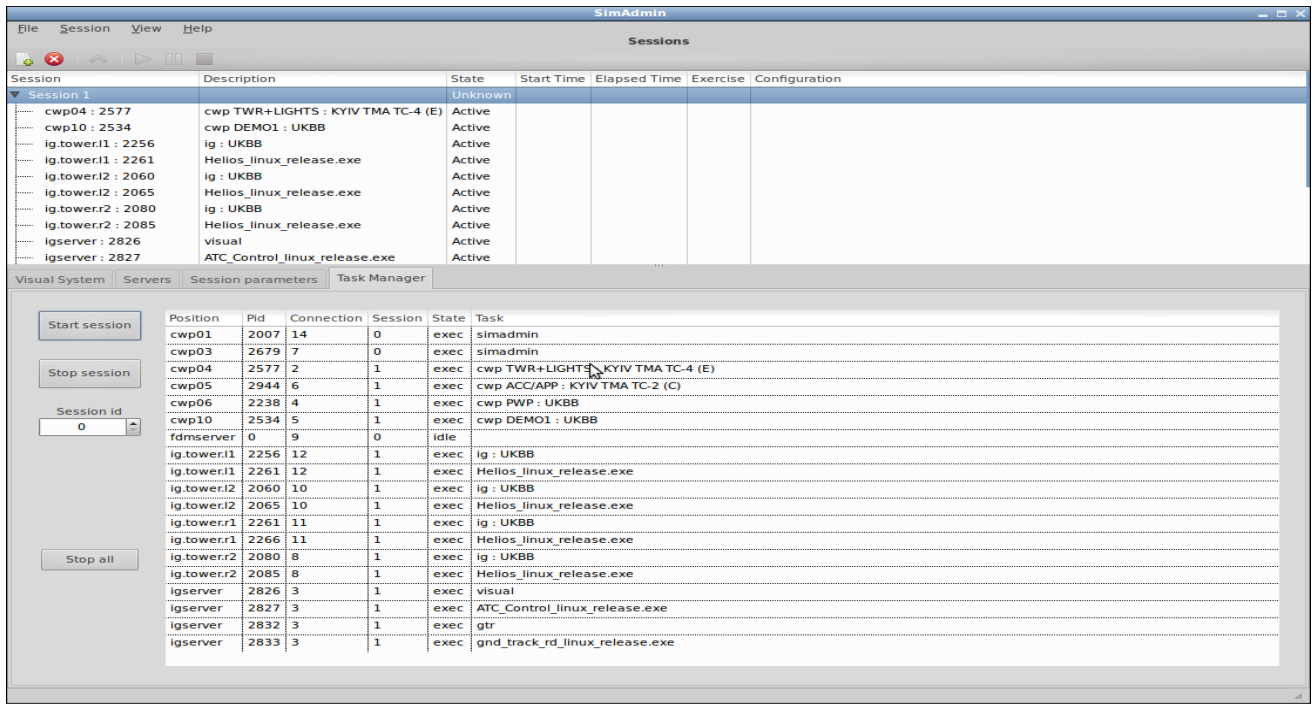


Рис. 17. Панель диспетчера задач.

## Основные процедуры

### Обязательные условия выполнения

Перед выполнением всех описанных ниже процедур необходимо убедиться в том, что запущены следующие подсистемы тренажера:

- главный вычислительный сервер;
- рабочая станция с РМ Администратора (cwp08).

### Импортирование упражнений

Импортирование упражнений предназначено для загрузки в тренажер текстовых файлов с исходными планами полетов и создания на основе них файлов со сценариями моделирования, пригодных для последующего выполнения в тренажере.

### Процедура импортирования

Требуемый порядок действий:

1. Подготовить исходный файл с планами полетов, сохранить его на внешнем USB-носителе.
2. Подключить USB-носитель к рабочей станции с РМ Администратора.
3. В главном окне РМ Администратора нажать кнопку Import Exercise.
4. В открывшемся окне выбрать пункт «custom location» и нажать на кнопку выбора файла.
5. Для поиска исходного файла выбрать на левой панели каталог, соответствующий USB-носителю, далее выбрать требуемый файл согласно его расположению на диске. Нажать «Open».
6. Нажать «Next» для перехода к странице предварительного просмотра содержимого файла с планами полетов.
7. При необходимости скорректировать содержимое файла.
8. Нажать «Next» для перехода к странице контроля ошибок импортирования.
9. При наличии ошибок, которые выделены красным цветом, вернуться к шагу 7 или 4 с помощью кнопки «Back».
10. При отсутствии ошибок нажать «Next» для перехода к странице сохранения импортированного упражнения на главном сервере тренажера.
11. Указать имя файла упражнения без расширения. При необходимости обеспечить группировку упражнений по отдельным каталогам следует указать выбрать нужного уровня или создать новый подкаталог.
12. Нажать «Sqve».

### Управление сессиями

Процесс моделирования заключается в запуске и последующем управлении работой сессий моделирования. Каждая сессия соответствует одному выполняемому упражнению в соответствии с одной загруженной рабочей конфигурацией тренажера.

Перед выполнением сессия должна быть создана, после завершения работы – удалена.

Возможные состояния сессии приведены ниже в порядке перехода из одного состояния в другое:


Состояние сессии	Описание
Not initialized	Не инициализирована – сформирована комбинация упражнение-конфигурация, однако конфигурация не загружена на РМ и серверы тренажера
Initialized	Инициализирована – конфигурация загружена на РМ, серверы готовы к старту упражнения
Run	Запущена – упражнение выполняется
Terminated	Завершено – выполнение упражнения принудительно остановлено

В текущей реализации тренажера допускается одновременное выполнение только одной сессии. После завершения (принудительной остановки) текущей сессии, она должна быть удалена, после чего может быть запущена следующая сессии. При этом номер сессии автоматически инкрементируется.


**Примечание:** в текущей реализации тренажера при выходе из РМ Администратора без завершения активной сессии, информация о ней будет утеряна, поэтому рекомендуется завершать сессию перед выходом.

При запуске аппаратуры тренажера автоматически запускается сессия с номером 0 и названием Default Sessionю. Данная сессия служит исключительно для демонстрационных целей и должна быть также завершена перед запуском тренировочных упражнений.


Для удаления сессии необходимо:

1. Выделить строку с сессией в таблице сессий.
2. Нажать кнопку .


Для создания сессии необходимо:

1. Нажать кнопку .
2. Указать файл рабочей конфигурации с помощью соответствующей кнопки выбора Browse.
3. Указать файл упражнения с помощью соответствующей кнопки выбора Browse.
4. Убедиться в появлении новой строки в таблице сессий.


Для загрузки рабочей конфигурации на рабочие места и серверы тренажера необходимо:

1. Выбрать строку сессии в таблице сессий.
2. Нажать кнопку .
3. Убедиться, что требуемые РМ загружены на соответствующие рабочие станции в требуемых конфигурациях (роль диспетчера, зона управления).

Для запуска выполнения сессии а необходимо:

1. Выбрать строку сессии в таблице сессий.
2. Нажать кнопку .
3. Убедиться, что на экранах РМ отображается динамическая воздушная обстановка.

Для остановки выполнения сессии а необходимо:

1. Выбрать строку сессии в таблице сессий.
2. Нажать кнопку .
3. Убедиться, что на экранах РМ воздушная обстановка не изменяется.

## Лабораторні роботи для підготовки операторів БПЛА

### Лабораторна робота №1

**Тема:** Передполітна підготовка БПЛА «BIRD EYE 400»

**Мета:** Вивчення передполітної підготовки БПЛА «BIRD EYE 400»

#### Стислі теоретичні відомості

Комплекс «BIRD EYE 400» (рис.18) є системою з мініатюрним безпілотним літальним апаратом (БПЛА) [14], що забезпечує передачу відеозображення високої роздільної здатності в режимі реального часу для застосування на рівні бригади та батальйону при веденні тактичних бойових дій.



Рис.18 БПЛА «BIRD EYE 400»

**Передполітна підготовка включає такі обов'язкові пункти виконання:**

1. Установка першочергового зв'язку.
2. Ініціювання тестування системи.
3. Огляд БПЛА.

#### Установка першочергового зв'язку

1. Переконайтеся в тому, що система розгорнута, всі кабелі під'єднані, і живлення переносного наземного пульта управління (ПНПУ) і БПЛА ввімкнено.
2. Як канал передачі даних встановіть канал техобслуговування. (Меню попередньої установки / попередня установка каналу передачі даних).
3. Переконайтеся в наявності сильного сигналу прийому з БПЛА. (Робота каналу передачі даних). Синхронізуйте відновлення зв'язку по каналу «земля-повітря» з іншими пристроями системи.
4. Переведіть наземний канал передачі в режим «**Чисто**».
5. Перевірте наявність сильного сигналу передачі.
6. Встановіть робочий канал.
7. Встановіть робочий режим «**Secure**» (якщо необхідно), і встановіть номер послідовності.

#### Ініціювання тестування системи

1. У вікні попереджень мають з'явитися тільки наступні попередження:
  - 1.1. Відмова датчика приладової швидкості;
  - 1.2. БПЛА на землі;
  - 1.3. Нижче заданої висоти НУЗ;
  - 1.4. Нижче заданої висоти НУМ;
  - 1.5. ПОПЕРЕДНЯ УСТАНОВКА НЕ ЗАВЕРШЕНО;
  - 1.6. ТЕСТ не закінчилися.
2. В загальному меню відкрийте вікно ініційованого вбудованого тестування.
3. Натисніть кнопку «**Ініціювати**».

4. Переконайтеся в тому, що після виконання кожного тесту в наступних полях автоматично виставляються «галочки» – «V»:
  - 4.1. Канал передачі даних;
  - 4.2. Електроживлення;
  - 4.3. Автопілот;
  - 4.4. Датчики.
5. При запуску тесту крену і тангажа дотримуйтеся вказівок, які з'являються в діалоговому вікні.
6. При запуску тестування сервоприводу дотримуйтеся інструкцій в діалоговому вікні.
7. При запуску тестування двигуна не забувайте дотримуватися правил техніки безпеки.
8. При тестуванні цільового спорядження перевірте хід цільового спорядження та положення вікна оператора БПЛА в кінці цього процесу.
9. Після завершення процесу ініційованого вбудованого тестування перевірте, щоб на екрані з'явилося виділене зеленим кольором повідомлення «**ГОТОВИЙ ДО ПОЛЬОТУ**».

### ***Виконання роботи***

#### ***Огляд БПЛА:***

1. Справність фюзеляжу і крил:
  - переконайтеся у відсутності видимих слідів пошкодження фюзеляжу і крил;
  - перевірте поверхні БПЛА на відсутність помітних дефектів.
2. Кріплення крил з центральним крилом:
  - перевірте з'єднання центрального крила з фюзеляжем;
  - переконайтеся, що болти затягнуті належним чином;
  - переконайтеся в правильності установки центрального фіксатора.
3. Сервоприводи:
  - переконайтеся в тому, що гнізда сервоприводів закриті;
  - переконайтеся в тому, що запобіжник знаходиться на серворичаге;
  - переконайтеся у вільному ході серворичага.
4. Крильця:
  - перевірте надійність кріплення крилець до крил;
  - переконайтеся у відсутності тріщин в крильцях;
  - переконайтеся в тому, що болти затягнуті належним чином.
5. Гвинт:
  - переконайтеся у відсутності забруднень і тріщин на гвинті;
  - переконайтеся в надійності кріплення гвинта до втулки;
6. Трубка Піто:
  - переконайтеся в чистоті трубки Піто.
7. Амортизатори:
  - перевірте надійність кріплення опорних стійок в гніздах.

#### ***ЩОДЕННИЙ ОГЛЯД БПЛА***

Виконайте наступне:

1. Перевірте заряд батареї і відсутність здуття її елементів.
2. Перевірте правильність усіх електричних з'єднань.
3. Увімкніть міні БПЛА та приймачі на одну хвилину.
4. Виміряйте напругу постійного струму батареї БПЛА на ПНПУ.
5. Перевірте, щоб елерони були підняті на 2 мм.
6. Перевірте наступне:
  - 6.1. Гвинти на передній кришці затягнуті належним чином;
  - 6.2. Правильність установки крила, контровки, кріплення вінглетів;
  - 6.3. Поверхня: рух тяг – елевони;

- 6.4. Правильність установки гвинта, відсутність пошкоджень лопатей;
- 6.5. З'єднання пульта.
7. Увімкніть ПНПУ і перевірте, щоб поверхні управління рухалися в потрібному напрямку і відхилялися в крайні положення. Рух поверхонь управління має бути плавним і рівномірним.
8. Виконайте ІХТ для задоволення передполітним вимогам.
9. Переконайтесь, що міні БПЛА отримав дозвіл на зліт.

### **ЩОТИЖНЕВИЙ ОГЛЯД БПЛА**

1. Перевірте наступне:
  - 1.1. Правильність під'єднання центроплана фюзеляжу;
  - 1.2. Правильність і безпеку установки двигуна і контролера;
  - 1.3. Правильність під'єднання електричного роз'єму;
  - 1.4. Стан стійок шасі і правильність їх установки;
  - 1.5. Правильність установки та ізоляції електропроводки;
2. Виконайте процедуру щоденного огляду.

### **Запитання:**

1. Призначення БПЛА «BIRD EYE 400».
2. Передполітна підготовка БПЛА «BIRD EYE 400».
3. Щоденний огляд БПЛА.
4. Щотижневий огляд БПЛА.

## **Лабораторна робота №2**

### **Тема: Передполітна підготовка БПЛА**

**Мета:** Вивчення основних тактико-технічних характеристик (ТТХ) безпілотних авіаційних систем і передполітної підготовки на прикладі «BIRD EYE 400»

### **Стислі теоретичні відомості**

**Безпілотні авіаційні системи (БАС)** комплекс безпілотної системи, який складається з безпілотних літальних апаратів (БПЛА), пульта наземного управління та терміналу наземного каналу зв'язку [15].

**Безпілотний літальний апарат (БПЛА)** – це літальний апарат, пілотований віддалено людиною-оператором.

Комплекс «BIRD EYE 400» [14] є системою з мініатюрним безпілотним літальним апаратом (БПЛА), що забезпечує передачу відеозображення високої роздільної здатності в режимі реального часу для застосування на рівні бригади та батальйону при веденні тактичних бойових дій, або для аерофотозйомки в цивільних цілях.

1. Літальний апарат (БПЛА) і електро-оптичне (ЕО) цільове спорядження.
2. Переносний наземний пульт управління (ПНПУ).
3. Термінал наземного каналу зв'язку (ТНКС).
4. Рюкзаки.

Завдяки своїй конструкції, БПЛА являє собою літаюче крило. Допоміжні поверхні, наприклад, стабілізатор висоти і хвіст, не використовуються. Отже, відсутні кермо висоти і напрямку.

БПЛА складається з чотирьох основних і трьох допоміжних частин (рис.20):

Основні частини:

1. Фюзеляж.
2. Центральне крило.
3. Зовнішні крила.
4. Двигун.



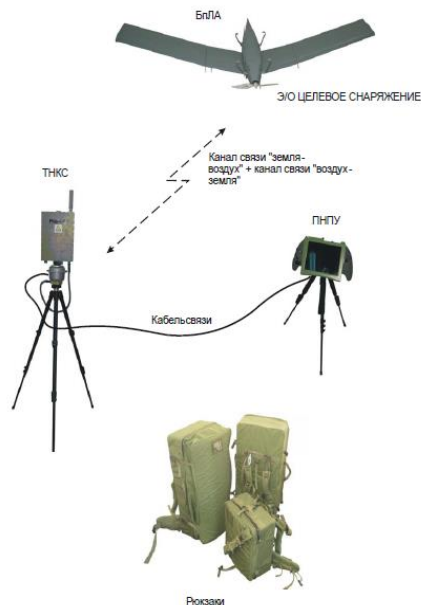


Рис.19 Основні компоненти комплексу «BIRD EYE 400»

Основні компоненти системи комплексу «BIRD EYE 400» (Рис 19):

Допоміжні частини:

1. Цільове спорядження.
2. Опорні стійки.
3. Парашут.

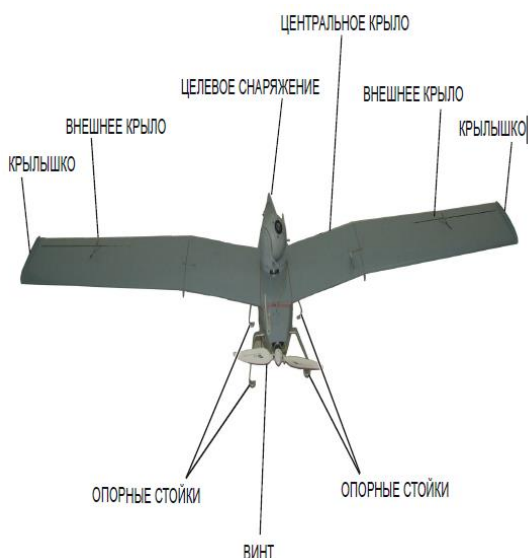


Рис.20 Загальний вигляд БПЛА «BIRD EYE 400»

У конструкції БПЛА «BIRD EYE 400» використовуються легкі і довговічні композитні матеріали. Планер виконаний зі скловолокна, вуглецю і кевлара, просоченого епоксидною смолою. На зовнішню поверхню нанесено поліуретанове покриття (два шари), твердість крила забезпечується графітовим лонжероном.

Зліт БПЛА проводиться запуском з рук, а посадка за допомогою парашута.

#### ***Виконання роботи***

**Попередня підготовка проводиться завчасно і передбачає:**

1. З'ясування завдання майбутніх польотів.
2. Узгодження використання повітряного простору з РД ОПР.
3. Вивчення району планованих робіт, в тому числі характеру місцевості, місцезнаходження штучних і природних перешкод.

4. Вивчення правил польотів та аеронавігаційної обстановки в районі планованих робіт, у тому числі місцезнаходження аеродромів та посадкових майданчиків повітряних суден (ПС), наявності повітряних трас, характер польотів, виконуваних авіацією в районі робіт.
5. Підбір і підготовку картографічного матеріалу.
6. Уточнення особливостей експлуатації БПЛА в конкретних умовах.
7. Визначення порядку взаємодії операторів, у тому числі в особливих випадках.
8. Попередній підбір майданчиків для зльоту і посадки з урахуванням можливості під'їзду (підходу) до них.
9. Складання плану робіт з нанесенням на карту (схему району робіт) всієї обстановки.
10. Розробка маршрутів патрулювання.
11. Визначення порядку взаємодії зі структурами, які беруть участь у виконанні робіт (лісова служба, МВС, МНС, та ін.).

#### **Основні ТТХ БАС «BIRD EYE 400»**

<b>№</b>	<b>Параметри системи</b>	<b>Значення</b>
1	Тривалість польоту БПЛА, максимальна	60 хв
2	Дальність дії, максимальна	8 км
3	Висота польоту НУМ, максимальна	11 000 футів
4	Висота польоту НУЗ, максимальна	1500 футів
5	Час розгортання (вдень)	20 хв
6	Час підготовки до вильоту	10 хв
7	Час демонтажу	10 хв
8	Виявлення людей – ТВ	900 м
9	Виявлення транспорту – ТВ	1200 м
10	Виявлення людей – ІЧ	350 м
11	Виявлення транспорту – ІЧ	800 м

**Передполітна підготовка проводиться в день польоту і передбачає виконання наступних робіт:**

1. Уточнення завдання.
2. Вивчення метеобстановки в районі виконання польотів, дій на випадок її погіршення.
3. Узгодження дій із зацікавленими структурами (лісова служба, МВС та ін.).
4. Складання польотного завдання (завантаження в наземну станцію управління (НСУ) маршруту польоту).
5. Визначення безпечної висоти польоту.
6. Висунення в район робіт, підбір, огляд і підготовка пускового майданчика (у напрямку зльоту забирається/утоптується трава, поросль, сніг).
7. Встановлення зв'язку з РД ОПР, при якій повідомляється (уточняється) маршрут/район польоту, робочі висоти, час початку і закінчення робіт.
8. Прийняття рішення на виліт.

#### **Запитання:**

1. Основні компоненти системи «BIRD EYE 400».
2. Зі скількох елементів складається БПЛА «BIRD EYE 400».
3. Попередня підготовка БПЛА.
4. Передполітна підготовка БПЛА.

## Методичне забезпечення операторів, що обслуговують аеронавігаційне обладнання

### НАВІГАЦІЙНА ІНФРАСТРУКТУРА

#### Азимутальні та далекомірні радіомаяки

Створена сучасна наземна навігаційна інфраструктура, що складається з азимутальних (VOR) і далекомірних (DME) радіомаяків.

Сьогодні експлуатуються такі радіомаяки:

- сумісні VOR/DME в Івано-Франківську, Одесі, Дніпропетровську, Харкові та Кіровограді (5 одиниць);
- сумісні DVOR/DME у Львові, Донецьку, н.п. Соловіївці (3 одиниці);
- DME у Маріуполі, Вінниці, Кривому Розі, Яготині, Бахмачі, н.п. Стеблів, н.п. Кошани (7 одиниць).

#### Радіомаячні системи посадки

Наземне обладнання радіомаячних систем посадки працює за міжнародним стандартом ILS.

Загальна кількість радіомаячних систем посадки становить 10 одиниць, з них:

- СП-90 (з DME) – 2 одиниці;
- СП-80 (М) – 5 одиниць;
- СП-75 – 3 одиниці.

#### Обладнання систем посадки (ОСП)

Загальна кількість обладнання систем посадки становить 24 одиниці.

#### Окремі приводні радіостанції (ОПРС або NDB)

Загальна кількість трасових ОПРС становить 25 одиниць.

Загальна кількість аеродромних ОПРС становить 6 одиниць.

#### Автоматичні радіопеленгатори (АРП)

Загальна кількість АРП становить 55 одиниць.

#### Трасові радіолокатори

Для організації спостереження за повітряними суднами на маршрутах у повітряному просторі України використовуються 8 трасових радіолокаційних комплексів ТРЛК-10 (у складі первинного радіолокатора «Скала-М» та вторинного радіолокатора «Корень-С»). 3 автономних вторинних радіолокатори типу «Корень-АС», 5 моноімпульсних радіолокаторів (MSSR) типу IRS-20MP/L та SIR-S.

#### Аеродромні радіолокатори

Для спостереження за повітряним рухом у районі аеродрому (CTR) та в термінальних районах (ТМА) використовуються 6 аеродромно-трасових радіолокаторів типу ATCR-33S/SIR-S та 10 аеродромних радіолокаторів типу AORL-85, ДРЛ-7СМ, РЛК «Иртыш», ASR-22/AL.

Також експлуатується багатопозиційна система спостереження за повітряним рухом в зоні CTR Бориспіль, CTR Київ/Жуляни та у зоні наземного руху аеродрому «Бориспіль».

#### Метеорологічні радіолокатори

Для ефективного цілодобового стеження за особливими явищами погоди у повітряному просторі України експлуатуються 3 доплерівські метеорологічні радіолокаційні системи (ДМРЛС) METEOR 635С на аеродромах «Львів», «Харків», а також мобільний ДМРЛС METEOR 50DX на аеродромі «Донецьк».

#### Багатопозиційна система спостереження (MLAT)

Впровадження багатопозиційної системи спостереження (MLAT) за наземним рухом в аеропорту «Бориспіль» у 2012 році відкрило нову сторінку в історії розвитку систем

спостереження Украероруху. Нові технології кооперативного спостереження заклали підґрунтя для створення новітніх систем контролю і управління наземним рухом.

### **Автоматизовані системи керування повітряним рухом**

Автоматизовані системи керування повітряним рухом (АС КПП) розташовані у Київському, Львівському, Дніпропетровському, Одеському та Сімферопольському районних диспетчерських центрах (РДЦ), а також у Харківському і Донецькому аеродромних диспетчерських центрах (АДЦ).

У 2013 році завершена модернізація автоматизованих систем керування повітряним рухом Дніпропетровського РДЦ, Донецького та Харківського АДЦ.

У результаті модернізації апаратні і програмні рішення в АС КПП Дніпропетровського РДЦ, Харківського та Донецького АДЦ було уніфіковано, що відповідає архітектурі АС КПП «AIRCON-2100».

Мета модернізації – оптимізація експлуатаційних характеристик АС КПП східного регіону України. Для досягнення поставленої мети АС КПП у Дніпропетровському РДЦ, Харківському та Донецькому АДЦ побудовані з використанням однакової архітектури, аналогічного апаратного та програмного забезпечення. Основними перевагами такої модернізації є:

- оптимізація експлуатації АС КПП у регіоні за рахунок використання уніфікованого обладнання та запасних частин, однієї версії операційної системи та прикладного програмного забезпечення;
- створення умов для найбільш ефективного використання персоналу та управління персоналом АС КПП в регіоні в цілому за рахунок формування єдиної бази знань, заснованої на накопиченні сукупного досвіду під час експлуатації однотипних систем;
- досягнення максимальної ефективності від впровадження телекомунікаційних технологій для забезпечення взаємодії центрів КПП в регіоні в цілому;
- створення оптимальних умов для реалізації положень концепції реорганізації диспетчерських центрів обслуговування повітряного руху України, зокрема для організації резервування суміжних центрів та спільного використання їхніх ресурсів.

Також у 2015 році планується ввести в експлуатацію АС КПП «Роксолана» у новому центрі КПП Львівського РСЦ.

### **ILS (Instrument Landing System) (Інструментальна система посадки)**

*Призначення.* Система ILS (інструментальна система посадки) є міжнародно-визнаним навігаційним засобом, який забезпечує захід на посадку та посадку. Ця система складається з курсового радіомаяка LOC (LIZ), глісадного радіомаяка GS (GP) і декількох маркерних радіомаяків (дальнього – OM, середнього – MM і застосовуваного в особливих випадках ближнього – IM). Управління зазначеними радіомаяками і їх перевірка може здійснюватися з командно-диспетчерського пункту (КДП).

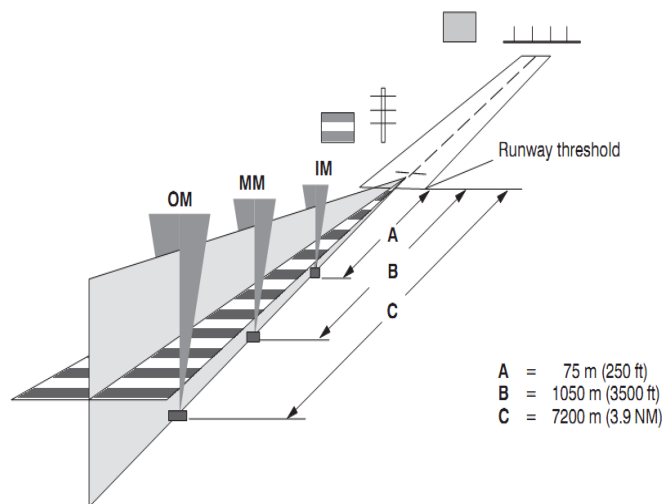


Рис. 1 Інструментальна система посадки

Система ILS може бути поєднана з системою DME, при цьому відпадає необхідність використання маркерних радіомаяків.

**Глісадний радіомаяк (ГРМ, GS).** Глісадний радіомаяк випромінює амплітудно-модульовані радіочастотні сигнали в діапазоні 328..336 МГц з частотами модуляції 90 Гц і 150 Гц. Зона прийому цих сигналів, в якій забезпечується можливість визначення на борту площині глісади, при штатних антени і передавачі в секторі  $\pm 8$  щодо курсової лінії, приймаючи за опорну точку – точку приземлення; кут місця – сектор від  $0.3 \theta$  до  $1.75 \theta$ , де  $\theta$  номінальне значення кута нахилу глісади. При зменшенні кута місця нижче лінії глісади значення РГМ (різниця глибинної модуляції) плавно зростає, досягаючи 22%, і при подальшому зниженні до кутів місця  $0-45 \dots 0.3 \theta$  залишається близькою до цього значення, як це потрібно для безпечного наведення за глісадою. Характерні значення інформативного параметра ГРМ – різниці глибин модуляції DDM (РГМ) у вказаному секторі щодо осьової лінії ЗПС (злітно-посадкова смуга) наступні: РГМ = 0; РГМ = 17.5% (0.175);  $\theta = 2.5 \dots 3^\circ$ .

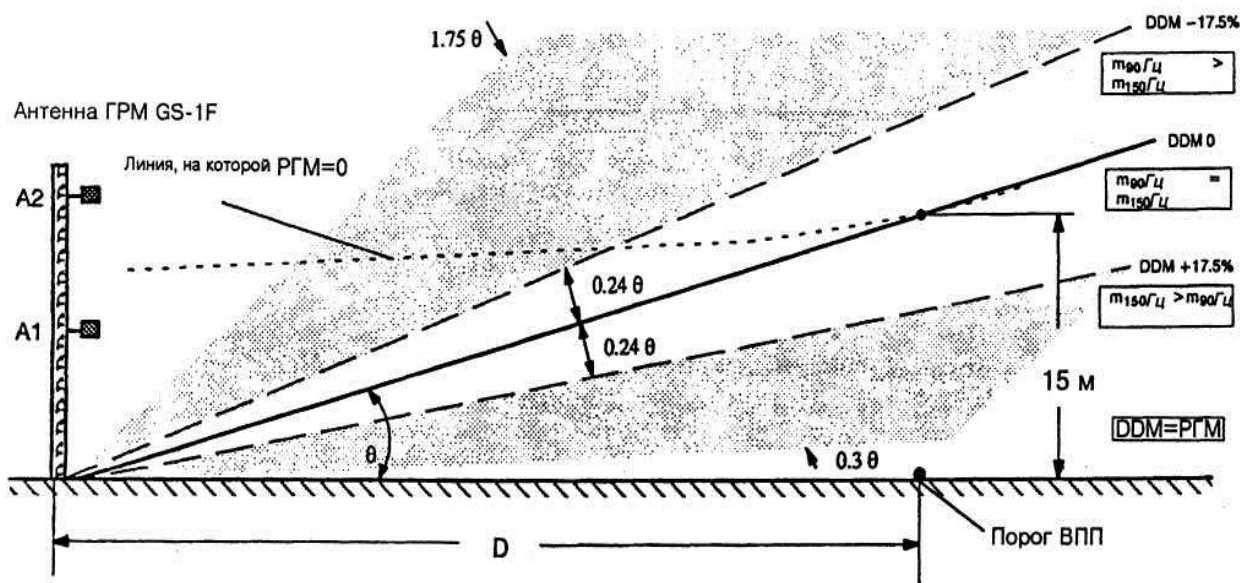


Рис. 2 Характеристики глісадного радіомаяка

Лінія на площині, для якої РГМ = 0, утворена випромінюванням антеною ГРМ відповідних сигналів, є гіперболою, яка не стосується поверхні землі, як це показано на рис. 2 пунктиром. Відповідно до Рекомендацій ІКАО, Додаток 10, Розділ 3.1.1 характерне значення висоти цієї лінії над порогом ЗПС дорівнює 15 м (базові значення параметрів системи ILS).

В ГРМ, як і в КРМ, навігаційна інформація міститься в модуляційних складових частоти 90 Гц і 150 Гц. Якщо повітряне судно (ПС) знижується по глісаді, то в бортовому приймачі обидва цих сигнали мають однакову амплітуду. При відхиленні вгору від глісади переважає складова частоти 90 Гц (РГМ < 0), при відхиленні вниз – складова частоти 150 Гц (РГМ > 0).

**Лінія планування (глісади).** Необхідна лінія планування утворюється як перетин площин, утворених сигналами курсового та глісадного радіомаяків. Обидві площини формуються за допомогою модуляційних складових частоти 90 Гц і 150 Гц. Ці сигнали приймаються і обробляються бортовими приймачами, а потім подаються на індикатори, які відображає пілотів інформацію, відповідну фактичному ухиленню від заданих значень курсу і глісади. Сигнали бортових приймачів можуть передаватися на автопілот. Крім зазначених даних пілот отримує інформацію про дальності до ЗПС від двох (в нормальних умовах) або від трьох (в особливих умовах) маркерних радіомаяків, які встановлені на наступних відстанях від порога ЗПС: 75 м (ближній маркер в особливих випадках); 1050 м (середній маркер); 7200 м (дальній маркер). Кожен з цих радіомаяків випромінює свій власний сигнал упізнання з певною частотою модуляції, що дозволяє ідентифікувати маркер: 3000 Гц (ближній маркер); 1300 Гц (середній маркер); 400 Гц (далекий маркер). (рис. 3).

Сигнали випромінюються вертикально вгору на несучій частоті 75 МГц. При польоті по лінії планування ПС перетинає конуси випромінюваних сигналів, пілот приймає звукову імпульсну інформацію і ідентифікує маркер. Замість маркерних радіомаяків часто

застосовується радіодальномірна система DME, що дозволяє пілоту безперервно зчитувати з індикатора поточне значення відстані до точки приземлення. Принцип роботи DME полягає у вимірюванні часу запізнювання випромінюваних РС РЧ-імпульсів щодо прийнятих на борту РС РЧ-імпульсів, перевипромінювання (з певною затримкою) наземним прийомовідповідачем DME. Тимчасові інтервали, які визначаються від моменту випромінювання сигналів запиту до моменту їх прийому на борту РС, обробляються в бортовому обладнанні РС, при цьому відстань відображається в зручній для сприйняття формі.

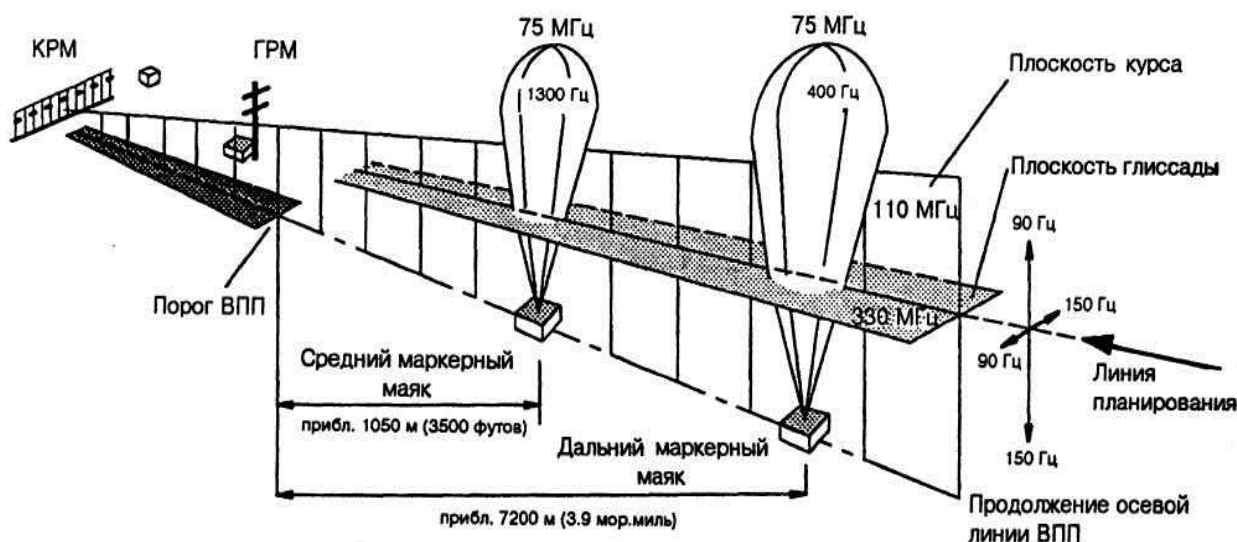


Рис. 3 Схема формування інформаційного поля системи ILS

Відповідно до Рекомендацій ІКАО, Додаток 10, всі навігаційні системи повинні безперервно контролюватися незалежною контрольною апаратурою на відповідність параметрів випромінюваних сигналів необхідним нормам.

Контроль сигналів, випромінюваних для забезпечення посадки по мінімумам II /III категорій, проводиться в апаратурі серії SN 400 / ILS 410 за допомогою двох систем контролю – моніторів. При забезпеченні посадки по мінімуму I категорії використовується один монітор. В обох випадках інформація знімається з контрольованого обладнання за допомогою внутрішніх датчиків, датчиків, вбудованих в антени, а також датчика сигналів ближньої зони.

Згідно до Рекомендацій ІКАО, Додаток 10, Розділ 3.1.5.7.3.1 загальний період відсутності сигналу глісадного радіомаяка ні за яких обставин не повинен перевищувати:

- 6 с – для глісадних радіомаяків ILS категорії I;
- 2 с – для глісадних радіомаяків ILS категорій II та III.

*Діаграма спрямованості глісадного радіомаяка.* Діаграми спрямованості ГРМ формуються спеціальною антеною системою, що складається з декількох антенних решіток, сигналами несучої з бічними частотами (НБЧ (CSB) – цей сигнал іноді називають «сумарним», сигналами з пригніченою несучої (БЧ (SBO), цей сигнал іноді називають «різницевим».

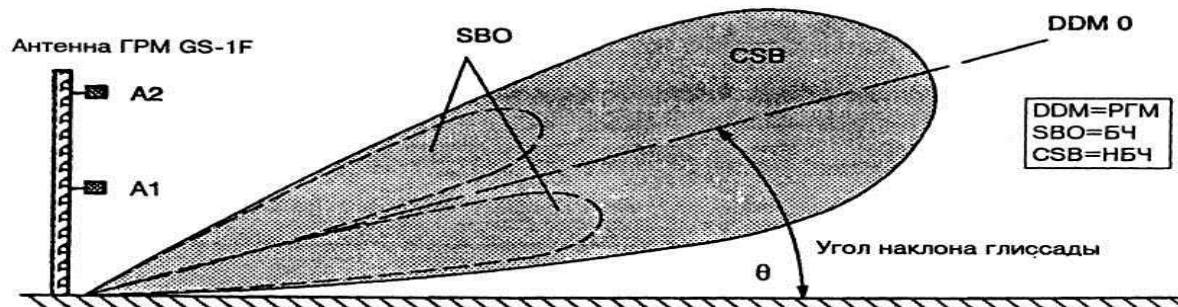


Рис. 4 Діаграма спрямованості ГРМ

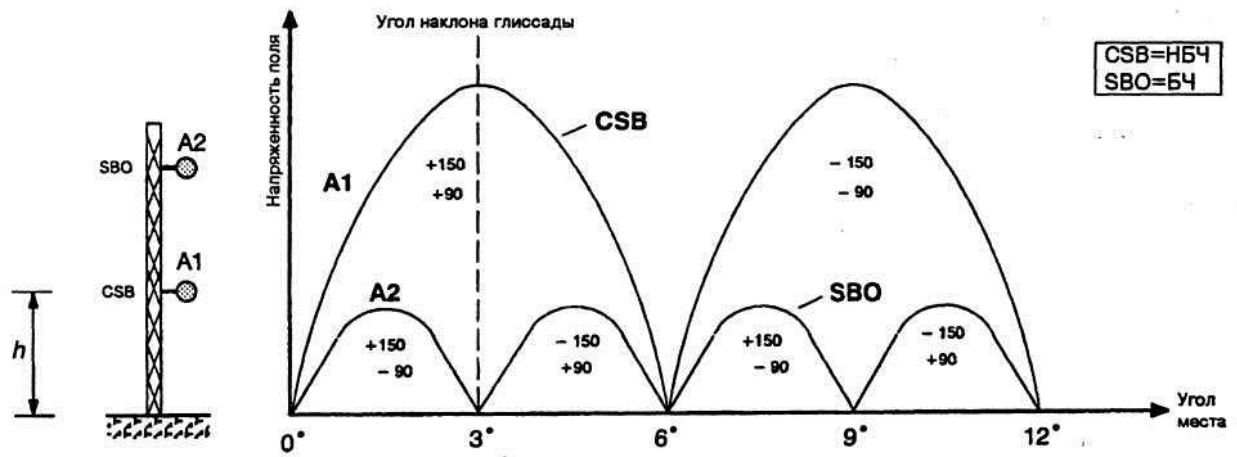


Рис. 5 Діаграма спрямованості ГРМ у вертикальній площині

Курсовий радіомаяк (КРМ) LOC. Курсовий радіомаяк (КРМ) LOC випромінює радіочастотні сигнали в діапазоні 108 ... 112 МГц, модульовані по амплітуді синусоїдальними сигналами частоти 90 Гц і 150 Гц (рис. 6).

$$e_1 = E_m(\theta_{90})(1 + m \sin \Omega_{90}t) \sin \omega_0 t$$

$$e_2 = E_m(\theta_{150})(1 + m \sin \Omega_{150}t) \sin \omega_0 t$$

Характерні значення інформативного параметра КРМ – різниця глибин модуляції DDM (РГМ) у відповідних секторах щодо осьової лінії ЗПС наступні: РГМ = 0; РГМ = 15.5% (0.155); РГМ ≥ 18% (0.18). РГМ дорівнює 0, коли курс заходу на посадку точно відповідає напрямку осьової лінії ЗПС. РГМ = 15.5% відповідає такому сектору курсу, межі якого біля порога ЗПС знаходяться на відстані 107 м вліво і вправо від осьової лінії. Ці точки відповідають ширині (WIDTH) сектора курсу, в якій є лінійна залежність РГМ від величини відхилення з коефіцієнтом пропорційності 0.145% на метр, що і дає в результаті напівширину сектора курсу, рівну 107 м для РГМ, рівної 15.5%. РГМ > 18% характерна для сектора ± 10°, а РГМ > 15.5% – для сектора, відповідно кутам від ± 10° до ± 35°, в межах якого ще можливе отримання точної інформації про курс.

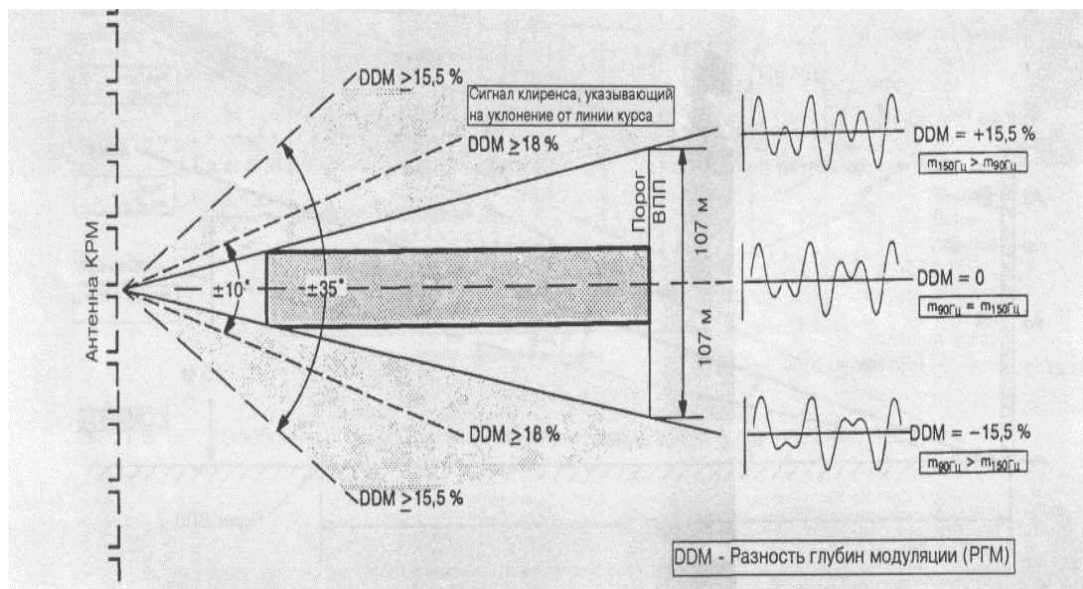


Рис. 6 Характеристики курсового радіомаяка

Інформація про курс міститься в сигналі, амплітудно-модульованої напруги частоти 90 Гц і 150 Гц. Якщо ПС заходить на посадку і витримує правильний курс, в бортовому приймальному КРМ сигнали обох частот модуляції мають рівну амплітуду, що відповідає РГМ = 0. Якщо є відхилення від заданого курсу вліво, то переважає складова частоти 90 Гц, а при відхиленні вправо – складова частоти 150 Гц.



Якість навігаційних сигналів, прийнятих і оброблених бортовими приймачами ПС, і, зокрема, плавність планування по глісаді в значній мірі залежить від особливостей місцевості, де розташована ЗПС і радіомаяки ILS, і від наявності (або відсутності) об'єктів, що перешкоджають вільному поширенню випромінюваних сигналів.

Різні варіанти виконання поставляється апаратури дозволяють усунути несприятливий вплив оточення за рахунок використання спеціальної конфігурації антеною системи і різних способів живлення антеною системою радіочастотними сигналами.

Зазвичай апаратура системи ILS дубльована. Основний передавач працює на антену, а резервний – на узгоджене навантаження, перебуваючи в гарячому резерві. Можливий дистанційний контроль та / або дистанційне керування апаратурою маяків КРМ, ГРМ і маркерів (або DME) з КДП.

На додаток до інформації про курс РЧ-сигнал КРМ містить складові у вигляді коду Морзе, що дозволяють ідентифікувати аеропорт. Код складається з 3 або 4 символів, що передаються на частоті модуляції 1020 Гц, які вводяться за допомогою ПК, що має відповідну програму. Крім того, є можливість модуляції сигналів КРМ зовнішніми мовними сигналами (наприклад, сигнал АТІS з КДП). Забезпечується смуга пропускання на звукових частотах 300 ... 3000 Гц і глибина модуляції до 40%.

Діаграми спрямованості антен КРМ. РЧ-сигнали КРМ випромінюються спеціальною антеною системою. Антенні решітки збуджуються складовими НБЧ (CSB) і БЧ (SBO) сигналу курсу. Параметри цих сигналів забезпечують необхідну для роботи КРМ розподіл поля в заданій зоні простору з необхідними характеристиками інформативного параметра КРМ – різниці глибин модуляції DDM (РГМ). Антенна решітка для КРМ типу 1F і для сигналів курсу КРМ типу 2F являє собою розташовану горизонтально лінійну вібраторних антенну решітку, встановлену перед вертикальним рефлектором. Діаграма спрямованості сформована допомогою відповідного збудження вібраторів антени, і в азимутальній площині складається з двох складових – Е-діаграма і А-діаграма. Е-діаграма сигналу курсу має основний пелюстка, спрямований уздовж осі ЗПС і симетричний відносно цієї осі. Д-діаграма сигналу курсу має дві пелюстки, рівної амплітуди, але з протилежними РЧ-фазами. Мінімум між пелюстками також орієнтований уздовж осі ЗПС. У варіанті 2F антенна решітка формує Е- і А-діаграми сигналу кліренсу, які мають більш широкі пелюстки і забезпечують зону дії  $\pm 35^\circ$  у азимутальній площині щодо осі ЗПС.

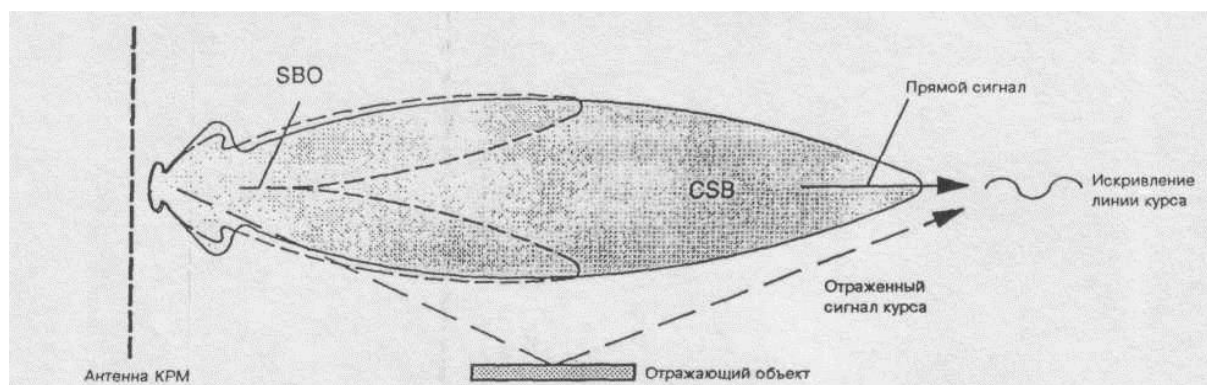


Рис. 7 Діаграма направленості антени КРМ типу LOC-1F

У вертикальній площині діаграма спрямованості визначається діаграмою спрямованості вібратора, розташованого перед рефлектором, а також висотою розташування антени над землею поверхнею. Сигнали НБЧ курсу (CSB-CS) містять несучу, модульовану напруженнями з частотою 150 Гц і 90 Гц синфазно з несучою, цей сигнал іноді називають «сумарним». Сигнали БЧ курсу (SBO-CS) містять лише бічні модуляційні складові з тими ж частотами, але з взаємно протилежними фазами, цей сигнал іноді називають «різницевим». У сигналі кліренсу для варіанту 2F несуча зміщена на 12 кГц ( $\pm 6$  кГц) відносно несучої частоти курсу. Сигнал кліренсу містить CSB (-CL) і SBO (-CL) складові. Складові НБЧ (CSB) в сигналі курсу і в сигналі кліренсу (у разі 2F) випромінюються через відповідну Е-діаграму, а компоненти БЧ (SBO) – через А-діаграму.



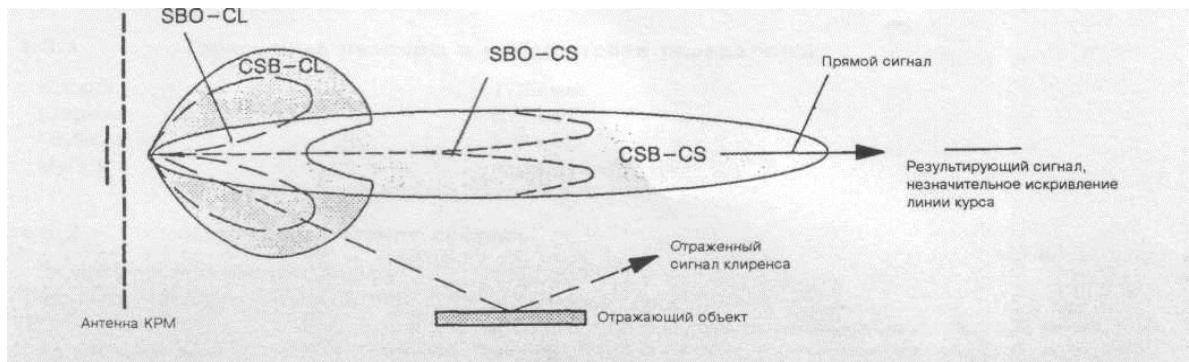


Рис. 8 Діаграма направленості антени КРМ типу L0C -2F

Для забезпечення надійного захоплення сигналів курсу в приймачі ПС, що знаходиться на лінії курсу, на діаграмі спрямованості CSB-складової кліренсу утворений мінімум, орієнтований по напрямку осі ЗПС. Варіант 1F або 2F вибирається залежно від наявності заважають місцевих предметів (будівель, височин).

**Маркерні радіомаяки.** До складу кожної установки входять два або три маркерних радіомаяка. Маркерні радіомаяки утворюють діаграми спрямованості для вказівки визначеної відстані від порога ЗПС уздовж глісади ILS.

Маркерні радіомаяки працюють на частоті 75 МГц з допуском по частоті 0,005% і використовують горизонтальну поляризацію.

Система маркерних радіомаяків налаштовується таким чином, щоб забезпечити зону дії на наступних відстанях, вимірюваних по глісаді ILS і лінії курсу курсового радіомаяка:

- а) внутрішній радіомаркер (якщо він встановлений): 150 м  $\pm$  50 м (500 фут  $\pm$  160 фут);
- б) середній радіомаркер: 300 м  $\pm$  100 м (1000 фут  $\pm$  325 фут);
- с) зовнішній радіомаркер: 600 м  $\pm$  200 м (2000 фут  $\pm$  650 фут).



Рис. 9 Діаграма направленості антени маркерного радіомаяка

Напруженість поля на межі зони дії становить 1,5 мВ / м (-82 дБВт / м<sup>2</sup>). Крім того, напруженість поля в межах зони дії зростає принаймні до 3,0 мВ / м (-76 дБВт / м<sup>2</sup>).

Наземну антену бажано конструювати таким чином, щоб вона забезпечувала достатній коефіцієнт зміни напруженості поля на межі зони дії. Крім того, також бажано, щоб повітряні судна, що знаходяться в межах сектора курсу курсового радіомаяка, забезпечувалися візуальною індикацією. Задовільна робота типового бортового обладнання маркерного радіомаяка буде забезпечена в тому випадку, якщо воно буде відрегульовано по чутливості таким чином, щоб візуальна індикація забезпечувалася при напруженості поля 1,5 мВ / м (-82 дБВт / м<sup>2</sup>).

Модуляція. Частоти модуляції є наступними:

- а) внутрішній радіомаркер (при його наявності): 3000 Гц;
- б) середній радіомаркер: 1 300 Гц;
- с) зовнішній радіомаркер: 400 Гц.

Допуск по частоті вищевказаних частот становить  $\pm$  2,5%, а загальний вміст гармонік кожної з частот трохи перевищує 15%. Глибина модуляції радіомаркерів становить 95  $\pm$  4%.

## **Приклад роботи VOR/DVOR та DME на основі симулятора Navigation Simulation Luizmonteiro розроблений фірмою Luiz Roberto Monteiro de Oliveira**

### **Загальна інформація**

Цей тренажер поєднує в собі декілька версій онлайн стимуляторів для різних потужностей комп'ютерів користувачів, що дає змогу охопити більшу аудиторію студентів. Навігація за допомогою приладів заснована на інтерпретації інструментів, які показують зв'язок літака з певними радіостанціями, положення яких відомо. Цей симулятор розроблений для навчання пілотів та штурманів. Але він також може бути застосований для навчання студентів інших спеціальностей, пов'язаних з навігаційними системами та інструкторів польоту. Симулятор фокусується на вивченні зв'язку між керуванням літака та отриманням навігаційної інформації. Студент, який використовує симулятор скоріше як навігатор, а не пілот. Це дозволяє користувачеві навчитися навігації і зосередитися на вирішенні цього завдання, а не відволікати його увагу на збереженні для літака кут крену, швидкості і т.д. Керування літаком здійснюється за допомогою введення з клавіатури параметрів польоту. По суті користувач, який виконує роль навігатора, задає початкові дані польоту, а комп'ютер автоматично буде дотримуватися заданих налаштувань.

Деякі з маневри та процедури, які можуть бути вивчені, використовуючи програмне забезпечення:

1. Використання VOR і NDB для відстеження літака на маршруті;
2. Використання VOR і NDB при заходах на посадку;
3. Використання DME при заходах на посадку;
4. Стандартний розворот;
5. Використання ILS курсових та глісадних маяків для відстеження літака при посадці;
6. Перетин сигналів при заході на посадку VOR, VOR/ NDB, VOR/ DME, NDB/ DME;
7. Дальність дії DME;
8. Схеми заходу на другий круг;
9. Інші процедури, звичайно розвороту.

Симулятор також може бути використаний як інструмент, щоб вивчити:

1. Вплив вітру на:
  - а) шляхову швидкість;
  - б) кут набору висоти та зниження;
  - в) кут зносу;
  - г) визначення відповідного часу та відправлення в зону очікування.
2. Відхилення від курсу;
3. Оцінка часу / відстані до VOR без використання DME;
4. Визначення перетину систем;
5. Візуалізація самонаведення та відстеження маршруту літака;
6. Правильна інтерпретація ADF, RMI, HSI і VOR / ILS індикаторів курсових показників літаків, розташованих в конкретних місцях налаштованих на навігаційні джерела;
7. Зміна курсу повітряного судна на екрані індикатора ADF, RMI, HSI і VOR / ILS при налаштуванні на навігаційне джерело радіовипромінювання;
8. Вибір курсу на екрані індикатора HSI та VOR / ILS при налаштуванні на частоти систем VOR або ILS.



Рис. 21 Загальний вигляд інтерфейсу симулятора VOR

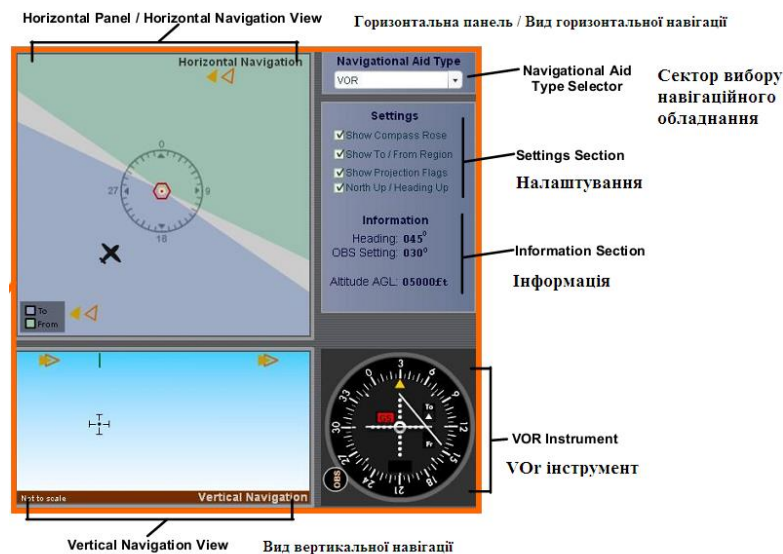


Рис. 22 Інтерфейс VOR стимулятора

### Розглянемо будову і принцип дії стимулятора:

**Горизонтальна панель (Horizontal Panel).** Відображається горизонтальне положення літака по відношенню до навігаційного об'єкта за маршрутною картою IFR або літак у вигляді пластинки.

**Вертикальна панель (Vertical Panel).** Відображає вертикальне положення повітряного судна по відношенню до навігаційного об'єкта профіль літака у вигляді пластинки. Він використовується для декількох цілей:

- 1) Імітація ефекту мертвої зони, яка збільшується з висотою
- 2) Імітація помилки по дальності DME показань
- 3) Підключення моделювання глісади

**Сектор вибору навігаційного обладнання (Navigation Aid Type Selector).** Використовується для вибору типу навігаційного засобу. Деякі засоби, такі як DME або глісада працюють тільки з деякими типами обладнання.

**Налаштування (Settings Section).** Використовуйте цей розділ, щоб вибрати і активувати різні функції.

**Інформація (Information Section).** Відображає інформацію таку, як курс, висота, DME відстань та OBS установка. (Цей розділ не може бути змінений користувачем).

**VOR інструмент.** На інструментальних панелях літака VOR включає функцію глісади. Дисплей VOR буде залежати від обраних навігаційних засобів, позиції літака та налаштування OBS.

**Навігаційні символи (Navigational Aid Symbol).** Представлені обрані навігаційні засоби відповідають символам на аеронавігаційних картах.

**Мертва зона (Cone of Confusion).** Зона навколо навігаційного об'єкта, де адекватні навігаційні сигнали не надходять і індикатор NAV показується безперервно (моделюється) або періодично в реальному повітряному судні поточна літак (не моделюється). Ця зона збільшується з висотою і зображується у вигляді бежевого кола в центрі навігаційного об'єкта.

**З регіону (From Region).** Показує на панелі навігації по горизонталі регіон, в якому буде виводитись індикатор VOR, якщо літак позиціонується З регіону, незважаючи на курс.

**Компас (Compass Rose).** Використовується в якості допомоги, щоб показати орієнтацію в Горизонтальній панелі навігації. Він служить для тієї ж мети, що і символ компаса на маршрутній карті IFR, показуючи напрямок щодо магнітної півночі.

**До регіону (To Region).** Показує на Горизонтальній панелі навігації область, де індикатор VOR буде відображатися До, якщо літак позиціонується До регіону, незважаючи на курс.

**Символ літака (по горизонталі) (Aircraft Horizontal Symbol).** Використовується, щоб показати горизонтальне положення літака відносно навігаційного об'єкта (навігаційного засобу).

**Індикатори проєкцій (Projection Flags).** Пластини мають вигляд профілю, що відображає бокові вертикальні проєкції курсового підходу. Індикатори проєкцій використовуються для допомоги візуалізації як і де ця проєкція знаходиться на горизонтальній панелі. Повідомлення, як літак рухається по горизонталі, коли його перетягують на вертикальну панель і навпаки.

**Символ літака (по вертикалі) (Aircraft Vertical Symbol)**

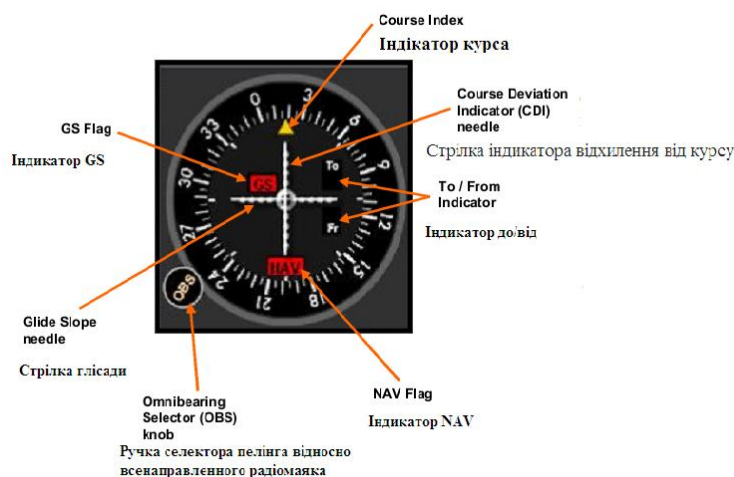
Використовується, щоб показати вертикальне положення літака відносно навігаційного об'єкта (навігаційного засобу).

**Символ глісади (Glide Slope Symbol).** Коли стосовно навігаційного об'єкта, відображає шлях глісади.

**Індикатор курсу (Course Index).** Точки для курсу обраного OBS.

**Стрілка індикатора відхилення від курсу (CDI) (Course Deviation Indicator (CDI) needle).** Показує відхилення літака від курсу. Чутливість залежить від типу навігаційного обладнання.

**До/ від індикатор (To/From Indicator).** Показує прапор стрілка до відповідного або з область літака розташований там, і адекватної сигнали приймаються.



**NAV індикатор (NAV Flag).** Коли не отримують адекватні сигнали VOR або курсового посадкового маяка, наприклад, коли повітряне судно знаходиться поза діапазону або в мертвій зоні, буде відображатися індикатор NAV.

**Ручка селектора пеленга відносно всенаправленого радіомаяка (Omnibearing Selector (OBS) knob).** Вибір курсу в напрямку до VOR.

**Стрілка глісади (Glide Slope needle)**

Якщо навігаційний засіб має глісаду, позиціонування літака вище або нижче глісади викликає рух стрілки в зворотному напрямку (за умови, літак знаходиться в межах дії сигналу)

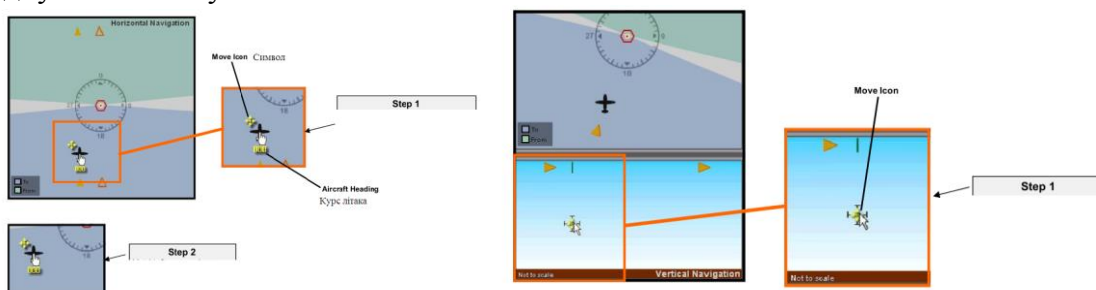
**Індикатор GS (GS Flag).** Коли не отримує адекватні сигнали глісади, наприклад, коли повітряне судно знаходиться поза діапазону дії, з'являються індикатор GS.

### Опис налаштування стимулятора

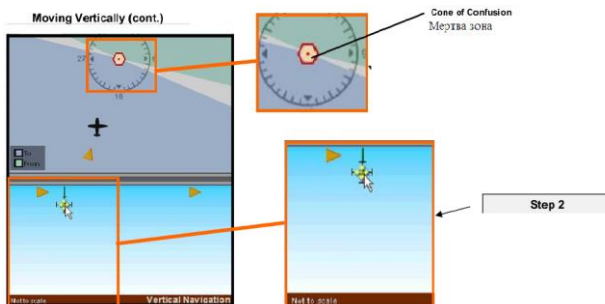
Горизонтальне переміщення.

Крок 1. На горизонтальній панелі навігації за допомогою мишки можливо переміщувати символ літака, з'являється жовтий значок переміщення.

Крок 2. Натисніть та тримайте ліву кнопку миші і перетягніть літак в потрібне місце, а потім відпустіть кнопку миші.



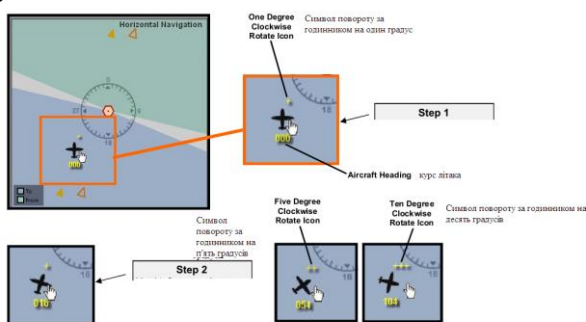
Крок 1. Переміщати можливо за допомогою мишки, з'являється жовтий значок переміщення



Крок 2. Натисніть та тримайте ліву кнопку миші і перетягніть літак вгору або вниз для зміни висоти польоту.

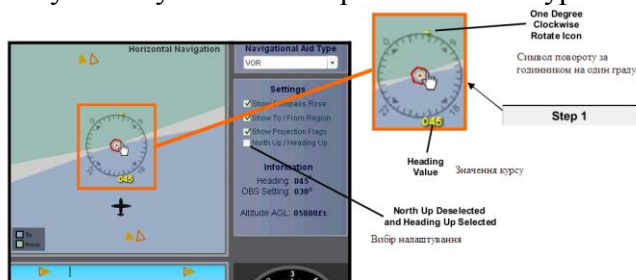
Слід зазначити, що можна також переміщати в горизонтальному напрямку літак, використовуючи вертикальну панель. При переміщенні літака зліва направо /справа наліво у вертикальній панелі, літак буде також переміщатися в горизонтальному напрямку, паралельно проекційним індикаторам.

Налаштування курсу:



Крок 1. Перемістити індикатор миші поки не з'явиться значок повороту.

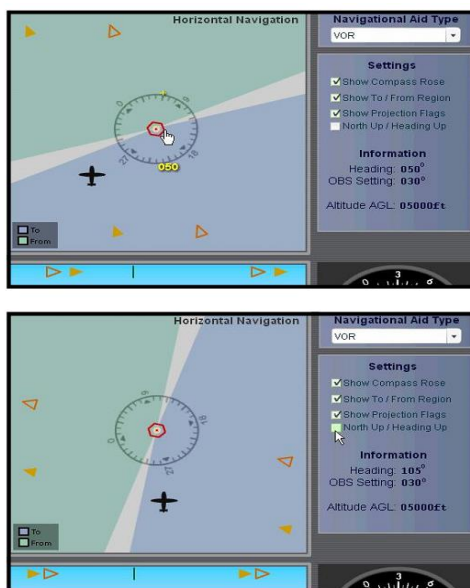
Крок 2. Натисніть ліву кнопку миші та оберіть бажаний курс.



Крок 1. При наведенні миші з правої сторони (за годинниковою стрілкою) навігаційного засобу, з'явиться значок повороту.



Крок 2. Натисніть та тримайте ліву кнопку миші, поки не буде вибраний потрібний курс. Наведіть мишку далі на правій стороні, якщо більша швидкість бажано.



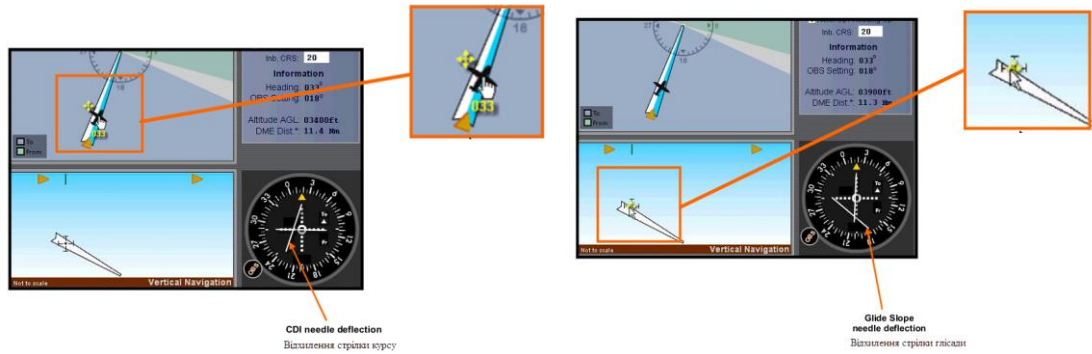
Зверніть увагу, що при зміні курсу, якщо обраний режим Heading up може здатися, що літак рухається навколо навігаційного обладнання, але насправді це не так. У цьому прикладі літаки завжди залишаються в тому ж місці, тільки курс змінюється. Налаштування OBS



Зміна налаштувань OBS робиться аналогічно, як установка курсу літака. Переміщення курсора кнопки OBS трохи правіше або лівіше, поки не з'являться «+» (праворуч) або «-» (ліворуч). Натисніть та тримайте ліву кнопку миші, поки не буде досягнуте необхідне налаштування. Для більш швидкого налаштування, підведіть курсор трохи більше в бік, поки не з'являється знаки «++», «+++» або «- -», «- - -».

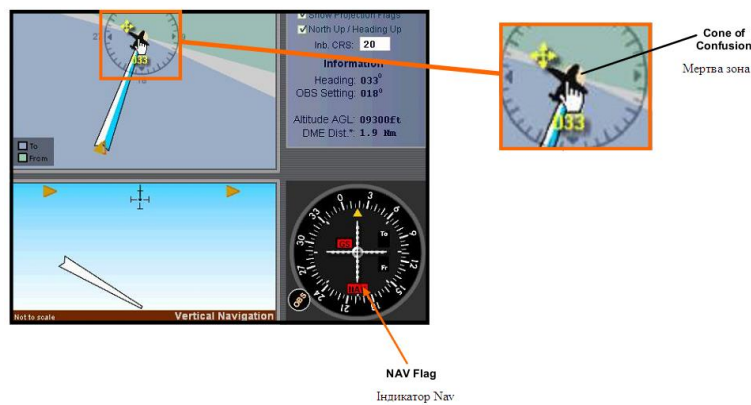
### Симулятор VOR та курсовий/глісадний маяки



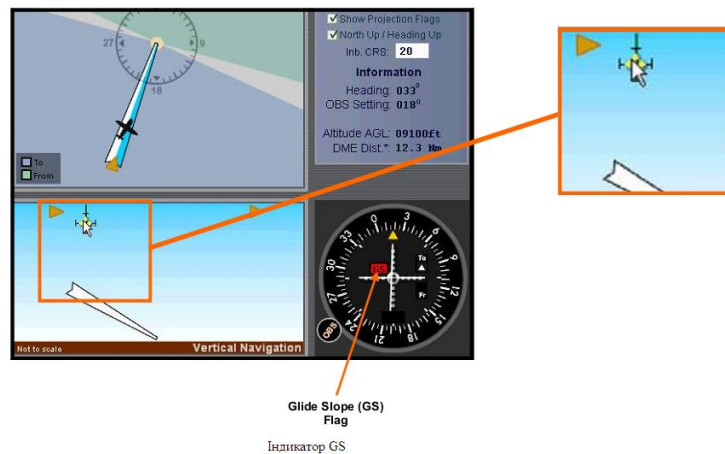


Позиціонування літака вліво або вправо, звичайно призведе до відхилення стрілки курсу. Напрямок залежить від декількох факторів.

Позиціонування літака вище або нижче глісади викликає відхилення стрілки в зворотному напрямку.



Літак не отримує сигналу VOR / курсового маяка, коли знаходиться поза зоною покриття або в мертвій зоні, з'являється індикатор NAV.



Літак не отримує адекватні сигнали глісади, наприклад, коли знаходиться поза зоною дії глісадного радіомаяка, з'являється індикатор GS. У цьому випадку повітряне судно знаходиться дуже високо.

## Лабораторна робота № 1

### Тема: Визначення навігаційних параметрів за допомогою VOR/DME систем

Мета:

1. Ознайомитись з основним принципом дії VOR/DME систем.
2. Вивчити основні елементи навігаційного трикутника.

Теоретична частина

Високочастотний усебічно направлений азимутальний радіомаяк (VOR) дозволяє пілотові визначити напрямок руху літака, тобто отримати інформацію про азимут, що дозволяє здійснювати політ за задалегідь обраним курсом від одного радіомаяка VOR до іншого.

На борту літака після оброблення сигналів радіомаяка VOR бортовий приймач поряд з індикацією поточного значення азимута забезпечує індикацію додаткової інформації, яка вказує на те, де точно перебуває літак та летить літак до радіомаяка або від нього.

За сигналами радіомаяка можливо також визначити місцеположення літака шляхом перетину двох ліній положення, які можна отримати перемиканням бортового приймача послідовно на частоти двох радіомаяків VOR.

Радіомаяки VOR можуть випускатися в двох варіантах:

- *категорія А* (з дальністю дії біля 370км при висоті польоту 8-10 км для забезпечення польоту по маршруту);
- *категорія В* (з дальністю дії біля 40 км для обслуговування району аеродрому).

Принцип дії далекомірною УВЧ-обладнання (DME – distance measuring equipment )

*Призначення.* Система DME передбачає безперервну і точну індикацію в кабіні пілота похилої дальності відповідним чином обладнаного повітряного судна від контрольної точки наземної установки даного засобу. В свою чергу система DME складається з двох основних компонентів, бортового і наземного. Бортовий компонент називається радіопередавач-запитувач, а наземний - радіопередавач-відповідач. Під час функціонування запитувачі запитують радіопередавачі-відповідачі, які, в свою чергу, передають запитувачам відповіді, синхронізовані з запитами, забезпечуючи таким чином засіб точного вимірювання відстані.

В основу побудови далекомірних радіомаяків, зокрема радіомаяків типу *DME*, покладено принцип радіолокації з активною відповіддю типу «запит – відповідь».

Радіомаяки типу *DME* дають змогу визначати поточні значення відстані на борту ПК до місця установлення радіомаяка з точністю до  $\pm 15$  м. Вони, як і радіомаяки *VOR (DVOR)*, побудовані за прогресивними технологіями (формування, оброблення сигналів) і сучасними технологіями виготовлення конструкції апаратури.

### Завдання 1

- Використовуючи, онлайн-симулятор вивчити зв'язок між наземним та бортовим обладнанням VOR системи. Для цього необхідно ввести наступні дані : 1. обрати систему VOR/DME; 2. відобразити навігаційні позначення; 3. ввести значення швидкості вітру, наприклад, 20 км/г; 4. висоту max 10500 м - min 100 м; 5. курс літака  $138^{\circ}$ ; 6. курс в напрямку до VOR  $125^{\circ}$ . Запустити симулятор, натиснувши кнопку Start.

[http://luizmonteiro.com/Learning\\_VOR\\_Sim.aspx](http://luizmonteiro.com/Learning_VOR_Sim.aspx)

### VOR симулятор





- Через 2 хвилини записати основну навігаційну інформацію: відстань літака до DME; курс літака; рухається літак до або від VOR/DME маяка; рухається літак чітко по курсу та глісаді, якщо ні – на скільки відхиляється, а також представити PrintScreen інтерфейсу симулятора.

Приклад,

**Стислий опис інструментів:**

1) VOR включає 6 основних інструментів (ASI, AI, Altimeter, TC, HI та VSI):



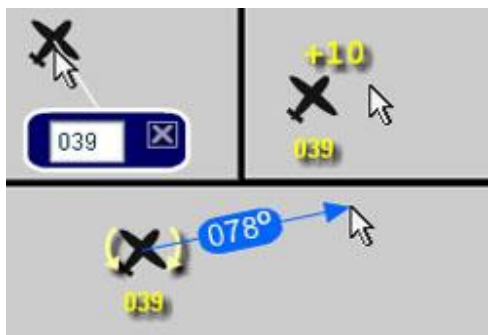
2) На карті позначаються радіали, курси та інша інформація:

3) Схема зони очікування:



4) Три способи налаштування кнопок:

5) Три способи зміни курсу:



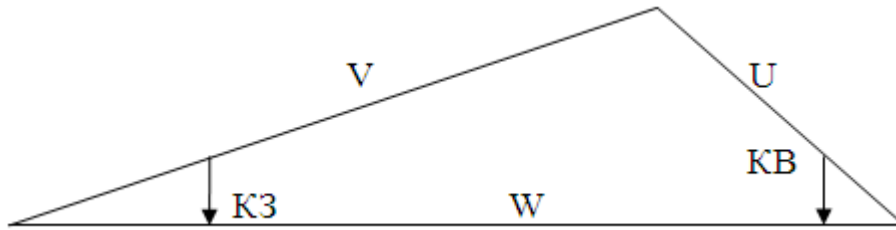
6) DME інструмент показує відстань, швидкість і ETA навігаційного засобу:

7) Інструменти для збереження налаштувань та позицій літака:



## Завдання 2

- 1) Згідно приведених формул розрахувати повітряну швидкість літака; кут зносу; кут вітру; шляхову швидкість. Визначити в якому напрямлені дує вітер. Варіант завдання видає викладач.



Навігаційний трикутник швидкостей: де  $V$  – вектор повітряної швидкості;  $W$  – вектор шляхової швидкості;  $U$  – вектор швидкості вітру;  $КЗ$  – кут зносу;  $КВ$  – кут вітру.

Між елементами навігаційного трикутника швидкостей існує наступна залежність:

$$MK = MШК - (\pm KЗ),$$

де  $МК$  – магнітний курс літака;  $МШК$  – магнітний шляховий кут;  $КЗ$  – кут зносу (якщо вправо зі знаком  $+$ , а якщо вліво зі знаком  $-$ ).

$$\frac{\sin KЗ}{U} = \frac{\sin KB}{V} = \frac{\sin(KB + KЗ)}{W}$$

- 2) Порівняти розрахунки з онлайн калькулятором <http://luizmonteiro.com/Wind.aspx#WT> (Wind Triangle). Зробіть PrintScreen розрахунків.
- 3) Зробити висновки.

## Контрольні питання

1. Принципи роботи VOR ?
2. У чому полягає головна мета VOR ?
3. Дайте визначення кут зносу, кут вітру, магнітний курс, шляхова швидкість, повітряна швидкість.
4. Принцип роботи DME.

## Правила составления и подачи ФПЛ в Украине

План полета должен быть подан перед началом любого полета в воздушном пространстве Украины в соответствии с Приложением 2 ICAO, Doc 4444 PANS/ATM, Руководством по сетевым операциям, часть «Справочник пользователей IFPS» (Network Operations Handbook, «IFPS User Manual») действующего издания.

План полета может быть подан в виде:

- individual flight plan (FPL ICAO) – индивидуального плана полета в форме FPL ICAO или
- repetitive flight plan (RPL ICAO) – перечня повторяющихся планов полетов в форме RPL ICAO.

### 1. Представление FPL.

#### 1.1. Обязательная подача FPL требуется для полетов:

- IFR и VFR или IFR/VFR (смешанные), которые выполняются в контролируемом воздушном пространстве;
- VFR, которые пересекают государственную границу Украины;
- VFR, которым требуется полетно-информационное и аварийное обслуживание.

### 2. Время подачи.

FPL должен быть подан не менее, чем за 1 час (3 часа, если рейс является объектом мер АТФМ), но не более чем за 120 часов (5 дней) до расчетного времени уборки колодок (ЕОВТ).

2.2. Списки RPL должны быть поданы эксплуатантом в адрес отдела обработки RPL CFMU (Network Manager Operations Centre – NMOC) на основании утвержденной государственным полномочным органом Украины (Госавиаслужбой) заявки (расписания) не позднее, чем за 14 рабочих дней, а изменения к ним, носящие постоянный характер – не позднее, чем за 7 дней до начала полетов. Процедура подачи заявки изложена в п. GEN 1.2 AIP Украины.

2.3 Адресация FPL описана в разделе ENR 1.11. FPLs и связанные с ними сообщения, сообщения о прибытии (ARR), касающиеся движения в воздушном пространстве Украины должны быть адресованы, как указано на рис. 23. с целью обеспечения правильной передачи и доставки. RPL отправляться в CFMU Евроконтроля (Network Manager Operations Centre – NMOC) RPL Team одним из следующих способов:

Почта: Rue de la Fusse, 96 B – 1130 Brussels, Belgium

SITA: BRUER7X

ФАКС: +32 2 729 90 42

E-mail: rpl@eurocontrol.int

### 3. Место подачи.

3.1. Эксплуатанты воздушных судов, могут подавать FPLs и связанные с ними сообщения (т. е. CHG, DLA, CNL) используя свои средства связи AFTN или SITA. Такие эксплуатанты берут на себя всю ответственность за выполнение всех процедур по представлению FPL, включая полную адресацию этих сообщений.

3.2. Если нет возможности самостоятельно подать FPL, то это можно сделать через ARO аэродрома вылета (или через ARO ближайшего аэродрома при отсутствии ARO на аэродроме вылета).

3.3. Эксплуатант может предоставить в ARO FPLs и сопутствующие сообщения по AFTN, электронной почте, телефаксу или телефону.

3.4. Если FPL передается по телефону, то должна строго соблюдаться последовательность полей формы FPL.

### Изменения к FPL

1. Информация о любых изменениях данных FPL должна быть сообщена как можно ранее, посредством подачи сообщения об изменении FPL – сообщение CHG или DLA.

2. В случае задержки на 15 мин или более после ЕОВТ должно быть подано сообщение CHG или DLA.

3. Сообщение DLA может не подаваться в случае, если задержка вылета является следствием назначения слота (получение сообщения SAM).

## Инструкции по заполнению бланка плана полета (FPL, RPL)

1. Назначение
2. Инструкции по заполнению бланка полета
  - 2.1 Общие положения
  - 2.2 Инструкция по внесению данных ОВД
  - 2.3 План полета представлен
  - 2.4 Принятие плана полета
3. Инструкция по заполнению бланка перечня повторяющихся планов полета (RPL)
  - 3.1 Общие положения
  - 3.2 Отмена плана полета
  - 3.3 Изменение данных о полете
  - 3.4 Инструкции по внесению данных в RPL
4. Бланк плана полета ICAO (FPL)
5. Бланк перечня повторяющихся планов полета (RPL)

Type of flight	Unit	Airspace	AFTN address	Additional addresses
IFR IFR/VFR GAT (mixed)	Eurocontrol	UTAs and ALL FIRs	EUCHZMFP EUCBZMFP	SITA: BRUEP7X PAREP7X
	Ukeraocenter	UTAs and ALL FIRs	UKKKZDZX	Aerodromes of departure, destination and alternative ....ZPZX Аеродромы вылета, прибытия и запасные ....ZPZX
Military control unit	UKKUP0XX			
Central Dispatch Service State Aviation Authority	UKKACGXX For VFR GAT only			
UkSATSE Aeronavigation Charges Office	UKKRASXX For VFR GAT only			
IFR OAT VFR Class C, D	ATS Unit	FIR Dnipropetrovs'k UTA Dnipropetrovs'k-North UTA Dnipropetrovs'k-South	UKDVZQZX UKHVZQZX UKDVYXYX UKHHPOXX	
		UTA/FIR Kyiv	UKBVZQZX UKKUP0XX UKBVYXYX	
		UTA/FIR L'viv	UKLVZQZX UKLLPOXX UKLVYXYX	
		FIR Odesa UTA Odesa-North UTA Odesa-South	UKOVZQZX UKOOP0XX UKOVZRZV	
		FIR Simferopol'	UKDVZQZX UKDVYXYX UKOVZQZX UKHHPOXX UKOOP0XX UKOVZRZV	
VFR Class G	Ukeraocenter	All FIRs	UKKKZDZX	Aerodromes of departure, destination and alternative ....ZPZX Аеродромы вылета, прибытия и запасные ....ZPZX
	Central Dispatch Service State Aviation Authority		UKKACGXX	
	UkSATSE Aeronavigation Charges Office		UKKRASXX	
	Military control unit		UKKUP0XX	
	ATS unit	FIR Dnipropetrovs'k	UKDVZIZX UKCVZIZX UKHVZIZX UKHHPOXX	
		FIR Kyiv	UKBVZIZX UKKUP0XX	
		FIR L'viv	UKLVZIZX UKLLPOXX	
		FIR Odesa	UKOVZIZX UKOOP0XX	
		FIR Simferopol'	UKDVZQZX UKOVZQZX UKHHPOXX UKOOP0XX UKDVZIZX	

Рис. 23. Адресация сообщений о планах полетов

### 1. Назначение

План полета представляется с целью обеспечения его диспетчерским или иным обслуживанием, координации действий органов обслуживания воздушного движения (ОВД) для упорядочения потоков движения воздушных судов (ВС) и более полного использования воздушного пространства в интересах всех заинтересованных ведомств.

Существует два вида плана полета:

Flight Plan (FPL) – план полета или индивидуальный (конкретный) план полета;

Repetitive flight plan (RPL) – повторяющийся план полета.

План полета – представленные в особом порядке (на специальном бланке) сведения о воздушном судне, его оборудовании и намечаемом маршруте полета, представляемые органам обслуживания воздушного движения.

Повторяющийся план полета – план полета, касающийся часто повторяющихся, выполняемых на регулярной основе с одинаковыми основными элементами полетов и представляемый эксплуатантом (или по его указанию другим полномочным лицом) в службу обслуживания воздушного движения для хранения и многократного использования.

Существуют специальные бланки определенного формата для плана полета (FPL) и повторяющегося плана полета (RPL), которые облегчают составление и заполнение FPL и RPL.

### **Представление плана полета**

План полета представляется заблаговременно перед началом любого полета или его части:

1. Для того чтобы он был обеспечен диспетчерским обслуживанием;
2. По правилам полета по приборам (ППП) в пределах консультативного воздушного пространства;
3. Выполняемого в пределах заданного района или в этот район, или по заданным маршрутам, когда этого требует соответствующий полномочный орган ОВД в целях упрощения обеспечения обслуживания, касающегося полетной информации, аварийного оповещения, поиска и спасения;
4. Выполняемого в пределах заданного района или в этот район, или по заданным маршрутам, когда этого требует соответствующий полномочный орган ОВД в целях упрощения координации действий с соответствующими военными органами или органами ОВД в соседних государствах во избежание перехвата, необходимость в котором может возникнуть для целей опознания;
5. С пересечением государственных границ.

При отсутствии других указаний соответствующего полномочного органа ОВД:

1. Для полетов по ППП повторяющегося характера плана полета представляется перед вылетом в пункт сбора донесений, касающихся ОВД или диспетчерской радиостанции двухсторонней связи «воздух-земля»;
2. План полета, для которого требуется диспетчерское или консультативное обслуживание, представляется, по крайней мере, за 60 минут до вылета или, в случае его представления в полете, в такое время, которое гарантирует его получение соответствующим органом ОВД, по крайней мере, за 10 минут (если нет других требований) до расчетного достижения ВС:

– запланированного пункта входа в диспетчерский или консультативный район;

– точки пересечения воздушной трассы или консультативного маршрута.

В случае задержки на 30 минут и более, после расчетного времени уборки колодок (ЕОВТ) выполнение контролируемого полета или на один час и более неконтролируемого полета, в отношении которых представлен план полета, соответственно этот план полета должен быть изменен или представлен новый, а прежний аннулирован.

План полета, представленный в ходе полета, должен передаваться на станцию авиационной электросвязи, обслуживающую орган ОВД, ведающий данным районом полетной информации, диспетчерским районом, консультативным районом или консультативным маршрутом, в котором или по которому выполняет полет данное ВС, либо через который ВС хотело бы выполнить полет. В том случае, когда это практически неосуществимо, его следует передавать на другую станцию авиационной электросвязи для ретрансляции соответствующему органу ОВД.

#### **Примечание**

*Если план полета представлен в целях получения диспетчерского обслуживания, то пилоту ВС необходимо дожидаться диспетчерского разрешения прежде чем переходить к полету в условиях, требующих соблюдения диспетчерских правил.*

*Если план полета представлен в целях консультативного ОВД, то пилоту необходимо дожидаться подтверждения получения плана полета органом, обеспечивающим это обслуживание.*

U S Department of Transportation Federal Aviation Administration		<h2 style="margin: 0;">International Flight Plan</h2>	
PRIORITY <b>&lt;=FF</b>	ADDRESSEE(S) _____ _____ _____ <b>&lt;=</b>		
FILING TIME _____	ORIGINATOR _____ <b>&lt;=</b>		
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND / OR ORIGINATOR _____ _____ _____			
3 MESSAGE TYPE <b>&lt;=(FPL</b>	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION _____	8 FLIGHT RULES _____	TYPE OF FLIGHT _____ <b>&lt;=</b>
9 NUMBER _____	TYPE OF AIRCRAFT _____	WAKE TURBULENCE CAT. / _____	10 EQUIPMENT _____ / _____ <b>&lt;=</b>
13 DEPARTURE AERODROME _____		TIME _____ <b>&lt;=</b>	
15 CRUISING SPEED _____	LEVEL _____	ROUTE _____	
_____ <b>&lt;=</b>			
16 DESTINATION AERODROME _____		TOTAL EET HR MIN _____	ALTN AERODROME _____
			2ND ALTN AERODROME _____ <b>&lt;=</b>
18 OTHER INFORMATION _____ _____ _____			
_____ <b>&lt;=</b>			
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)			
19 ENDURANCE HR MIN <b>E/</b> _____	PERSONS ON BOARD <b>P/</b> _____		EMERGENCY RADIO UHF VHF ELBA <b>R/</b> _____
SURVIVAL EQUIPMENT POLAR DESERT MARITIME JUNGLE _____ / _____		JACKETS LIGHT FLUORES UH VHF _____ / _____	
DINGHIES NUMBER CAPACITY COVER COLOR <b>D/</b> _____ <b>&lt;=</b>		AIRCRAFT COLOR AND MARKINGS <b>A/</b> _____	
REMARKS <b>N/</b> _____ <b>&lt;=</b>			
PILOT-IN-COMMAND <b>C/</b> _____ <b>)&lt;=</b>			
FILED BY _____	ACCEPTED BY _____	ADDITIONAL INFORMATION _____	

FAA Form 7233-4 (7-93)

Рис. 24. Бланк плана полета ICAO (FPL)

## Фрагменти збірника аеронавігаційної інформації України

### Класифікація повітряного простору України (AIP. ENR 1.4.)

#### ENR 1.4 ATS AIRSPACE CLASSIFICATION / КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ОВД

##### ENR 1.4.1 ATC airspace classes - services provided and flight requirements / Классы воздушного пространства ОВД: предоставляемое обслуживание и требования, предъявляемые к полетам

Class Класс	Type of flight Вид полета	Separation provided Эшелонирование	Service provided Обслуживание	VMC visibility and distance from cloud minima** Минимумы видимости и расстояние до облаков**	Speed limitation Ограничение скорости	Radio communication requirement Требования к радиосвязи	Subject to an ATC clearance Необходимость разрешения органа АТС
A*	IFR only Только по IFR	All ACFT Всех ACFT	Air traffic control service АТС	Not applicable Не применяется	Not applicable Не применяется	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
B*	IFR По IFR	All ACFT Всех ACFT	Air traffic control service АТС	Not applicable Не применяется	Not applicable Не применяется	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
	VFR По VFR	All ACFT Всех ACFT	Air traffic control service АТС	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud 8 км на высоте 3050 м (10000 фут) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 фут) AMSL Горизонтальная видимость 1500 м ; вертикальное расстояние до облаков 300 м	Not applicable Не применяется	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
C	IFR По IFR	IFR from IFR IFR from VFR IFR относительно IFR IFR относительно VFR	Air traffic control service АТС	Not applicable Не применяется	Not applicable Не применяется	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
	VFR По VFR	VFR from IFR VFR относительно IFR	1) Air traffic control service for separation from IFR; 2) VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request) 1) АТС для эшелонирования относительно IFR; 2) Информация о движении (по запросу рекомендация по предотвращению столкновения VFR/VFR)	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud 8 км на высоте 3050 м (10000 фут) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 фут) AMSL Горизонтальная видимость 1500 м; вертикальное расстояние до облаков 300 м	465 km/h(250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 фут) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да



Class Класс	Type of flight Вид полета	Separation provided Эшелонирование	Service provided Обслуживание	VMC visibility and distance from cloud minima** Минимумы видимости и расстояние до облаков**	Speed limitation Ограничение скорости	Radio communication requirement Требования к радиосвязи	Subject to an ATC clearance Необходимость разрешения органа АТС
D	IFR По IFR	IFR from IFR IFR относительно IFR	Air traffic control service, traffic information about VFR flights (and traffic avoidance advice on request) АТС, информация о полетах по VFR (по запросу рекомендация по предотвращению столкновения)	Not applicable Не применяется	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
	VFR По VFR	Nil Не производится	IFR/VFR and VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request) Информация о полетах по IFR/VFR и VFR/VFR (по запросу рекомендация по предотвращению столкновения)	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud 8 км на высоте 3050 м (10000 футов) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 футов) AMSL Горизонтальная видимость 1500 м; вертикальное расстояние до облаков 300 м	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
E*	IFR По IFR	IFR from IFR IFR относительно IFR	Air traffic control service and, as far as practical, traffic information about VFR flights ОБД и, по мере возможности, информация о полетах по VFR	Not applicable Не применяется	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	Yes Да
	VFR По VFR	Nil Не производится	Traffic information as far as practical По мере возможности, информация о движении	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud 8 км на высоте 3050 м (10000 футов) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 футов) AMSL Горизонтальная видимость 1500 м; вертикальное расстояние до облаков 300 м	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	No Нет	No Нет



Class Класс	Type of flight Вид полета	Separation provided Эшелонирование	Service provided Обслуживание	VMC visibility and distance from cloud minima** Минимумы видимости и расстояние до облаков**	Speed limitation Ограничение скорости	Radio communication requirement Требования к радиосвязи	Subject to an ATC clearance Необходимость разрешения органа АТС
F*	IFR По IFR	IFR from IFR as far as practical По мере возможности, IFR относительно IFR	Air traffic advisory service; flight information service Консультативное обслуживание воздушного движения; полетно-информационное обслуживание	Not applicable Не применяется	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	No Нет
	VFR По VFR	Nil Не производится	Flight information service FIS	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud. At and below 900 m AMSL or 300 m above terrain whichever is higher - 5 km****. Horizontally: Clear of cloud in flight direction and in sight of ground or water surface. Vertically: Vertical distance from an ACFT, flying with 300 km/h (160 kt) IAS and less, to base of cloud over plain and hilly terrain is equal 50m; Vertical distance from an ACFT, flying with 301 - 465 km/h (160 - 250 kt) IAS, to base of cloud over mountainous terrain and as well as over plain and hilly terrain is equal 100 m; Flight are not operated above clouds. 8 км на высоте 3050 м (10000 футов) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 футов) AMSL Горизонтальная видимость 1500 м; вертикальное расстояние до облаков 300 м. На высоте 900 м и ниже AMSL или на высоте 300 м над местностью, в зависимости от того, какая высота больше, - 5 км****. По горизонтали: отсутствие облаков в направлении полета и при видимости земной или водной поверхности. По вертикали: 50 м до нижней границы облаков в равнинной и холмистой местности с приборной скоростью 300 км/ч (160 узлов) и менее; 100 м до нижней границы облаков в горной местности с приборной скоростью - 301 - 465 км/ч (160 - 250 узлов); Выше облаков полеты не выполняются.	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 футов) AMSL	No Нет	No Нет

Class Класс	Type of flight Вид полета	Separation provided Эшелонирование	Service provided Обслуживание	VMC visibility and distance from cloud minima** Минимумы видимости и расстояние до облаков**	Speed limitation Ограничение скорости	Radio communication requirement Требования к радиосвязи	Subject to an ATC clearance Необходимость разрешения органа АТС
G***	IFR По IFR	Nil Не производится	Flight information service FIS	Not applicable Не применяется	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 фут) AMSL	Continuous two-way Постоянная двухсторонняя радиосвязь	No Нет
	VFR По VFR	Nil Не производится	Flight information service FIS	8 km at and above 3050 m (10000 ft) AMSL 5 km below 3050 m (10000 ft) AMSL 1500 m horizontal; 300 m vertical distance from cloud. At and below 900 m AMSL or 300 m above terrain whichever is higher - 5 km****. Horizontally: Clear of cloud in flight direction and in sight of ground or water surface. Vertically: Vertical distance from an ACFT, flying with 300 km/h (160 kt) IAS and less, to base of cloud over plain and hilly terrain is equal 50 m; Vertical distance from an ACFT, flying with 301 - 465 km/h (161 - 250 kt) IAS, to base of cloud over mountainous terrain and as well as over plain and hilly terrain is equal 100 m; Flight are not operated above clouds. 8 км на высоте 3050 м (10000 фут) и выше AMSL 5 км ниже 3050 м (10000 фут) AMSL Горизонтальная видимость - 1500 м; вертикальное расстояние до облаков 300 м. На высоте 900 м и ниже AMSL или на высоте 300 м над местностью, в зависимости от того, какая высота больше, - 5 км****. По горизонтали: отсутствие облаков в направлении полета и при видимости земной или водной поверхности. По вертикали: 50 м до нижней границы облаков в равнинной и холмистой местности с приборной скоростью 300 км/ч (160 узлов) и менее; 100 м до нижней границы облаков в горной местности с приборной скоростью - 301 - 465 км/ч (161 - 250 узлов); Выше облаков полеты не выполняются.	465 km/h (250 kt) IAS below 3050 m (10000 ft) AMSL с приборной скоростью 465 км/ч (250 узлов) ниже 3050 м (10000 фут) AMSL	No Нет	No Нет

\* Classes of airspace A, B, E and F are not used in Ukrainian FIRs.

\*\* 1) Except when a clearance is obtained from ATC unit, VFR flights shall not take off or land at an aerodrome within CTR, or enter the aerodrome traffic zone or traffic pattern:

- a) when the ceiling is less than 450 m (1500 ft); or
  - b) when the ground visibility is less than 5 km.
- 2) VFR flights between sunset and sunrise are permitted over plain and hilly terrain under the following conditions:

- a) the ground visibility is not less than 8 km (5 km for helicopters), the ceiling is not less than 600 m (1800 ft);
- b) at flight height is not less than 300 m (1000 ft) above the ground or water;
- c) the vertical distance to base of cloud is not less than 300m;

- d) the ground visibility is not less than 3 km and the ceiling is not less than 600 m (1800 ft) for helicopters flying for providing emergence medical service or training for the such flight.

\*\*\* If class G airspace established above 5950 m (FL 195) IFR flights are permitted. If class G airspace established bellow 5950 m (FL 195) IFR flights are permitted within AFIZ only. It is prohibited to have two or more IFR ACFT simultaneously within AFIZ. ACFT carried out IFR and VFR flights within AFIZ shall maintain continuous two-way communication with the appropriate ATS unit.

\*\*\*\* In class G airspace VFR flights when flight visibility less than 5 km are permitted under the following conditions:

- 1) 2 km - for flights with 300 km/h (160 kt) IAS and less between sunrise and sunset over plain and hilly terrain;
- 2) 1,5 km - for helicopters flying with 180 km/h (100 kt) IAS and less between sunrise and sunset over plain and hilly terrain for providing emergence medical service or training in circumstances in which the probability of encounters with other traffic would normally be low;

- 3) 500 m - for helicopters flying at height up to 10 m or executing the manoeuvre with speed 10 km/h.

\* Классы воздушного пространства А, В, Е и F не используются в FIR Украины.

\*\* 1) За исключением тех случаев, когда на это имеется диспетчерское разрешение, полученное от органа АТС, при полетах по VFR не выполняются взлеты или посадки на аэродроме, находящемся в пределах CTR, или вход в зону аэродромного движения или схему движения, если:

- a) высота нижней границы облаков менее 450 м (1500 фут); или
  - b) видимость у земли менее 5 км.
- 2) Полеты по VFR в период между заходом и восходом солнца разрешаются в равнинной и холмистой местности при соблюдении следующих условий:

- a) видимость у земли не менее 8 км (для вертолетов не менее 5 км), высота нижней границы облаков не менее 600 м (1800 фут);
- b) минимальная высота полета над земною или водною поверхностью не менее 300 м (1000 фут);
- c) расстояние до нижней границы облаков по вертикали не менее 300 м;

- d) видимость у земли не менее 3 км и высота нижней границы облаков не менее 600 м (1800 фут) для полетов вертолетов с целью предоставления неотложной медицинской помощи и тренировки к таким полетам.

\*\*\* В воздушном пространстве класса G, если оно установлено выше 5950 м (FL 195), разрешаются полеты по IFR. В воздушном пространстве класса G, если оно установлено ниже 5950 м (FL 195), полеты по IFR разрешаются только в границах AFIZ. При этом не разрешается одновременное выполнение более одного полета по IFR в границах AFIZ. В границах AFIZ ACFT, выполняющие полеты по IFR и VFR, должны поддерживать постоянную двухстороннюю радиосвязь с соответствующим органом ATS.

\*\*\*\* В воздушном пространстве класса G полеты по VFR при видимости в полете менее 5 км разрешаются при соблюдении следующих условий:

- 1) 2 км - в равнинной и холмистой местности при выполнении полета с приборной скоростью 300 км/ч (160 узлов) и менее;
- 2) 1,5 км для полетов вертолетов в равнинной и холмистой местности с целью предоставления неотложной медицинской помощи и тренировки днем в условиях, когда вероятность встречи с другими ACFT низкая, а приборная скорость составляет 180 км/ч (100 узлов) или меньше;

- 3) 500 м - для вертолетов, если они выполняют зависание и перемещение на высоте до 10 м или выполняют маневры со скоростью 10 км/ч.

## Заборонені зони, зони обмеження польотів та небезпечні зони (AIP. ENR 5.1.)

### ENR 5.1 PROHIBITED, RESTRICTED AND DANGEROUS AREAS / ЗАПРЕТНЫЕ ЗОНЫ, ЗОНЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ И ОПАСНЫЕ ЗОНЫ

#### The Purpose of Airspace Reservation

Two different types of airspace reservation have been defined in Ukrainian airspace:

Temporary Reserved Area (TRA) is a defined volume of airspace normally under the jurisdiction of one aviation authority and temporarily reserved, by common agreement, for the specific use by another aviation authority and through which other traffic may be allowed to transit, under ATC clearance.

Temporary Segregated Area (TSA) is a defined volume of airspace normally under the jurisdiction of one aviation authority and temporarily segregated, by common agreement, for the exclusive use by another aviation authority and through which other traffic will not be allowed to transit.

Time of D and R areas activity is defined by schedule.

#### The Temporary Airspace Allocation Process

The Temporary Airspace Allocation Process consists in the allocation process of an airspace of defined dimensions assigned for the temporary reservation (TRA/TSA) or restriction (D/R) and identified as an "AMC-manageable area" in AIP ENR 5. The Temporary Airspace Allocation Process permits activities requiring temporary reservation to be allocated on the day before operations so as to allow the UKRAEROCENTRE to make available, if required, Conditional Routes (CDRs) established through them outside their planned hours.

The planned activity and conditions for the use of TRA/TSA and D or R "AMC-manageable areas" will be published by the UKRAEROCENTRE in the "Airspace Use Plan" (AUP) daily at 14.00 UTC (15.00 UTC in winter).

TRA/TSA and D/R "AMC-manageable areas" activation times are defined in accordance with the following parameters:

##### 1. Published Hours

"Published Hours" cover(s) the maximum possible activation time.

"Published Hours" are published in AIPs in the Activation Time Column.

##### 2. Planned Hours

"Planned Hours" will be specified daily by the UKRAEROCENTRE and published in the AUP.

"Planned Hours" will always take place within the "Published Hours".

##### 3. Real Activation Time

"Real Activation Time" is the actual period of use of the area.

"Real Activation Time" will normally take place within the "Planned Hours".

Activity in D and R areas, which takes place within CTR, TMA and has effect on GAT is carried out by ATC clearance. Column Remarks should have sentence Activity by ATC .

Note: Buffer zone around R-restricted areas, D-dangerous areas, P-prohibited areas and T-training areas are:

##### 1. In a horizontal plane:

- 5nm (9.3km), when rocket firing, firing with the purpose to impact on the meteorological processes or/and ACFT operations with IAS more than 300km/h in these areas.

- 2.7nm (5km), when explosive activity (Firing, Artillery firing, Bombing, Blasting) or/and ACFT operations with IAS less than 300km/h in these areas.

##### 2. In a vertical plane:

- 300m above the upper limit or below the lower limit of such areas if the lower limit is established not from ground.

Назначение Резервирования Воздушного Пространства (TRA или TSA)

В воздушном пространстве Украины установлено два различных вида временно зарезервированного воздушного пространства:

Временно зарезервированная зона (TRA) - определенный объем воздушного пространства, находящийся обычно под юрисдикцией одного авиационного полномочного органа, временно зарезервированный по совместному соглашению для специфического использования другим авиационным полномочным органом, через который может допускаться транзит других ACFT по диспетчерскому разрешению.

Временно отделенная зона (TSA) - определенный объем воздушного пространства, находящийся обычно под юрисдикцией одного авиационного полномочного органа, временно отделенный по совместному соглашению для исключительного использования другим авиационным полномочным органом, через который не допускается транзит других ACFT.

Период деятельности D и R зон определяется расписанием (графиком).

Процедуры Ежедневного Распределения Воздушного Пространства на Временной Основе

В отношении зон TSA/TRA, а также в отношении тех D или R зон, которые опубликованы в разделе ENR 5 AIP с пометкой "AMC-manageable area", применяются процедуры ежедневного распределения воздушного пространства на временной основе, которые предполагают распределение воздушного пространства между пользователями накануне выполнения деятельности, которая требует временного резервирования воздушного пространства, с целью предоставления возможности Украероцентру определять доступность условных маршрутов (CDR), которые проходят через данное воздушное пространство, вне запланированного периода деятельности в данном воздушном пространстве.

Запланированная деятельность и условия использования таких зон публикуются Украероцентром в "Плане использования воздушного пространства" (AUP) ежедневно в 14.00 UTC (15.00 UTC в зимний период).

Периоды активации TSA/TRA и D, R зон, которые опубликованы в AIP с пометкой "AMC-manageable area" определяются в соответствии со следующими параметрами:

##### 1. Опубликованный период

"Опубликованный период" охватывает максимально возможное время активации.

"Опубликованный период" публикуется в сборнике AIP в столбце "Время активации".

##### 2. Запланированный период

"Запланированный период" ежедневно определяется Украероцентром и публикуется в плане AUP.

"Запланированный период" всегда находится в пределах "Опубликованного периода".

##### 3. Период фактической активации

"Период фактической активации" - это фактический период использования зоны.

"Период фактической активации" обычно находится в пределах "Запланированного периода".

Деятельность в D и R зонах, расположенных в границах CTR, TMA и оказывающая влияние на GAT производится по разрешению органов УВД. В графе Примечание указывается Деятельность по разрешению органов УВД.

Примечание: Буферная зона вокруг P- запретных зон, D- опасных зон, R- зон ограничения и T-тренировочных зон:

##### 1. В горизонтальной плоскости:

- 5nm (9.3км), при пусках ракет, стрельбах с целью воздействия на метеорологические процессы или/и эксплуатации ACFT с приборной воздушной скоростью более чем 300 км/ч в этих зонах.

- 2.7nm (5км), при проведении взрывной деятельности (взрывные работы, все виды стрельб, использовании взрывных устройств военного назначения) или/и эксплуатации ACFT с приборной воздушной скоростью менее чем 300 км/ч в этих зонах

##### 2. В вертикальной плоскости:

- 300m выше верхнего предела указанных зон и/или ниже нижнего предела, если нижняя граница установлена не от земли.



3. The buffer zones are not established around P-prohibited areas where there are no airspace activities.

4. ACFT operators may plan and carry out flights along the published boundaries of buffer zones without buffer zones penetration.

3. Вокруг запретных зон буферные зоны не устанавливаются, если в них не проводится деятельность по использованию воздушного пространства.

4. Эксплуатанты могут планировать и выполнять полеты по опубликованным границам буферных зон без вхождения в буферные зоны.

**ENR 5.1.1 PROHIBITED AREAS / Запретные зоны (P)**

Identification, name and lateral limits <i>Обозначение, название и боковые границы</i>	Upper limit/ Lower limit <i>Верхние границы/ Нижние границы</i>	Remarks (time of activity, types of restriction, nature of hazard, risk of interception) <i>Примечания (время деятельности, вид ограничения, характер опасности, риск перехвата)</i>
1	2	3
<b>UK-P1</b> Prypiat' A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 512300N 0300700E	<u>FL 135</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P2</b> Zaporizhzhia A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 473000N 0343700E	<u>FL 135</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P3</b> Rivne A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 512000N 0255500E	<u>FL 135</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P4</b> Khmel'nyts'kyi A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 502000N 0264000E	<u>FL 135</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P5</b> Oleksandrivka A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 474900N 0311300E	<u>FL 135</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P6</b> Kyiv 503715N 0302955E - 503530N 0303330E - 503355N 0303125E - 503415N 0302850E - 503610N 0302710E - 503715N 0302955E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P7</b> Kaniv A circle, / <i>Круг радиусом 3 KM radius centered at / с центром в</i> 494500N 0313000E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P8</b> Kremenchuk A circle, / <i>Круг радиусом 3 KM radius centered at / с центром в</i> 490500N 0331500E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P9</b> Dniprodzerzhynsk A circle, / <i>Круг радиусом 3 KM radius centered at / с центром в</i> 483200N 0343300E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P10</b> Zaporizhzhia A circle, / <i>Круг радиусом 3 KM radius centered at / с центром в</i> 475200N 0350500E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24
<b>UK-P11</b> Kakhovka A circle, / <i>Круг радиусом 3 KM radius centered at / с центром в</i> 464700N 0332200E	<u>1200 M</u> SFC	High danger object H24

**ENR 5.1.3 RESTRICTED AREAS / Зоны ограничения полетов (R)**

Identification, name and lateral limits <i>Обозначение, название и боковые границы</i>	Upper limit/ Lower limit <i>Верхние границы/                      Нижние границы</i>	Remarks (time of activity, types of restriction, nature of hazard, risk of interception) <i>Примечания                      (время деятельности, вид ограничения, характер опасности, риск перехвата)</i>
1	2	3
<b>UK-R308</b> Shebelynka 494100N 0363154E - 493900N 0364454E - 493500N 0364454E - 493200N 0363854E - 493300N 0363054E - 494100N 0363154E	<u>2450 M</u> SFC	Firing, bombing MON - FRI 06:00 - 19:00 (03:00 - 21:00)
<b>UK-R310</b> Kherson A circle, / <i>Круг радиусом 5 KM radius centered at / с центром в</i> 463529N 0330301E	<u>2600 M</u> SFC	Blasting MON - FRI 08:00 - 19:00 (07:00 - 18:00)
<b>UK-R311</b> Povurs'k A circle, / <i>Круг радиусом 10 KM radius centered at / с центром в</i> 512059N 0250754E	<u>2150 M</u> SFC	Firing, bombing Blasting H24
<b>UK-R312</b> Kamianka-Buz'ka A circle, / <i>Круг радиусом 10 KM radius centered at / с центром в</i> 500729N 0242524E	<u>2150 M</u> SFC	Blasting MON - FRI 08:00 - 19:00 (07:00 - 18:00)
<b>UK-R317</b> Kyevo-Oleksandriv's'kyi A circle, / <i>Круг радиусом 10 KM radius centered at / с центром в</i> 471020N 0311740E	<u>2150 M</u> SFC	AMC-manageable area. Planned hours specified in daily UK AUP. Bombing, rockets launching, firing. MON - FRI 04:00 - 23:59 (03:00 - 23:00), SAT 04:00 - 13:00 (03:00 - 12:00) Real-time information and/or crossing clearance from Odesa Radar 119.475
<b>UK-R401</b> Chernihiv's'kyi 512000N 0305054E - 511640N 0305754E - 511120N 0305424E - 510230N 0304614E - 510500N 0303924E - 511100N 0303924E - 512000N 0305054E	<u>FL 160</u> SFC	AMC-manageable area Planned hours specified in daily UK AUP Artillery firing MON - THU 06:00 - 14:00 (05:00 - 13:00), 18:00 - 23:59 (17:00 - 23:00); FRI 06:00 - 13:00 (05:00 - 12:00), 18:00 - 22:00 (17:00 - 21:00) Real-time information and/or crossing clearance from Kyiv Radar 127.725, Kyiv Radar 132.375
<b>UK-R402</b> Desnians'kyi 1 511300N 0303854E - 511030N 0305324E - 510000N 0304654E - 510100N 0303854E - 511300N 0303854E	<u>FL 160</u> SFC	AMC-manageable area Planned hours specified in daily UK AUP Artillery firing MON - THU 06:00 - 14:00 (05:00 - 13:00), 18:00 - 23:59 (17:00 - 23:00); FRI 06:00 - 13:00 (05:00 - 12:00), 18:00 - 22:00 (17:00 - 21:00) Real-time information and/or crossing clearance from Kyiv Radar 127.725, Kyiv Radar 132.375
<b>UK-R403</b> Rzhys'chiv's'kyi 500053N 0311616E - 500150N 0311634E - 500227N 0310934E - 500300N 0310724E - 500236N 0310602E - 500003N 0310602E - 500022N 0310854E - 500000N 0311344E - 500045N 0311419E - 500053N 0311616E	<u>FL 145</u> SFC	Artillery firing 06:00 - 18:00 (05:00 - 17:00)
<b>UK-R404</b> Velykopolovets'kyi A circle, / <i>Круг радиусом 4 KM radius centered at / с центром в</i> 495559N 0295354E	<u>1500 M</u> SFC	Firing MON - THU 06:00 - 14:00 (05:00 - 13:00), 18:00 - 23:59 (17:00 - 23:00); FRI 06:00 - 14:00 (05:00 - 13:00), 18:00 - 22:00 (17:00 - 21:00)
<b>UK-R405</b> Kryvorizhs'kyi 475400N 0330955E - 475200N 0331655E - 474620N 0331155E - 474600N 0330725E - 474900N 0330555E - 475400N 0330955E	<u>1700 M</u> SFC	Artillery firing Activity by ATC

## Учебні та тренувальні зони військової авіації (AIP. ENR 5.2)

### ENR 5.2 MILITARY EXERCISES AND TRAINING AREAS / УЧЕБНЫЕ И ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗОНЫ ВОЕННОЙ АВИАЦИИ

Name Lateral limits <i>Название Боковые границы</i>	Upper/lower limits and system/ means of activation announcement INFO for CIV FLT <i>Верхние/ нижние границы Система/ средство оповещения Информация для гражданских полетов</i>	Remarks Time of ACT Risk of interception (ADIZ) <i>Примечания Время действия</i>
1	2	3
<b>UK-T311-01</b> Povurs'k 513259N 0245754E - 512359N 0253654E - 510559N 0253954E - 505359N 0251554E - 511359N 0245654E - 513259N 0245754E	<u>FL 150</u> SFC Samotechnyi - Control / <i>Самотечный - Контроль</i> 124.000 MHz	Combat maneuvering HS
<b>UK-T317-01</b> Kyievo-Oleksandrivs'kyi 472751N 0310950E - 472133N 0312150E - 470107N 0312912E - 465508N 0311630E - 465505N 0310006E - 472335N 0305954E - 472751N 0310950E	<u>FL 260</u> 600 M Bunker Control / <i>Бункер Контроль</i> 125.000 MHz Blondinka Control / <i>Блондинка Контроль</i> 128.500 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TSA AMC-manageable area. Combat maneuvering. Test flights MON - FRI 04:00 - 23:59 (03:00 - 23:00), SAT 04:00 - 13:00 (03:00 - 12:00) Penetration prohibited during activation
<b>UK-T500</b> TFA №1a 504552N 0291151E - 505312N 0295706E - 503800N 0301254E - 503512N 0301324E - 504552N 0291151E	<u>FL 155</u> SFC Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 127.725 MHz Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 135.825 MHz Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 128.175 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TSA AMC-manageable area. Test flights MON - FRI 07:30 - 15:00 (06:30 - 14:00) Penetration prohibited during activation
<b>UK-T501</b> TFA №1 511859N 0285016E - 511702N 0293058E - 505312N 0295706E - 504419N 0290231E - 511859N 0285016E	<u>FL 240</u> SFC Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 135.825 MHz Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 127.725 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TSA AMC-manageable area Test flights MON - FRI 07:30 - 15:00 (06:30 - 14:00) Penetration prohibited during activation
<b>UK-T502</b> TFA №2 512444N 0274516E - 511859N 0285016E - 504419N 0290231E - 504201N 0285324E - 504159N 0283754E - 505200N 0272642E - 512300N 0274500E - 512444N 0274516E	<u>FL 410</u> 1500 M Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 135.825 MHz Kyiv Radar / <i>Київ Радар</i> 136.400 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TRA AMC-manageable area Test flights MON - FRI 07:30 - 15:00 (06:30 - 14:00) Crossing clearance from: Kyiv Radar 136.400, Kyiv Radar 135.825
<b>UK-T503</b> TFA №3 514633N 0262354E - 512444N 0274516E - 512300N 0274500E - 505200N 0272642E - 510313N 0262200E - 514633N 0262354E	<u>FL 410</u> 3050 M L'viv Radar / <i>Львів Радар</i> 135.600 MHz L'viv Radar / <i>Львів Радар</i> 118.675 MHz L'viv Radar / <i>Львів Радар</i> 125.650 MHz L'viv Radar / <i>Львів Радар</i> 134.050 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TSA AMC-manageable area Test flights MON - FRI 07:30 - 15:00 (06:30 - 14:00) Penetration prohibited during activation
<b>UK-T505</b> TFA №5 500220N 0364804E - 501100N 0370154E - 495500N 0374354E - 492746N 0374355E - 495335N 0364930E - 500220N 0364804E	<u>FL 170</u> 1850 M Kharkiv Radar / <i>Харьков Радар</i> 133.900 MHz Dnipro Radar / <i>Дніпро Радар</i> 129.250 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TRA AMC - manageable area. Test flights. Crossing clearance from: Dnipro Radar 129.250. Kharkiv Radar 133.900.
<b>UK-T506</b> TFA №6 492746N 0374355E - 495500N 0374354E - 494130N 0382255E - 491255N 0381420E - 492746N 0374355E	<u>FL 180</u> 1850 M Dnipro Radar / <i>Дніпро Радар</i> 129.250 MHz Kharkiv Radar / <i>Харьков Радар</i> 133.900 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TRA AMC-manageable area. Test flights. Crossing clearance from: Dnipro Radar 129.250, Kharkiv Radar 133.900.
<b>UK-T507</b> TFA №7 491255N 0381420E - 494130N 0382255E - 492832N 0394632E - 484120N 0391715E - 491255N 0381420E	<u>FL 350</u> 3050 M Dnipro Radar / <i>Дніпро Радар</i> 129.250 MHz Kharkiv Radar / <i>Харьков Радар</i> 133.900 MHz	Planned hours specified in daily UK AUP TRA AMC-manageable area. Test flights. Crossing clearance from: Dnipro Radar 129.250, Kharkiv Radar 133.900. NOTAM