

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра аеронавігаційних систем

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри АНС

д-р техн. наук, проф.

_____ Ларін В.Ю.

«_____» _____ 2020р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

за освітньо-професійною програмою

«ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ»

Тема:

**Виконання польотів по стандартних маршрутах
прибуття за приладами**

Виконавець:

Гриппа Костянтин Сергійович

Керівник:

Аргунов Геннадій Федорович

Нормоконтролер

Аргунов Геннадій Федорович

Київ-2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра аеронавігаційних систем

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Обслуговування повітряного руху»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АНС

_____ В.Ю. Ларін
«_____» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи магістра

Гриппа Костянтин Сергійович

1. *Тема дипломної роботи:* «**Виконання польотів по стандартних маршрутах прибуття за приладами**» затверджена наказом ректора від « _____ » 2020р. № _____ .
2. *Термін виконання проекту:*
3. *Вихідні дані до роботи:* типові вимоги до автоматизованих систем керування повітряним рухом, інструкція користувача псевдопілота диспетчерського тренажера «Експерт».
4. *Зміст пояснювальної записки:* загальний опис автоматизованих систем керування повітряним рухом, технічні характеристики синтетичних засобів підготовки, побудова термінальних маршрутів, стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами, диспетчерський тренажер «Експерт», бази даних для диспетчерського тренажера.
5. *Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:* ілюстрації пояснювальних матеріалів, порівняльні таблиці, схеми.

6. Календарний план графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Підготовка та написання 1 розділу « АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ТРЕНУВАЛЬНОЇ МІСЦІ »	09.10-30.10	виконано
2.	Підготовка та написання 2 розділу « ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ »	09.10-15.12	виконано
3.	Підготовка та написання 3 розділу « МАРШРУТИ ПОЛЬОТУ В ТЕРМІНАЛЬНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ »	15.10-10.11	виконано
4.	Підготовка та написання 4 розділу « АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕР «ЕКСПЕРТ» »	25.10-15.11	виконано
5.	Підготовка та написання 5 розділу « РОЗРОБЛЕННЯ СТАНДАРТНИХ МАРШРУТІВ ПРИБУТТЯ ПРИБАДАМИ ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕРА «ЕКСПЕРТ» »	05.11-15.12	виконано
6.	Підготовка презентації та доповіді	10.12-20.12	виконано

7. Дата видачі завдання: «__» _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи _____ Аргунов Геннадій Федорович
(підпис керівника) (прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____ Гриппа Костянтин Сергійович
(підпис студента) (прізвище, ім'я, по батькові)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи **«Виконання польотів по стандартних маршрутах прибуття за приладами»**: 92 сторінок, 16 рисунків, 2 таблиці, 22 використаних джерела, 1 додаток.

СТАНДАРТНІ МАРШРУТИ ПРИБУТТЯ ЗА ПРИЛАДАМИ, ТРЕНУВАЛЬНА МІСЦЯ, СИНТЕТИЧНИЙ ЗАСІБ ТРЕНАЖЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ, ДИСПЕТЧЕРСЬКИЙ ТРЕНАЖЕР, ПСЕВДО-ПЛІТ.

Мета дипломної роботи – розроблення стандартних маршрутів прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

Об’єкт дослідження – диспетчерський тренажер.

Засоби досягнення – аналіз вимог та можливостей синтетичних засобів тренажерної підготовки.

Актуальність – тренажерна підготовка є невід’ємною складовою процесу підготовки фахівців всіх освітньо-кваліфікаційних рівнів і здійснюється у оснащених відповідним чином лабораторіях університету, а також на підприємствах та організаціях. Метою практичної підготовки є оволодіння студентами професійних умінь і навичок, здатності прийняття самостійних рішень під час виконання експлуатаційних процедур на робочих місцях. Для якісної практичної підготовки відповідно має бути якісне програмне забезпечення диспетчерського тренажера. Результат роботи має покращити якість програмного забезпечення тренажера.

Результат дипломної роботи – розроблені стандартні маршрути прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

АРКУШ ЗАУВАЖЕНЬ

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	7
Терміни та визначення	9
Вступ.....	12
Розділ 1. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ТРЕНУВАЛЬНОЇ МІСЦІ.....	15
1.1. Загальний опис автоматизованих систем керування повітряним рухом	15
1.2. Технічні характеристики синтетичних засобів підготовки.....	19
1.3. Функціональність тренувальної місці.....	21
Висновки до розділу 1	32
Розділ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ.....	33
Розділ 3.МАРШРУТИ ПОЛЬОТУ В ТЕРМІНАЛЬНОМУ	
 ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ.....	36
3.1. Обслуговування повітряних суден, що прибувають	36
3.2. Побудова термінальних маршрутів.....	39
3.3. Стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами.....	48
Висновки до розділу 3	52
Розділ 4.АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО	
 ТРЕНАЖЕРА «ЕКСПЕРТ»	53
4.1. Функціональні можливості тренажера.....	53
4.2. Відображення повітряної ситуації	55
4.3. Опис функцій псевдо-пілота.....	58
Висновки до розділу 4	72
Розділ 5.РОЗРОБЛЕННЯ СТАНДАРТНИХ МАРШРУТІВ ПРИБУТТЯ	
 ЗА ПРИЛАДАМИ ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕРА	
 «ЕКСПЕРТ»	73
5.1. Розроблення структур баз даних	73
5.2. Редагування даних.....	76
5.3. Розроблення маршрутів прибуття	79
Висновки до розділу 5	83
Висновок до роботи	84
Список використаних джерел.....	87
Додаток 1. Стандартні маршрути прибуття для аеродрому «Харків-студент»	89

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АС КІР– Автоматизована система керування повітряним рухом

БД – База даних

ДОП– Диспетчерський орган підходу

ЛТХ– Льотно-технічні характеристики

ОІР– Обслуговування повітряного руху

ОрІР– Організація повітряного руху

ПВІ – Правила візуальних польотів

ПІІ – Правила польотів за приладами

ІС– Повітряне судно

РІЦ– Районний диспетчерський центр

РМ– Робоче місце

РІЗ – Радіотехнічні засоби

ТІІ – Термінальний повітряний простір

УІР – Управління повітряним рухом

ФС– Формуля супроводження

АСАС (Aircraft Collision Avoidance System) — бортова система запобігання зіткненням

АІР(Aeronautical Information Publication)— збірник аеронавігаційної інформації

ІАІ(FinalApproachFix) — контрольна точка кінцевого етапу заходження на посадку

ІАІ(FinalApproachPoint) — точка кінцевого етапу заходження на посадку

ІМІ (Distance Measuring Equipment) — далекомірне обладнання

ІМІ (Flight ManagementSystem) — система керування польотом

ІАІ (InitialApproachFix)— контрольна точка початкового етапу заходження на посадку

ІІІ (Instrument Landing System) — інструментальна система посадки

ІІІО (International Civil Aviation Organisation) — Міжнародна організація цивільної авіації

ОСА/І (Obstacle Clearance Altitude\Height) — абсолютна/ відносна висота польоту перешкод

PBN (Performance Based Navigation) — навігація, заснована на характеристиках

PTT (Part-Task Trainer) – відпрацювання часткових завдань

SID (Standard Instrument Departure) — стандартний маршрут вильоту за приладами

STD (Synthetic Training Device) – Синтетичний засіб підготовки

STAR (Standard Instrument Arrival) — стандартний маршрут прибуття за приладами

RNAV (Area Navigation) — зональна навігація

RV(Radar Vectoring) —наведення з використанням систем спостереження ОПР

RVSM (Reduced Vertical Separation Minimum) — скорочений мінімум вертикального ешелонування

VOR (VHF Omnidirectional Radio Range) —всенаправлений дуже високочастотний радіомаяк

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Диспетчер управління повітряним рухом (*Air Traffic Controller*) — особа, яка здійснює диспетчерське обслуговування повітряного руху та має свідоцтво диспетчера служби руху з дійсними рейтингами відповідно до наданих прав.

Диспетчерське обслуговування повітряного руху (*Air Traffic Control Service*) — обслуговування, що надається з метою:

а) запобігання зіткненням:

1) між повітряними суднами;

2) повітряних кораблів з перешкодами в зоні маневрування;

б) прискорення та підтримання впорядкованого потоку повітряного руху.

Дозвіл органу диспетчерського обслуговування повітряного руху (диспетчерський дозвіл) (*Air Traffic Control Clearance*)— дозвіл повітряному кораблю діяти згідно з умовами, установленими органом диспетчерського обслуговування повітряного руху.

Для зручності термін «диспетчерський дозвіл» часто замінюють на скорочений термін «дозвіл АТС» або «дозвіл», у відповідних контекстах. Скорочений термін «дозвіл» може використовуватися з пояснювальними словами «на вирулювання», «на зліт», «на виліт», «на заходження на посадку» або «на посадку» для позначення етапу польоту, до якого належить диспетчерський дозвіл.

Засіб для відпрацювання часткових завдань (*Part-Task Trainer*) — синтетичний засіб підготовки, призначений для забезпечення відпрацювання специфічних та окремих операційних завдань, при цьому від особи, яка проходить підготовку, не вимагається здійснення усіх завдань, що зазвичай виконуються у реальному операційному середовищі;

Стандартний виліт за приладами (*Standard Instrument Departure*)— визначений маршрут вильоту за ППП, що сполучає аеродром або конкретну злітно-посадкову смугу (ЗПС) аеродрому з відповідним пунктом на маршруті ОНР, з якого починається фаза польоту за маршрутом.

Стандартне прибуття за приладами (*StandardInstrumentArrivalRoute*) – визначений маршрут прибуття за ППП, що сполучає відповідний пункт на маршруті ОПР з пунктом, від якого може розпочатись опублікована процедура заходження на посадку за приладами.

Синтетичний засіб підготовки (*Synthetic Training Device*) – будь-який тип засобу, у тому числі тренажер, та засіб для відпрацювання часткових завдань, за допомогою якого імітуються умови операційного середовища;

Тренажер (*Simulator*) – синтетичний засіб підготовки, що забезпечує представлення важливих аспектів реального операційного середовища та відтворює операційні умови, в яких особа, що проходить підготовку, має можливість безпосередньо відпрацювати завдання, що виконуються у реальному часі;

Типи передтренажерного навчання:

1. **Здобуття навиків (*SA*)** - дозволяє а обмеженому режимі або у реальному масштабі часу відпрацьовувати навики, необхідні для виконання робочих завдань диспетчера (можливо у змодельованих умовах).

2. **Практика виконання часткових завдань (*PTP*)** - дозволяє у обмеженому режимі або у реальному масштабі часу відпрацьовувати навики, необхідні для виконання робочих завдань диспетчера в реальних умовах.

3. **Кероване здобуття навиків (*GSA*)** - здобуття навиків, що супроводжується інтерактивною оцінкою, коментарями та управлінням діями студента.

4. **Керована практика виконання часткових завдань (*GPTP*)** - практика виконання часткових завдань, що супроводжується коментарями, відображенням результатів, оцінкою дій студента та можливістю зворотного зв'язку.

– **Тренажерне навчання (*simulation*)**. Навчання/тренування за допомогою моделювання повітряного руху, який би реагував на дії студента, як і реальний повітряний рух. Типи тренажерної підготовки:

1. **Індивідуальна тренажерна підготовка (*IND SIMUL*)** – виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу одним студентом.

2. **Командна тренажерна підготовка (TEAM SIMUL)** – виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу із залученням декількох студентів. Команда складається з двох або більше студентів, від яких вимагається спільне відпрацювання відповідних завдань, що потребують командних дій.

3. **Групова тренажерна підготовка (GROUP SIMUL)** – виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу із залученням персоналу для виконання декількох індивідуальних або командних тренажерних навчань одночасно.

– **Структурований брифінг (structured briefing)**. Розплановане подання інформації про тренування на тренажері (або серію тренувань), яке описує задачі вправи, робочі процедури, роботу тренажеру та ролі кожного учасника тренування.

– **Структурований де брифінг (structured debriefing)**. Розпланований аналіз та обговорення результатів тренування на тренажері (або серії тренувань). Обговорення сконцентровано в основному на обраних фахівцями/стажерами стратегіях та на результатах, до яких це призвело

ВСТУП

Нині використання повітряного простору не є оптимальним і/або гнучким у найширшому значенні цього терміна через невідповідність між пропускнуою здатністю системи обслуговування повітряного руху (ОПР) і потребами користувачів, особливо в періоди пікового навантаження. Така негнучкість, часто зумовлена нинішньою структурою фіксованих маршрутів, перешкоджає найефективнішому використанню повітряного простору і економічному виконанню польотів. Властиві існуючій системі недоліки є також наслідком недосконалості систем зв'язку, навігації і спостереження та неузгодженості розробок. Обмежені масштаби співпраці в процесі планування призводять, зокрема, до дублювання засобів на державних кордонах, недостатнього використання даних систем спостереження, істотних відмінностей у застосуванні мінімумів ешелонування, установленні складних процедур координації ОПР і використанні різних систем крейсерських ешелонів. Ці недоліки можуть стати причиною затримок або зміни маршрутів руху, що несприятливо позначається на регулярності й економічності польотів. Для того щоб задовольнити зростаючі потреби в повітряних перевезеннях, необхідно розробити таку систему організації повітряного руху (ОрПР), яка б забезпечувала оптимальне використання повітряного простору (ВПП), та впорядкування потоку повітряного руху [5; 6; 16].

Для повітряних суден (ПС) було б ідеальним виконувати польоти по найбільш прямих маршрутах між пунктами вильоту і призначення, оскільки середовище, у якому виконуються польоти ПС, дозволяє це за винятком випадків наявності на маршруті несприятливих метеорологічних явищ. Проте внаслідок багатьох суперечливих вимог до ВПП з боку різних користувачів, а також вимог щодо охорони довкілля і національною безпекою, виконувати політ по найбільш прямому маршруту майже завжди неможливо. Отже, необхідно знаходити розумний компроміс між бажаною метою і реальністю.

Хоча визначення *ІСАО* поняття «маршрут ОПР» охоплює досить широкий спектр понять, маршрути ОПР у термінальному повітряному просторі

(ТПП) зазвичай є маршрутами прибуття та вильоту ПС (рис. 1) [22].

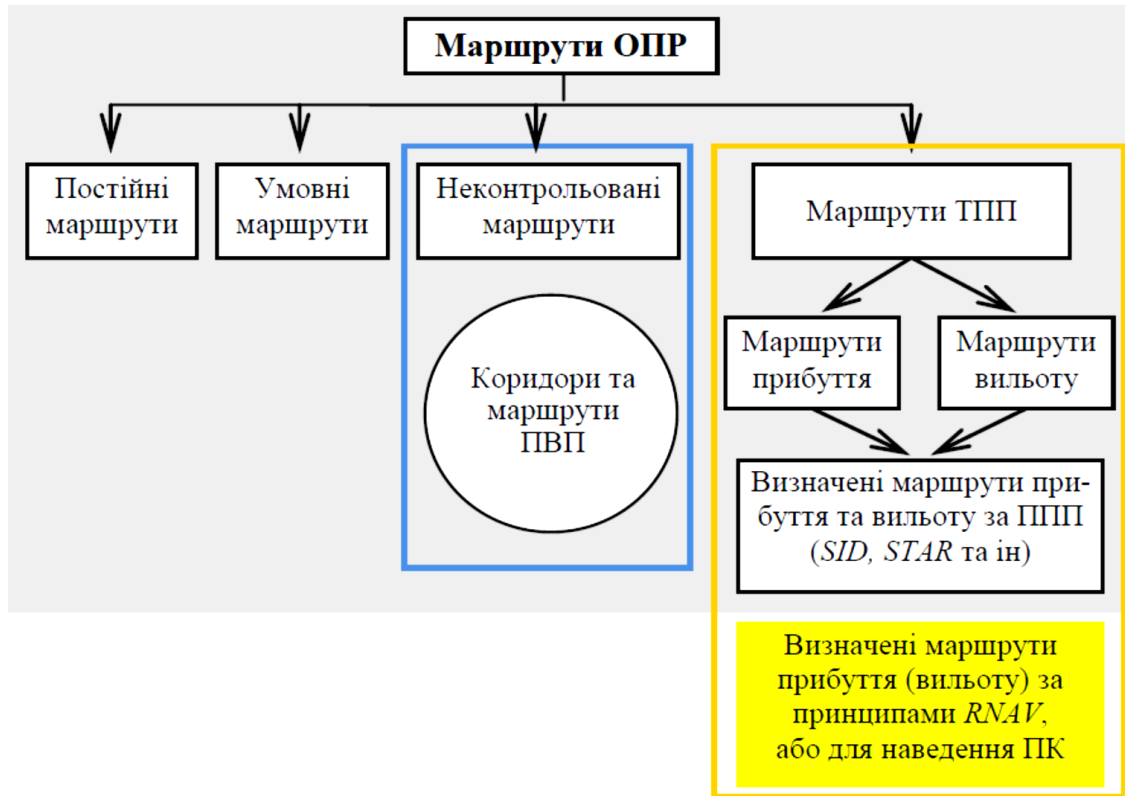


Рисунок 1 – Маршрути ОНР

Маршрути прибуття та вильоту можуть бути:

– визначені, як у випадку з маршрутами вильоту і прибуття за правилами польотів за приладами (ППП), що зазвичай опубліковані як *SID/STAR* (базуються на принципах *RNAV* або традиційній навігації), маршрути для правил візуальних польотів (ПВП) (задані, наприклад, візуальними орієнтирами) або коридори для ПВП;

– невизначені, як у випадку з безпосередньою маршрутизацією, що створюється диспетчером ОНР у вигляді наведення з використанням систем спостереження ОНР (*Radar Vectoring – RV*) або інструкцій слідувати «прямо» до точки *RNAV*.

Якісна підготовка авіадиспетчера для забезпечення головних завдань органів ОНР неможлива без тренажерної підготовки. Натепер тренажери є складовою сучасних автоматизованих систем керування повітряним рухом.

Мета тренувальної місії полягає у забезпеченні можливості тренування диспетчерів без впливу на операційне ОНР. Тренування диспетчерів включає

планові тренування та тренування з метою ознайомлення з функціональними можливостями системи. Додатково середовище тренування може використовуватися для перевірки нових процедур, маршрутів та іншого.

Проте в навчальних закладах та окремих службах ОПР застосовуються окремі тренажери, які не пов'язані з реальними системами. В Національному авіаційному університеті використовується диспетчерський тренажер «Експерт». Але він має деякі недоліки та зауваження.

Метою дипломної роботи є розроблення стандартних маршрутів прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

Для досягнення мети дипломної роботи були поставлені наступні задачі:

1. Проаналізувати вимоги та цілі тренувальної місії.
2. Проаналізувати вимоги до стандартних маршрутів прибуття за приладами.
3. Проаналізувати процедури керування повітряним судном диспетчерського тренажера «Експерт».
4. Розробити бази даних та стандартні маршрути прибуття за правилами польотів за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

Модернізація тренажерів прямо залежить від функціональної структури самого тренажера. Якщо програма тренажера виконана у вигляді однієї програми, то внесення змін та доповнень може викликати непередбачені проблеми в роботі всієї системи, тим більше, що зміни та доповнення мають носити постійний характер.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ТРЕНУВАЛЬНОЇ МІСІЇ

1.1. Загальний опис автоматизованих систем керування повітряним рухом

Автоматизована система керування повітряним рухом (АС КПР) це організаційно-технічна система апаратно-програмних засобів автоматизації процесів керування повітряним рухом, яка забезпечує оцінювання і прогнозування повітряного руху, вибір керівних дій диспетчера та контроль їх реалізації.

Визначено три характерні завдання: основне завдання – це допомога у забезпеченні обслуговування повітряного руху та організації повітряного руху; додаткові завдання – це тренування диспетчерського персоналу та технічний аналіз та супроводження функціонування системи. Ці завдання зазначені як «Операційне застосування», «Тренування» та «Аналіз і Супроводження» відповідно.

1.1.1. Операційне застосування АС КПР

Мета системи в операційній місії полягає у забезпеченні допомоги операційному персоналу під час виконання завдань із управління повітряним рухом (УПР) [1].

В операційній місії система виконує такі функції:

- збір та об'єднання даних спостереження для представлення диспетчерам поточної повітряної обстановки;
- отримання та розповсюдження польотних даних, включаючи обмін даними з суміжними органами ОПР під час автоматичної координації;
- функції попереджень та сигналізації (Інструментарій КПР);
- супроводження аеронавігаційної та метеорологічної інформації;
- запис та архівування даних для послідуочого відтворення та статистичного аналізу.



Рисунок 1.1 – Операційна місяця АС КПП

1.1.2. Супровід АС КПП

Супровід АС КПП - процес аналізу результатів експлуатації і обслуговування Системи та її модифікації, обумовлений необхідністю підтримання її у працездатному стані та зміни її функціональних можливостей. Супровід АС КПП здійснюється згідно експлуатаційно-технічної документації та рекомендацій, наданих виробником Системи.

Мета супроводу АС КПП полягає у аналізі (дослідженні) роботи системи або системних подій та у технічному обслуговуванні системи, без впливу на процес здійснення ОПР.

Середовище супроводу АС КПП зображене на малюнку нижче.



Рисунок 1.2 – Місія аналізу та супроводження АС КПП

1.1.3. Тренування

Мета тренувальної місії полягає у забезпеченні можливості тренування диспетчерів без впливу на операційне обслуговування повітряного руху. Тренування диспетчерів включає планові тренування та тренування з метою ознайомлення з функціональними можливостями системи. Додатково

середовище тренування може використовуватися для перевірки нових процедур, маршрутів та іншого.

Місія тренування складається із окремих завдань щодо Підготовки даних для тренування, Виконання тренування та Оцінювання тренування. Завдання із Підготовки даних для тренування визначає дані аеронавігаційного середовища, повітряного руху та інших необхідних характеристик у яких виконується тренувальна вправа.

Опис середовища тренування зображене на рисунку 1.3.

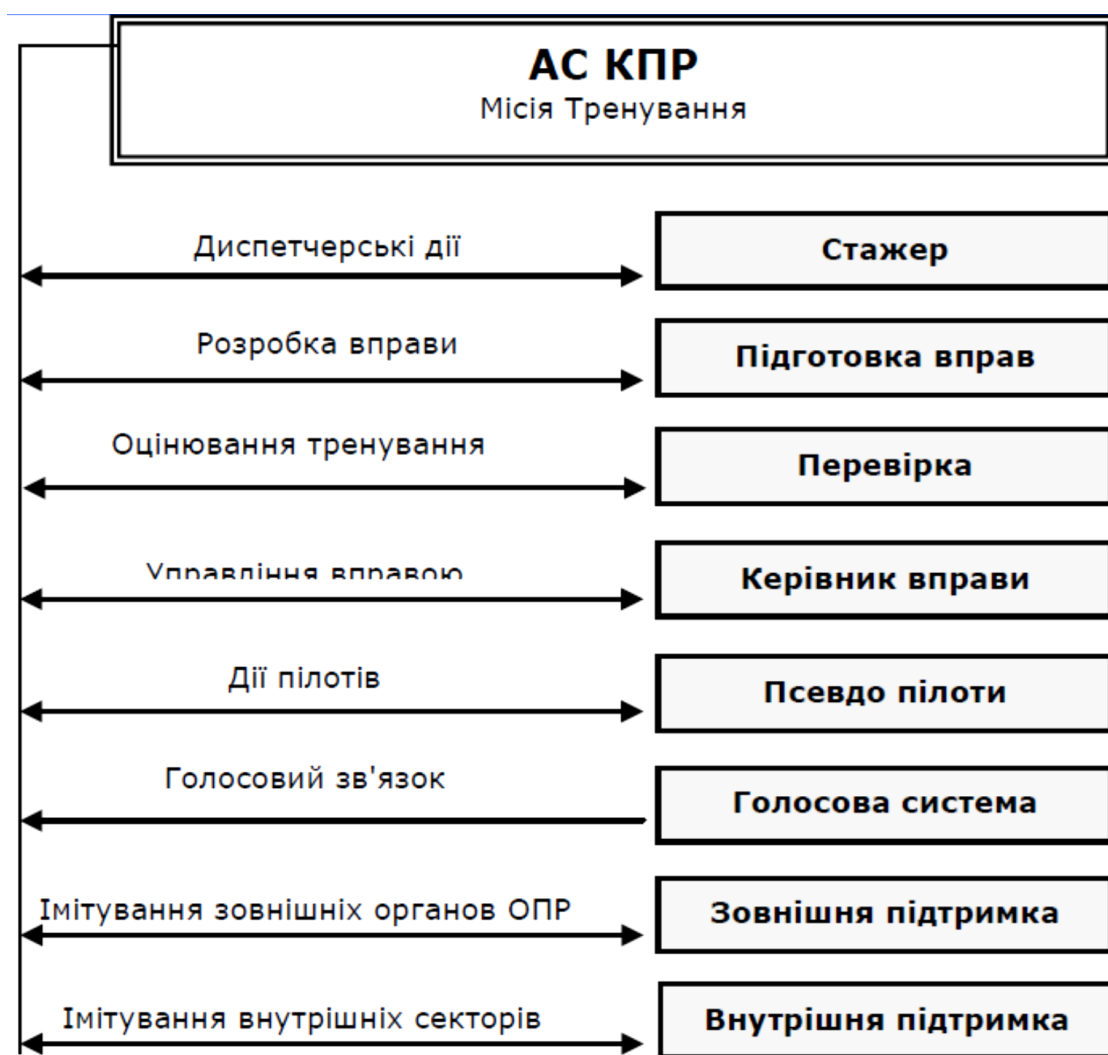


Рисунок 1.3 – Місія тренування АС КТР

Для виконання тренування диспетчерів визначаються окремі ролі користувачів таких як стажер, керівник вправи, псевдо-пілот, оператори зовнішньої та внутрішньої підтримки, проте, якщо робоча ситуація дозволяє то одним оператором можуть виконуватися різні ролі.

Функція керівника вправи управляти початком та завершенням вправи.

Він також спроможний переривати вправу та відтворювати дії стажерів. Вправа після цього може бути поновлена з моменту її призупинення.

Функція зовнішньої та внутрішньої підтримки імітувати наявність інших секторів та центрів ОПР здійснюючи польотну координацію із стажером.

Псевдо-пілот виконує управління повітряним судном відповідно до вказівок стажера. Псевдо-пілоти можуть управляти декількома повітряними суднами та здійснювати передавання контролю ПС між собою.

Стажер виконує обслуговування повітряним рухом як диспетчер районного диспетчерського центру (РДЦ) або диспетчерського органу підходу (ДОП), відповідно до завдань органа ОПР.

Оцінювач вправи використовує дані записані упродовж тренувальної вправи з метою проведення оцінки характеристик виконання вправи стажером.

Функція підготовки тренування визначає тренувальну сесію (дані середовища – аеронавігаційні елементи, структура повітряного простору, угоди з взаємодії та інше) та тренувальну вправу (рейси та події). Записані операційні плани польотів також можуть бути використанні під час розробки тренувальної вправи.

Голосові переговори між стажером, псевдо-пілотом та операторами підтримки записуються системою з метою відтворення дій стажера.

1.2. Технічні характеристики синтетичних засобів підготовки

Класифікація синтетичних засобів підготовки. Синтетичні засоби підготовки, що використовуються для навчання, повинні класифікуватися наступним чином[2,3]:

- (1) тренажер (SIM – Simulator);
- (2) процедурний тренажер (РТТ – Part-Task Trainer).

Вимоги до синтетичних засобів підготовки (STD – Synthetic Training Device). Якщо для здійснення навчання застосовується синтетичний засіб підготовки, він повинен бути схвалений уповноваженим органом як складова

частина процесу затвердженого плану підготовки. Організації з підготовки повинні продемонструвати яким чином за допомогою синтетичного засобу підготовки буде забезпечено проведення запланованого навчання, зокрема, як будуть досягатись заявлені цілі під час практичної підготовки та як будуть оцінені результати навчання відповідно до рівня, визначеного в навчальній програмі.

Така демонстрація та відповідна документація повинні включати наступні критерії:

(1) загальне середовище, яке має передбачати середовище, в якому вправи на синтетичному засобі підготовки виконуються без зайвих перешкод з боку інших дій;

(2) макет синтетичного засобу підготовки;

(3) надане обладнання;

(4) презентація екрана, функціональність та оновлення операційної інформації;

(5) відображення даних, включаючи стріпи, де це доречно;

(6) взаємодія об'єктів;

(7) експлуатаційні характеристики повітряних суден, включаючи можливість маневрування, наприклад, політ в зоні очікування або система посадки за приладами;

(8) наявність змін в режимі реального часу під час виконання вправи;

(9) процеси, за допомогою яких організація з підготовки може бути впевнена, що працівники, які здійснюють підготовку на STD, є компетентними;

(10) ступінь реалістичності будь-якої системи розпізнавання голосу, яка пов'язана з STD; і

(11) якщо тренажер є невід'ємною частиною операційної системи УПР, мають бути затвержені процеси, за допомогою яких організація з підготовки переконується, що не було допущено протиріч між штучним та операційним середовищами.

Вищезазначені критерії синтетичного засобу підготовки будуть використовуватись для встановлення його відповідності запропонованому

навчанню. За загальним принципом, чим більша ступінь повторення експлуатаційної позиції, тим більше буде можливість його використання для будь-якого конкретного навчання.

У випадку, коли синтетичний засіб підготовки застосовується на етапі підготовки до стажування на робочому місці та час навчання рахується як операційна підготовка, класифікація синтетичного засобу підготовки повинна бути повною копією робочого місця, включаючи все обладнання, комп'ютерні програми, які необхідні для виконання пов'язаних з цим робочим місцем завдань, а також реалістичний вітер на всіх рівнях для створення району з особливим режимом польоту. Що стосується робочого місця на диспетчерській вищці, то синтетичний засіб підготовки має включати й її зовнішній вид.

1.3. Функціональність тренувальної місії

Терміни «сесія» та «вправа» вживаються у таких значеннях[1]:

Сесія визначає операційне середовище та характеризується структурою повітряного простору, географічними межами, профілями температури та вітру, конфігурацією зовнішніх центрів, угод щодо взаємодії, радіолокаційних позицій та іншим.

Вправа визначає дії в межах сесії та характеризується моделюванням повітряного руху та сценарієм подій за часом.

1.3.1. Підготовка даних

Призначенням функції підготовки даних є визначення та введення даних, які необхідні для виконання тренування. Нижче приводяться інструменти необхідні для підготовки даних сесії та вправ. Сесія описує середовище, в якому буде виконуватися вправа. Вона складається із набору визначених аеронавігаційних елементів, метеорологічних умов та інших даних конфігурації, необхідних для моделювання функціонування реальної АС КПП (місцеположення/характеристики радіолокаторів, конфігурація систем координації (OLDI), експлуатаційні характеристики ПС тощо). Вправа описує характеристики повітряного руху та сценарій подій, які будуть виконуватись у контексті сесії.

Підготовка сесії

Система **повинна** дозволяти введення аеронавігаційних та метеоданих та даних конфігурації логічно згрупованих під одним ідентифікатором сесії.

Система **повинна** дозволяти введення таких елементів повітряного простору для тренувальної сесії:

- аеродроми;
- точки, з можливістю призначення ознаки „Точка Fly-by” або „Точка Flyover”;
- елементи структури повітряного простору (FIR, TMA, CTA, межі секторів, райони та зони обмеження повітряного простору, тощо)
- маршрути ОПП, включаючи маршрути SID та STAR;
- стратегічні обмеження (максимальна швидкість, рівні тощо) для сегментів маршрутів.

Система **повинна** дозволяти ведення визначеного переліку повідомлень NOTAM для можливості їх використання у тренувальній сесії.

- місцеположення та характеристики джерел спостереження та пеленгації;
- параметри координації;
- експлуатаційні характеристики ПС;

Система **повинна** забезпечувати перевірку правильності та повноти визначення елементів сесії:

Система **повинна** забезпечувати перевірку того, щоб завершена специфікація сесії включала повні та сумісні елементи.

Помилки у специфікаціях індивідуальних елементів сесії або у повному описі сесії **повинні** надаватися на відображення оператору.

Система **повинна** забороняти одночасне внесення змін декількома операторами до одного й того ж файлу сесії.

Система **повинна** надавати можливість роздруковувати опис тренувальної сесії на визначених принтерах.

Підготовка вправи

Система **повинна** дозволяти введення польотних даних та даних про події,

логічно згрупованих під одним ідентифікатором вправи та пов'язаним з визначеною сесією.

Система **повинна** дозволяти внесення змін до створених вправ.

Система **повинна** мати можливість введення таких елементів тренувальної вправи:

- плани польотів та повідомлення, пов'язані з ними для рейсів GAT та OAT;
- коефіцієнт завантаження ПС;
- час активізації польоту відносно часу початку вправи;
- ознаки відсутності у стажера плану польоту для визначеного ПС;
- координаційні повідомлення;
- повідомлення організації потоків повітряного руху;
- зміст текстових нагадувань для псевдо-пілота та час їх активізації відносно часу початку вправи;
- спеціальні події (відмова двигунів, відмова радіозв'язку, аварійний стан, відмова обладнання RVSM/RNAV/8.33, відмови системних компонентів) за часом відносно початку виконання вправи.

Система **повинна** дозволяти введення параметрів вітру та температури для тренувальної сесії у формі сітки трьохмірних блоків із визначенням швидкості, напрямку вітру та температури в кожному блоці.

Бажано, щоб система дозволяла визначення сценарію генерації аеродромних метеорологічних повідомлень (METAR, SPECI, TAF) за часом відносно початку вправи.

Бажано, щоб система дозволяла визначення сценарію генерації повідомлень NOTAM за часом відносно початку вправи.

Система **повинна** забезпечувати перевірку правильності та повноти елементів вправи.

Система **повинна** забезпечувати перевірку відповідності завершеної специфікації вправи до опису сесії, до якої вона відноситься.

Система **повинна** дозволяти створення вправ тривалістю до 4 годин.

Помилки у специфікації індивідуальних елементів вправи або у повному

описі вправи **повинні** надаватись оператору.

Система **повинна** забороняти одночасне внесення змін декількома операторами до одного й того ж файлу вправи.

Система **повинна** надавати можливість роздруковувати опис тренувальної вправи на визначених принтерах.

1.3.2. Виконання вправи

Тренування проводиться шляхом виконання вправи у контексті середовища, що асоціюється з даними вправи сесії, так щоб відтворити операційне середовище обслуговування повітряного руху. Різна кількість стажерів може виконувати вправу разом, або у складі групи „радіолокаційний диспетчер” – „диспетчер –планувальник”, або як окремі сектори. Додатково, одночасно можуть виконуватися незалежні вправи, кожне робоче місце функціонує окремо від інших але під керівництвом одного інструктора. Незважаючи на те, що визначені окремі ролі для стажерів, інструктора, псевдо-пілота, внутрішньої та зовнішньої підтримки, за умови адекватного робочого навантаження один оператор може виконувати декілька ролей. Стажер повинен виконувати ті ж дії, що передбачені технологією роботи реального диспетчерського пункту (робочого місця). Тому пульти, дисплеї та функціональні можливості системного тренажеру повинні бути ідентичними тим, які використовуються в операційній місії. Інструктор може переривати вправу та відтворювати запис дій стажера. Вправа може потім бути продовжена з моменту, на якому її було призупинено. Кожне ПС, що визначено у сценарії вправи, розглядаються за статусом „Навігація за планом”. Таким чином, політ ПС проходить за планом польоту, який визначений у сценарії вправи. Псевдо-пілот має можливість введення команд відповідно до вказівок стажера щодо змін параметрів навігації ПС, відмінних від плану польоту, визначеного у вправі. Після цього ПС має статус „Ручна навігація”. Псевдо-пілот має можливість повернути ПС із статусу „Ручна навігація ” до статусу „Навігація за планом ”. Функції внутрішньої та зовнішньої підтримки моделюють інші сектори свого центру ОНР та зовнішні органи ОНР відповідно, здійснюючи завдання координації із стажером. Залежно від

конфігурації сектору/органу, визначеного в сесії, ця координація може бути у „без голосовому режимі” або з використанням мовного зв’язку.

Навігація ПС "за планом" здійснюється згідно з сценарієм, визначеним у вправі. Дані даної навігації анулюються з моменту введення псевдо-пілотом будь-якої команди і до моменту введення команди „відновити навігацію”. Додатково, дані погодних явищ у формі „засвіток” також генеруються відповідно до специфікації вправи.

1.3.3. Управління тренуванням

Система **повинна** дозволяти інструктору керувати виконанням вправи.

Система **повинна** дозволяти інструктору встановлювати конфігурацію робочих місць з метою їх призначення для виконання функції відповідно до тренувальної місії, яка визначається тренувальною роллю (виконавчий диспетчер, диспетчер планувальник, псевдо-пілот, внутрішня/зовнішня підтримка).

Система **повинна** дозволяти призначення ролі псевдо-пілота та внутрішньої / зовнішньої підтримки на визначеному робочому місці інструктора.

Система **повинна** дозволяти призначення ролі внутрішньої / зовнішньої підтримки на визначеному робочому місці псевдо-пілота.

Система **повинна** дозволяти здійснювати такі функції керування:

- запуск/припинення вправи;
- пауза/продовження вправи;
- відтворення вправи або її частини, яка була виконана до моменту припинення.

Система **повинна** дозволяти призупиняти вправу для повторного її відтворення або її частини та поновлювати вправу з моменту її призупинення.

За командою інструктора система **повинна** дозволяти імітувати відмови логічних компонентів системи.

Система **повинна** дозволяти виконання не менш ніж *певну кількість* незалежних вправ одночасно під контролем інструктора.

1.3.4. Моделювання повітряного руху

Місце ПС у тренувальній вправі **повинно** бути розраховано на підставі плану польоту та перераховуватися відповідно до вказівок псевдо-пілота при їх введенні.

Для ПС, що не прийняті на керування псевдо-пілотом, активізація місця ПС **повинна** починатися за плановим часом активізації.

Для ПС, що прийняті на керування псевдо-пілотом до вильоту, активізація місця ПС, повинна здійснюватися у момент часу вильоту.

Плани польотів щодо ПС, для яких встановлена ознака відсутності плану польоту у стажера **не повинні** надаватися стажеру.

Технічні характеристики ПС, що визначені у специфікації тренувальної сесії **повинні** змінюватися під впливом таких факторів:

- коефіцієнт похибок навігаційних систем;
- вітер та температура;
- коефіцієнт завантаження ПС.

Для ПС, що виконують політ в напрямку точки на маршруті, вплив вітру **повинен** бути врахований при розрахунку шляхової швидкості ПС.

Для ПС, що виконують політ заданим курсом, вплив вітру **повинен** бути врахований при розрахунку шляхової швидкості та шляхового куту руху ПС.

Процес розрахунку місця ПС **повинен** імітувати згладжені характеристики маневру реального ПС за показниками ефекту крену, зайняття заданого ешелону тощо.

1.3.5. Моделювання операційного середовища

Система **повинна** мати можливість створення змодельованих монорадарних відповідей.

Місце плоту **повинно** відповідати позиції, на якій він був би виявлений радіолокатором.

Система **повинна** генерувати змодельовані монорадарні відповіді синхронно з періодом обертання антени радіолокатору, що моделюється.

Система **повинна** враховувати тип радіолокатору (первинний/вторинний/комбінований) та дальність виявлення при визначені типу відповіді від радіолокатору.

Система **повинна** враховувала характеристики радіолокаторів (шум, вірогідність виявлення, сліпі зони тощо) при розрахунках відповідей від радіолокатору.

Система **повинна** мати можливість імітації відправлення та отримання повідомлень нотифікації та координації між сусідніми органами ОПР відповідно до конфігурації тренувальної сесії.

Система **повинна** імітувати відправлення повідомлення АСТ суміжним органом ОПР у момент часу, передбачений сценарієм вправи.

Система **повинна** передбачати автоматичну імітацію відправлення повідомлення АСТ суміжним органом ОПР у визначений час до моменту прольоту точки передавання контролю ПС, без визначення його в специфікації вправи.

Система **повинна** передбачати автоматичну імітацію відправлення повідомлення активації до суміжного органу ОПР у визначений час до моменту прольоту точки передавання контролю ПС, без визначення його в специфікації вправи.

Система **повинна** передбачати імітацію прийому повідомлень організації потоків повітряного руху та оновлень до них відповідно до сценарію, визначеному в описі вправи.

Бажано, щоб система мала можливість імітувати прийом аеродромних метеорологічних повідомлень (METAR, TAF, SPECI) при проведенні вправи відповідно до сценарію, визначеному в описі вправи.

Бажано, щоб система дозволяла застосовувати функції синтезу та розпізнавання голосу для імітації наявності псевдо-пілотів.

Функція синтезу голосу **повинна** забезпечувати вироблення синтетичного голосу для пілотів та зовнішніх органів ОПР з метою ініціації зв'язку та відповіді на команди стажерів.

Бажано, щоб функція синтезу голосу забезпечувала можливість застосування різноманітних акцентів, чоловічих та жіночих голосів, реалістичних шумових фонів (шум двигунів тощо).

Функція розпізнавання голосу **повинна** ідентифікувати мову стажерів відповідно до стандартної фразеології радіообміну ІСАО та виконувати команди без участі псевдо пілота.

1.3.6. Псевдо-пілот

Система **повинна** надавати псевдо-пілоту список імітованих ПС завчасно до активізації польоту.

Псевдо-пілот **повинен** мати можливість керувати одночасно до 10 ПС.

Після вильоту ПС, що імітується **повинно** бути представлено псевдо-пілоту на індикаторі повітряної обстановки подібно до того, як воно відображається стажеру.

ПС, які відповідно до специфікації сесії та сценарію вправи зникають з відображення на індикаторі стажера **повинні** залишатись на відображенні на індикаторі псевдо-пілота.

Бажано, щоб система за допомогою спеціальних символів вказувала псевдо-пілоту ПС, які не відображаються на індикаторі повітряної обстановки стажера.

Спеціальні символи **повинні** вказувати псевдо-пілоту повітряні судна, що знаходяться під його керуванням, повітряні судна, що знаходяться під керуванням інших псевдо-пілотів та повітряні судна, які не взяті під керування.

Псевдо-пілот **повинен** мати можливість перегляду поточних польотного та навігаційного статусів польоту для будь-якого обраного ПС.

Система **повинна** мати можливість надання псевдо-пілоту такої навігаційної інформації для будь-якого ПС:

- ідентифікаційний номер ПС;
- правила та тип польоту;
- тип ПС;
- режим та код ВОРЛ;

- аеродроми вильоту та призначення;
- маршрут польоту;
- фактичний рівень польоту (AFL);
- дозволений рівень польоту (CFL);
- рівень польоту, що запитується (RFL);
- точки початку зниження/набирання висоти;
- точки закінчення зниження/набору висоти;
- шляхова та приладова швидкість, число Маху;
- поточний курс ПС;
- вертикальна швидкість набору/зниження;
- час польоту до точки на маршруті;
- дальність / азимут від точки;
- склад навігаційного та зв'язкового обладнання.

Після взяття псевдо-пілотом ПС на управління по цьому ПС **повинні** бути доступні такі команди:

- розворот на заданий курс;
- розворот на задану кількість градусів (вправо або вліво);
- набір/зниження до заданого рівня;
- зміна швидкості;
- зміна швидкості набору/зниження висоти;
- зміна кутової швидкості розвороту;
- виконання польоту прямо на задану точку (спрямлення);
- заняття заданого рівня на задану точку;
- вхід в зону очікування (два режиму входу - в опублікуванні зони очікування, або відповідно до заданих критеріїв (точка, лінія шляху наближення, сторона розвороту, час та інші);
- управління роботою відповідача (зміна кодів/режимів, відмова відповідача);
- зміна маршруту польоту;
- повернення до „ручної навігації” (повернення статусу „виконання польоту за планом”);

- виконання процедури невдалого заходу на посадку.

Бажано, щоб при введенні типу та значення команди псевдо-пілотом система враховувала льотно-технічні характеристики обраного ПС.

Псевдо-пілот **повинен** мати можливість передавати керування ПС, що знаходиться під його керуванням іншому псевдо-пілоту.

Система **повинна** мати можливість генерування нагадувань псевдо-пілоту про досягнення ПС заданого рівня або точки.

Система **повинна** мати можливість генерування текстових нагадувань псевдо-пілоту відповідно до специфікації вправи.

1.3.7. Підтримка функції внутрішньої та зовнішньої взаємодії

Для внутрішніх секторів, які не знаходяться у зоні/районі відповідальності стажера, система **повинна** дозволяти здійснювати імітацію координації та передавання контролю ПС між цими секторами і стажером відповідно до визначеної ролі внутрішньої підтримки.

Система **повинна** дозволяти здійснювати імітацію координації та передачі управління між сектором відповідальності стажера та зовнішніми органами ОПП відповідно до визначених ролей зовнішньої підтримки.

1.3.8. Стажер

Система **повинна** дозволяти визначати конфігурацію робочого місця залежно від операційної ролі стажера: Виконавчий диспетчер (GAT або OAT), Диспетчер планувальник РДЦ та ДОП.

Інтерфейс користувача стажеру **повинен** бути ідентичним інтерфейсу користувача диспетчера ОПП операційної місії.

Стажери **повинні** мати можливість працювати або індивідуально (по незалежним вправам) як окремий сектор або у складі комбінації секторів.

Стажер **повинен** мати такі самі опції вибору джерел радіолокаційної інформації, які має диспетчер ОПП в операційній місії

Стажеру **повинні** бути доступними функції, які є доступними в операційній місії.

Експлуатаційні характеристики усіх функцій, що імітують функції системи в операційній місії повинні відповідати експлуатаційним характеристикам цих функцій в операційній місії.

1.3.9. Запис інформації

Система **повинна** здійснювати запис усіх елементів необхідних для відтворення інтерфейсу робочого місця стажера (розташування та зміст вікон та виконані дії стажера).

Система **повинна** здійснювати запис усіх голосових переговорів на робочих місцях стажера, псевдо-пілота, операторів внутрішньої/зовнішньої підтримки.

Система **повинна** здійснювати запис та дозволяти вибірку таких статистичних даних: - кількість ПС, яким було надано обслуговування; - кількість порушень встановлених мінімальних інтервалів (значення та час); - кількість спрацювань функції STCA; - відсоток використання функцій системи (використання їх в роботі); - завантаження стажера прийомом та передачею голосової інформації (кількість сеансів зв'язку, їх тривалість, розподіл упродовж вправи); - час знаходження ПС під управлінням стажера (з моменту взяття на супровід); - розподіл ПС по рівням та ділянкам маршрутів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Визначено три характерні завдання АС КПП:

основне завдання – це допомога у забезпеченні обслуговування повітряного руху та організації повітряного руху;

додаткові завдання – це тренування диспетчерського персоналу та технічний аналіз та супроводження функціонування системи.

Мета тренувальної місії полягає у забезпеченні можливості тренування диспетчерів без впливу на операційне обслуговування повітряного руху. Тренування диспетчерів включає планові тренування та тренування з метою ознайомлення з функціональними можливостями системи. Додатково середовище тренування може використовуватися для перевірки нових процедур, маршрутів та іншого.

Синтетичні засоби підготовки, що використовуються для навчання, повинні класифікуватися наступним чином:

тренажер (SIM – Simulator);

процедурний тренажер (РТТ – Part-Task Trainer).

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

2.1. Найменування дипломної роботи

Виконання польотів по стандартних маршрутах прибуття за приладами.

2.2. Підстава для проведення дипломної роботи

Робочий навчальний план освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 272 «Авіаційний транспорт» освітньо-професійної програми «Обслуговування повітряного руху» № НМ-1-14-272/ 18. Наказ ректора від 05.10 2020р. № 417/ст про затвердження теми дипломної роботи.

2.3. Мета і призначення роботи

2.3.1. Мета роботи

Мета роботи – розроблення стандартних маршрутів прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

2.3.2. Призначення роботи

Дипломна робота призначена для вдосконалення програмного забезпечення диспетчерського тренажера.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати вимоги та цілі тренувальної місії.
2. Проаналізувати виоги до стандартних маршрутів прибуття за приладами.
3. Проаналізувати процедури керування повітряним судном диспетчерського тренажера «Експерт».
4. Розробити бази даних та стандартні маршрути прибуття за правилами польотів за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

2.4. Вихідні дані для проведення роботи

Дана дипломна робота проводиться уперше. Вихідними даними для роботи є диспетчерський тренажер «Експерт» та стандартні маршрути прибуття за приладами для аеродрому «Харків-студент».

2.5. Очікуванні наукові результати і порядок їхньої реалізації

2.5.1. Очікуванні наукові результати

Внаслідок виконання дипломної роботи мають бути отримані такі наукові результати:

- визначені вимоги до стандартних маршрутів прибуття за приладами;
- розроблена структура баз даних;
- розроблені стандартні маршрути прибуття за приладами для аеродрому

«Харків-студент».

2.5.2. Порядок реалізації результатів

Отримані результати можуть бути придатними для:

- вдосконалення диспетчерського тренажеру «Експерт»;
- підвищення якості тренажерної підготовки студентів НАУ.

2.6. Вимоги до виконання дипломної роботи

Дипломна робота має бути виконана відповідно до вимог до дипломних робіт для студентів освітньо ступеня «Магістр», спеціальності 272 «Авіаційний транспорт» освітньої програми «Обслуговування повітряного руху» та ДСТУ 3973-2000 «СРППВ. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення.»

Пояснювальна записка повинна бути виконана відповідно до вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки».

Стадії роботи та термін їх виконання.

Стадії роботи та терміни їх виконання наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Процес виконання дипломної роботи

Стадія	Зміст стадії	Період виконання	Частина роботи
Аналіз вимоги до тренувальної місії	Загальний опис АС КІР	09.10-15.10	1.1
	Технічні характеристики синтетичних засобів підготовки	10.10-20.10	1.2
	Функціональність тренувальної місії	15.10-30.10	1.3

Прод. табл.. 2.1

Стадія	Зміст стадії	Період виконання	Частина роботи
Маршрути польоту в термінальному повітряному просторі	Обслуговування повітряних суден, що прибувають	15.10-22.10	3.1
	Побудова термінальних маршрутів	17.10-24.10	3.2
	Стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами	17.10-10.11	3.3
Аналіз можливостей диспетчерського тренажера «Експерт»	Функціональні можливості тренажера	25.10-28.10	4.1
	Відображення повітряної ситуації	25.10-15.11	4.2
	Опис функцій псевдо-пілота	28.10-15.11	4.3
Розроблення стандартних маршрутів прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт»	Розроблення структур баз даних	05.11-20.11	5.1
	Редагування даних	05.11-10.12	5.2
	Розроблення маршрутів прибуття	07.11-15.12	5.3
Оформлення результатів	Оформлення пояснювальної записки	10.10-15.12	
	Розроблення презентації	10.12-20.12	

РОЗДІЛ 3

МАРШРУТИ ПОЛЬОТУ В ТЕРМІНАЛЬНОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ

3.1. Обслуговування повітряних кораблів, що прибувають

Для надання диспетчерського обслуговування підходу за ПС, що прибувають, можуть бути застосовані такі процедури:

- політ за встановленим STAR та виконання процедури заходження на посадку за приладами;
- наведення за системами спостереження ОПР на засіб кінцевого сегмента заходження на посадку, показники якого інтерпретуються екіпажем ПС;
- візуальне заходження на посадку;
- наведення за системами спостереження ОПР для візуального заходження на посадку.

Політ ПС за STAR

Диспетчер повинен проінформувати екіпаж ПС, що прибуває, про процедуру заходження на посадку за приладами, що підлягає використанню, та робочу ЗПС (за винятком випадків, коли інформація про очікувану процедуру включена до радіомовної передачі ATIS і екіпаж підтвердив її прослуховування).

Процедура заходження на посадку за приладами призначається за ініціативи диспетчера.

Стандартний маршрут прибуття за приладами повідомляється екіпажу ПС диспетчером РДЦ або ДОП.

За відсутності будь-яких змін у диспетчерському дозволі на виконання польоту за STAR, а також у випадку втрати радіозв'язку екіпаж продовжуватиме заходити на посадку з початкової точки заходження на посадку відповідно до встановленої процедури.

У випадках, коли застосовуються стандартні дозволи для ПС, що прибувають, і не очікується затримка руху на аеродромі, дозвіл на політ за STAR, як правило, видається РДЦ без попередньої координації або погодження з

ДОП або аеродромним диспетчерським органом відповідно.

Попередня координація дозволів потрібна у випадку, коли є відхилення від стандартних дозволів, процедур стандартизованого передавання контролю або попередня координація бажана з операційних причин.

Для позначення STAR у радіотелефонному зв'язку використовується некодований індекс.

Фраза «*Cleared via* (назва маршруту) *arrival*» має використовуватись у випадку, коли на аеродромі відповідним органом встановлені і опубліковані в AIP STAR.

Кодований маршрут стандартного прибуття «*NANIR 1 B*» у радіотелефонному зв'язку вимовляється як «*NANIR ONE BRAVO ARRIVAL*»:

Swissair 134. Разрешаю НАНИР ОДИН БРАВО ПРИБЫТИЕ, снижайтесь до высоты полета 6 000 футов.

Swissair 134. *Cleared via NANIR ONE BRAVO ARRIVAL, descend to altitude 6000 feet.*

Диспетчеру не слід вимагати від екіпажу надання доповіді про систему заходження на посадку. Екіпаж ПС може запросити альтернативну процедуру, і якщо дозволяють обставини, йому варто дозволити її використання.

Ураховуючи час, який потрібен екіпажу ПС для активізації заданої процедури заходження на посадку у *FMS* така інформація повинна надаватися якомога раніше:

EXPECT ILS APPROACH RUNWAY 13

ОЖИДАЙТЕ ЗАХОД ИЛС ПОЛОСА 13

Необхідно призначати процедуру заходження на посадку за точною системою або за системою, яка має найнижчі значення ОСА/Н.

Диспетчер повинен надати дозвіл на виконання заходження на посадку та робочу ЗПС під час наближення ПС до точки IAF, але у будь-якому випадку не пізніше прольоту цієї точки:

CLEARED ILS APPROACH RUNWAY 13

РАЗРЕШАЮ ЗАХОД ИЛС ПОЛОСА 13

Диспетчер може вимагати від екіпажів ПС, що прибувають, надання доповідей про проліт основних точок, навігаційних засобів, про початок виконання процедури «*Racetrack*», розвороту «*Base turn*» або надання іншої інформації, необхідної для прискорення руху ПС, що вилітають, і ПС, що прибувають.

У разі, якщо від екіпажу ПС надходить запит щодо прямування до точок, не встановлених у стандартному маршруті прибуття за приладами та процедурі заходження на посадку за приладами («Разрешите курс к третьему/четвертому»), або запит на виконання невстановленої процедури заходження на посадку («Разрешите заход по своим средствам») і стає очевидною непоінформованість екіпажу ПС про процедури, що застосовуються, слід почати наведення за системами спостереження ОПП або дати вказівку на продовження польоту за встановленою схемою.

Установлені STAR та процедури заходження на посадку за ППП розраховані таким чином, аби надати екіпажу ПС можливість здійснювати самостійну навігацію на цих етапах польоту. Унаслідок цього STAR та процедури заходження на посадку за приладами, як правило, не забезпечують політ ПС за найкоротшим треком.

Якщо STAR та процедура заходження на посадку за приладами, які можуть використовувати ПК, що прибуває, не передбачають польоту за найкоротшим треком, диспетчер повинен застосовувати наведення з використанням систем спостереження ОПП на засіб кінцевого сегмента заходження на посадку, показники якого інтерпретуються екіпажем ПС.

Наведення з використанням систем спостереження ОПП може починатися у будь-якій точці STAR або процедури заходження на посадку за приладами, а також до початку STAR; у такому випадку координуються дії диспетчерів відповідних секторів РДЦ та ДОП.

У разі потреби інформувати екіпаж про відстань до точки приземлення з урахуванням траєкторії польоту диспетчер може використовувати таку фразеологію:

DISTANCE or POSITION 25 MILES FROM TOUCHDOWN

НА КУРСЕ, УДАЛЕНИЕ 25 МИЛЬ ОТ ТОЧКИ ПРИЗЕМЛЕНИЯ

3.2. Побудова термінальних маршрутів

З операційної точки зору термінальні маршрути мають бути ізольовані один від одного як у горизонтальній, так і у вертикальній площині для підвищення параметрів безпеки та мінімізації ефекту впливу маршрутів один на одного, що зумовлює появу додаткових обмежень.

Для підвищення рівня безпеки термінальні маршрути прибуття та вильоту повинні:

- бути відокремлені в горизонтальній площині один від одного наскільки це можливо. На практиці це означає, що точки входження (позначені літерою *A*) та виходу з ТПП (позначені літерою *D*) мають бути різними (рис. 3.1).
- відмежовуватися вертикально за допомогою технічних можливостей ПС.

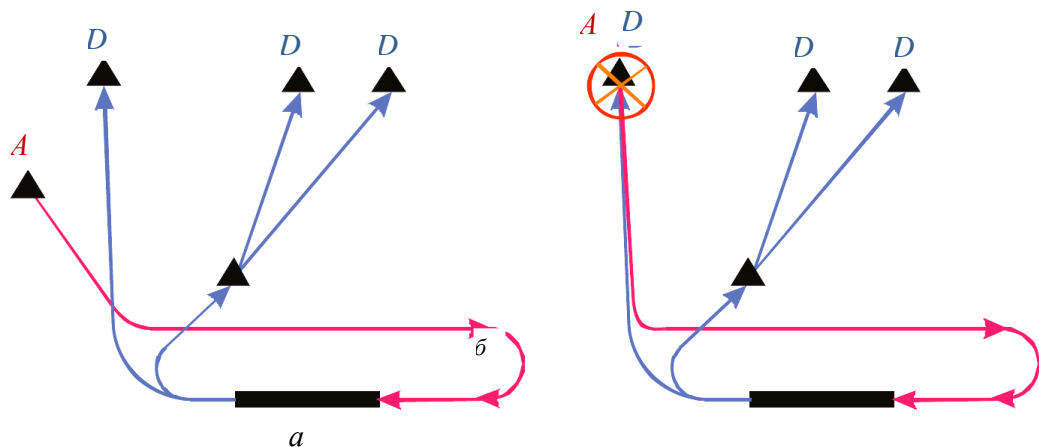


Рисунок 3.1 – Ізоляція в горизонтальній площині

Для перетинання маршрутів точку перетину потрібно обирати таким чином, щоб оптимальні вертикальні профілі набирання висоти та зниження мали мінімальний обмежувальний ефект. Значущими є такі оптимальні характеристики ПС, що не обмежуються критеріями ОНР та факторами захисту навколишнього середовища. Технічні характеристики ПС – це передусім параметри швидкості ПС, градієнт набирання висоти або зниження в межах певного температурного діапазону навколишнього середовища. Оскільки ТПП призначений для використання широким спектром різних ПС, до уваги потрібно брати весь

діапазон характеристик цього спектра ПС. Необхідно враховувати, що окремо взятий ПС може виконувати політ у різний спосіб за різної маси, або в різні пори року. У побудови деякого ТПП для задоволення сезонних пікових інтенсивностей повітряного руху, загальний план має наближатись, наскільки це можливо, до побудови маршрутів у спосіб, що задовольняє ці (сезонні) пікові значення. Однак кінцевий варіант ТПП має бути компромісним.

Повітряні судна які вилітають, перебувають на відстані, приблизно, 14 км від точки відриву у момент, коли ПС, які прилітають, перебувають за 60 км до точки посадки (рис. 3.2, а).

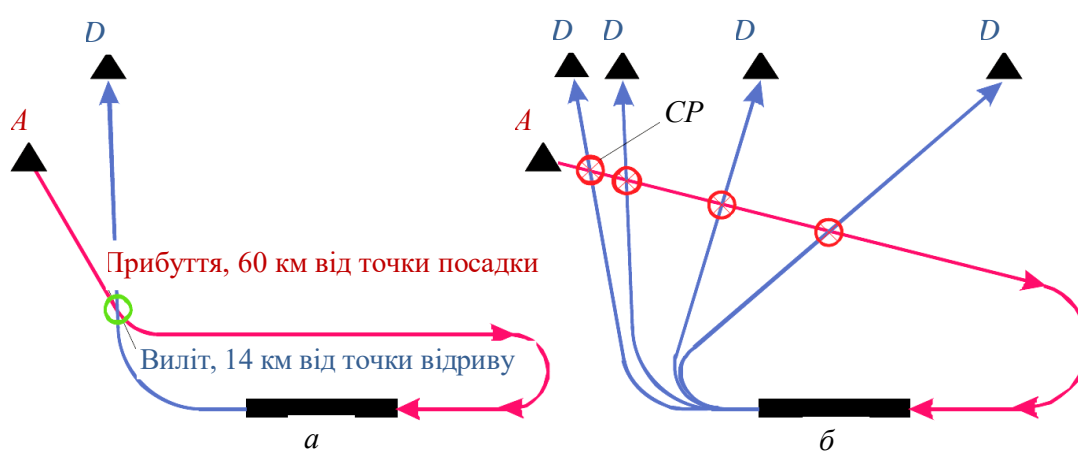


Рисунок 3.2 – Ізоляція у вертикальній площині

Таке перетинання можна вважати прийнятним, оскільки через 14 км після вильоту ПС буде перебувати на висоті 3500 футів відносно рівня моря (прискорюючись до швидкості 460 км/год) у той час, як ПС, що прибувають, за 60 км до точки посадки перебуватимуть на висоті 7500 – 10000 футів (залежно від градієнта зниження).

Таким чином, мінімальна вертикальна відстань між ПС, що прибувають, та ПС, що вилітають, буде становити близько 4000 футів, що відповідає оптимальному профілю (рис. 3.3).

Виникнення кількох надзвичайних ситуацій між двома траєкторіями прибуття та двома градієнтами набору висоти під час вильоту з градієнтами 7% і 10% відповідно показано на рис. 3.2, б) і рис. 3.3. У точці, що позначена як *CP* на рис. 3.2, б), ПС, що вилетять приблизно через 45 км з моменту вильоту перетинають траєкторію польоту ПС, що прилітають, і перебувають за 65 км від точки посадки.

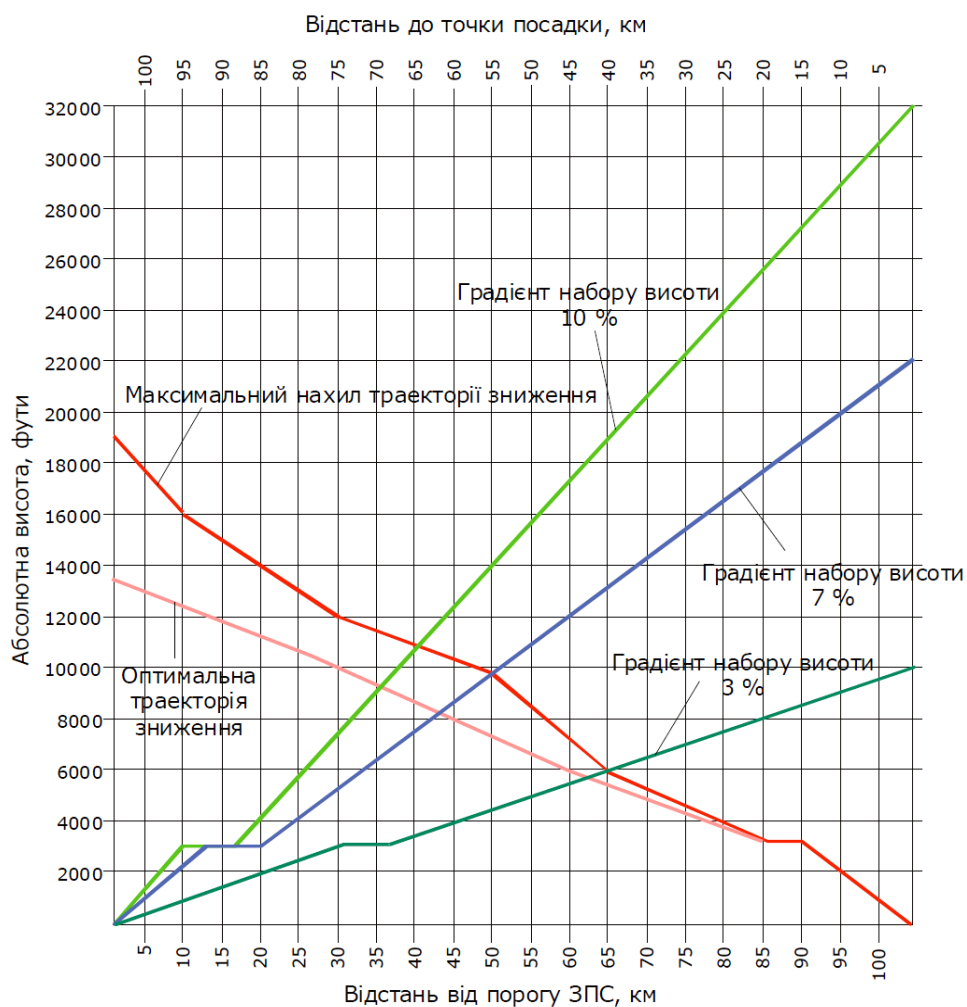


Рисунок 3.3 – Приклад профілів вильоту, прибуття та заходження на посадку

Такий перетин не можна вважати вдалим, оскільки ПС, що вилітають, на відстані 45 км від точки відриву перебуватимуть на висоті від 7600 футів (для градієнта набору 7%) до 11000 футів (для градієнта набору 10%), у той час як ПС, що прибувають, на відстані ± 65 км від точки посадки будуть перебувати на висоті 7930 – 10225 футів відповідно. Оскільки оптимальні профілі повинні задовольняти вимоги мінімального вертикального ешелонування 1000 футів, такий перетин не може задовольняти вимог безпеки.

Отже, визначаючи вертикальну відстань між ПС у точці перетину траєкторій, потрібно враховувати не тільки характеристики набирання висоти. Так само це не означає, що мінімальне вертикальне ешелонування має становити бути 1000 футів у всіх точках перетину. Потрібно враховувати таке:

- історія конфліктів вертикального ешелонування (за наявності) (у такому

випадку може бути опублікований рівень обмежень, яким забезпечується 2000 футів запасу між ПС, що набирають висоту та ПС, що знижуються, в точці перетину траєкторій);

– дані попереджень бортової системи запобігання зіткненням (Aircraft Collision Avoidance System – ACAS) у тому розумінні, що попередження ACAS можуть бути викликані небезпечною траєкторією маршруту;

– недостатня висота переходу: досвід показує, що вимога зупинити набирання висоти на висоті переходу або поблизу низької висоти переходу може збільшувати ймовірність конфліктів вертикального ешелонування. Те саме стосується ПК, що прибувають, у випадку ешелону переходу.

Термінальні маршрути вильоту повинні бути рознесені в горизонтальній площині якомога швидше після зльоту (рис. 3.4) враховуючи відокремленість в горизонтальній та вертикальній площинах.

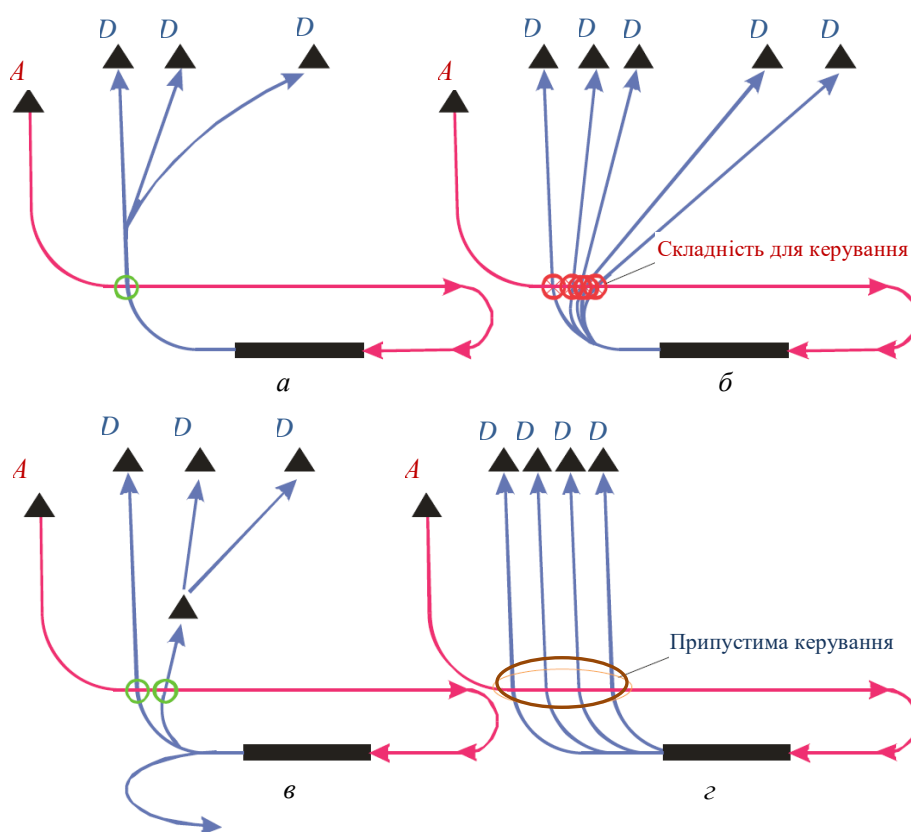


Рисунок 3.4 – Рознесення траєкторій маршрутів вильоту

На відміну від маршрутів вильоту (рис. 3.4, б), що розходяться відразу, маршрути, зображені на рис. 3.4, г розміщуються паралельно після першого розвороту, дистанція між якими більша за мінімум роздільної здатності

радіолокаційної станції. Така конфігурація спрощує контроль досить складного перетину траєкторії маневру виходу на посадкову пряму.

Траєкторії процедур невідлого заходження на посадку повинні бути відокремлені одна від одної та від початку траєкторії термінальних маршрутів вильоту для отримання максимального ефекту від незалежних ЗПС та/або збіжних ЗПС.

Термінальні маршрути мають бути поєднані з мережею маршрутів ОПР і бути сумісними з термінальними маршрутами в сусідніх ТПП, та не залежати від напрямку ЗПС. Точки, у яких маршрути ОПР поєднуються з термінальними маршрутами вильоту та прибуття, повинні залишатися постійними (рис. 3.5).

Мережа маршрутів ОПР не є пріоритетною, тобто немає вимог до термінальних маршрутів щодо їх приєднання до існуючої мережі маршрутів ОПР.

Зміненими можуть бути як мережа маршрутів ОПР, так і термінальні маршрути для досягнення загального результату.

Точки входження (виходу) у великі ТПП (для великих міст або великих транзитних аеропортів) часто впливають на мережу маршрутів ОПР, а у менші ТПП, на розміщення термінальних маршрутів впливають маршрути ОПР.

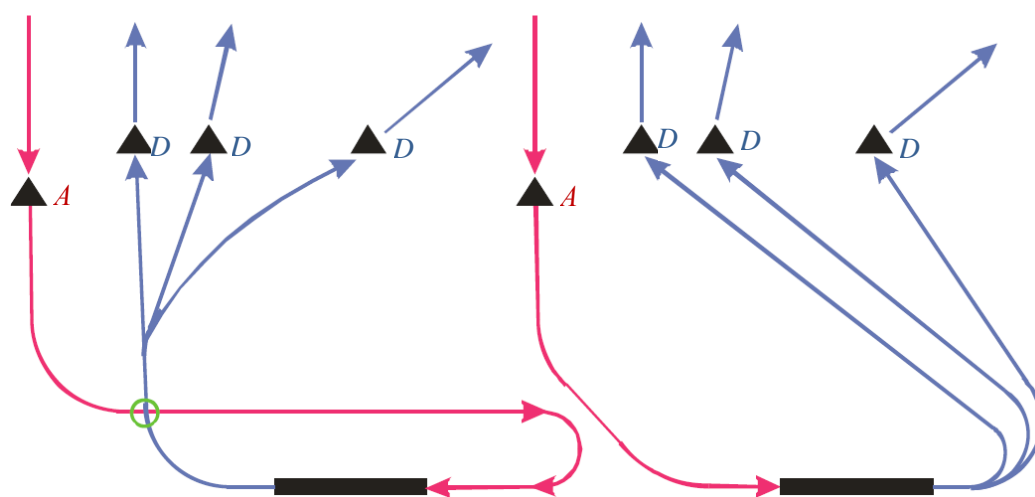


Рисунок 3.5 –Зміна напрямків зльоту та посадки

Незалежно від того, який напрямок ЗПС використовується, термінальні маршрути повинні бути сумісні з маршрутами в суміжному ТПП (незважаючи на те, що суміжний ТПП віддалений або розмішений у безпосередній близькості).

Зміна напрямку ЗПС не повинна створювати незручності в структурі термінальних маршрутів щодо УПР.

Особлива увага тут приділяється термінальним маршрутам у середині ТПП. Доцільно щоб структура термінальних маршрутів для конфігурації з використанням одного напрямку ЗПС дзеркально відображалась після зміни напрямку ЗПС на протилежний, і, таким чином, мінімізувала незручності з операційних процедур (рис. 3.6).

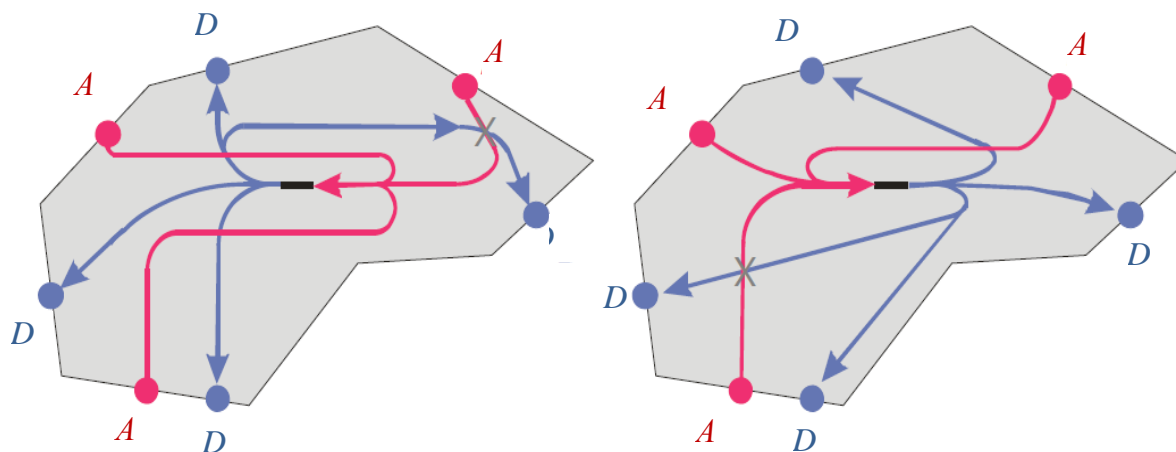


Рисунок 3.6 – Розміщення точок входження та виходу ТПП

Складності виникають у випадках, коли географічний поділ повітряного руху є нерівномірним у різних напрямках (нерівномірна завантаженість).

Опубліковані термінальні маршрути прибуття мають бути поєднані, наскільки це можливо, при наближенні до меж ТПП так, щоб зменшити кількість точок прибуття до ТПП (щонайменше до чотирьох). Таке зменшення точок спрощує структуру маршрутів у ТПП через поєднання потоків повітряного руху за межі ТПП (що зазвичай має обмежені розміри).

У той час як потоки прибуття в ідеальному випадку потрібно поєднати за межами ТПП, це не означає, що ТПП повинен мати лише чотири точки входження. Щонайменше є два приклади, коли не бажано поєднувати кілька потоків прибуття в одній точці:

- коли технічні характеристики ПС, що утворюють потік повітряного руху, спричиняють велику різницю у відсотковому співвідношенні швидкостей ПС;
- коли ТПП охоплює кілька великих аеропортів.

В обох випадках краще поєднати потоки ПК, що прибувають, перед воротами прибуття, кожне з яких може містити потоки прибуття, що розділяються для ПС з різними технічними характеристиками та для різних аеропортів. Однак іноді потрібно розділити загальний потік прибуття на кілька рознесених маршрутів у межах ТПП, особливо це доречно у випадку ПС з різними швидкостями (технічними характеристиками).

Відмінність між поєднанням маршрутів прибуття в одній точці входження і в одних воротах прибуття, коли маршрути залишаються розділеними для забезпечення польотів ПС з різними технічними характеристиками, для порівняння показана на рис. 3.7.

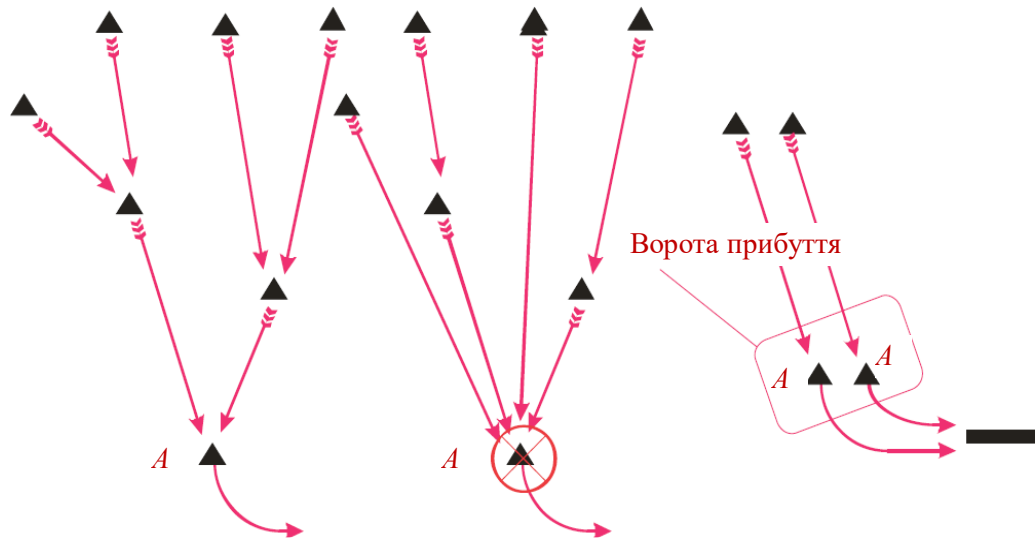


Рисунок 3.7 – Поєднання маршрутів прибуття

Варто зазначити, що обмежень щодо точок виходу не має.

Є три методики або моделі ОрПР, які використовуються для побудови структури завантаженого повітряного простору районів аеродрому. Перша модель передбачає кілька зон очікування для постійного завантаження системи схем прибуття/заходження на посадку ПС, що прибувають, з організованої в зоні очікування черги таких ПС. Друга модель є більш гнучкою для усунення режиму очікування в районі аеродрому; передбачаються довші маршрути прибуття до посадкової ЗПС. Третя модель забезпечує завчасне планування черговості шляхом використання ручного або автоматизованого керування прибуттям для узгодження часу вильоту та/або польоту по маршруту і підтримання

збалансованого потоку ПС у встановлених пунктах прибуття в районі аеродрому. Ранні лінійні ділянки на маршрутах з використанням PBN або інструменти ОрПР для керування прибуттям дозволяють краще планувати профіль зниження та отримати переваги внаслідок усунення очікування на малих висотах у районі аеродрому.

Схеми STAR з використанням PBN можуть бути побудовані як схеми прибуття із закритими або відкритими траєкторіями. Хоча вирази «відкритий» та «закритий» STAR не передбачені ICAO, їх часто використовують для дизайну процедур прибуття за принципами RNAV та заходження на посадку з використанням RNAV в Європі та Північній Америці.

Закриті стандартні процедури прибуття. Схема із закритою траєкторією є процедурною, у результаті чого траєкторія польоту в бічному вимірі є визначеною включно до FAF/FAP. Закриті процедури забезпечують політ ПС по жорсткій траєкторії до кінцевого етапу заходження на посадку, тобто до моменту, коли обладнання ПС захоплює промені ILS (рис. 3.8, а). У теорії закритий STAR передбачає, що ПС чітко витримує встановлений маршрут до початку траєкторії заходження на посадку без наведення диспетчером.

Закриті процедури забезпечують пілота необхідною відстанню до точки приземлення, підтримуючи систему вертикальної навігації. У випадках, коли на одну ЗПС припадає декілька маршрутів, закрита процедура може спричинити загрозу безпеці, коли орган ОрПР не зможе втрутитися, щоб запобігти автоматичному розвороту на кінцевий етап.

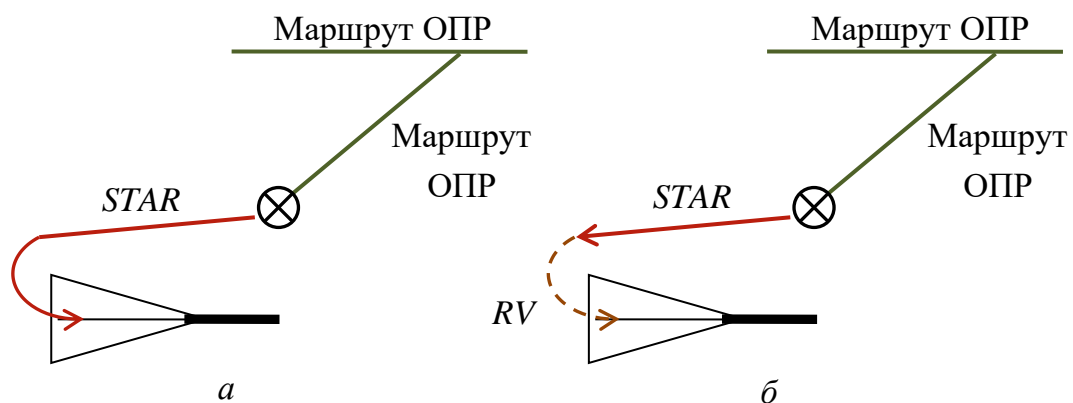


Рисунок 3.8 – Процедури прибуття: а – закриті, б – відкриті

Закриті STAR можуть бути розроблені та опубліковані з урахуванням альтернативної маршрутизації, яку може використовувати диспетчер ОПР для тактичних цілей. В опис закритого STAR можуть бути включені «тактичні» навігаційні точки для надання диспетчеру ОПР можливості змінити маршрут ПС, наприклад скоротити траєкторію. Такі тактичні інструкції можуть бути подані у формі інструкцій «прямо на точку» або із застосуванням радіолокаційного наведення. Такі інструкції потрібно для підвищення пропускної здатності ЗПС.

Прикладом схеми із закритою траєкторією є зниження по оптимізованому профілю по закінченні STAR у точці, яка визначає частину схеми IAP, і, таким чином, STAR узгоджується безпосередньо з IAP. Така схема може публікуватися з інформацією про рівні перетину, вікна рівнів і/або обмеження швидкості. Схеми із закритою траєкторією безпосередньо підтримують CDO і дозволяють дуже точно планувати відстань і реалізовувати OPD в автоматичному режимі за допомогою FMS.

Відкриті стандартні процедури прибуття. Відкриті процедури забезпечують політ ПК по траєкторії польоту до точки розвороту на посадкову пряму, з якої ПК наводиться диспетчером ОПР до виходу на кінцевий етап заходження на посадку, але конкретна відстань до порога ЗПС невідома до початку польоту за схемою (рис. 3.8, б).

Відкрита процедура потребує тактичних інструкцій з вирівнювання ПС на кінцевому етапі, для виконання яких диспетчер повинен знати навігаційну систему, її здатність виконувати безперервне зниження. У свою чергу, пілоти не знають, яка траєкторія їх очікує. Така процедура може бути доцільною у випадках частої зміни робочої ЗПС.

Існують два основні типи незамкнених траєкторій:

а) яка завершується на ділянці польоту між другим і третім розворотами, на якій диспетчер видає дозвіл ПС на вихід на кінцеву ділянку заходження на посадку (рис. 3.9);

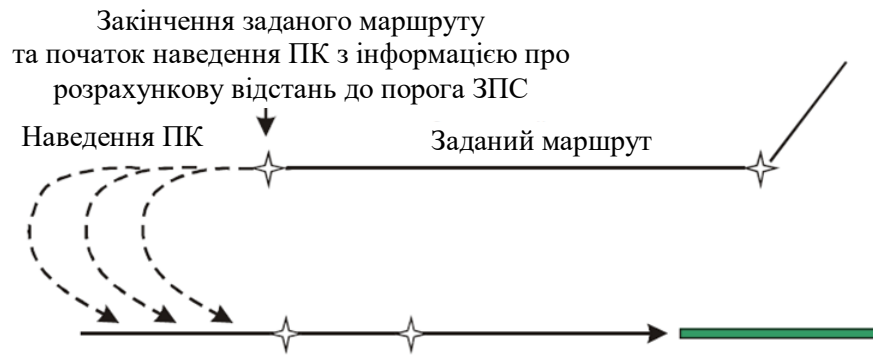


Рисунок 3.9 – Схема з відкритою траєкторією до ділянки польоту між другим і третім розворотами

б) наведення ПС для заходження на посадку (рис. 3.10).

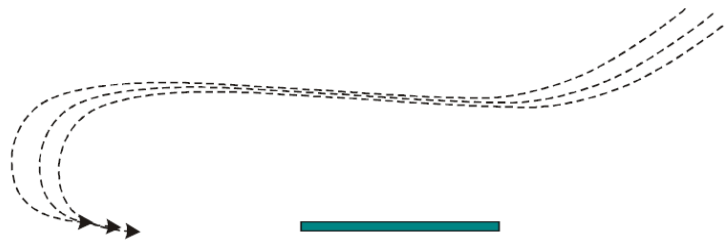


Рисунок 3.10 – Керована схема

3.3. Стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами

Стандартний виліт за приладами – визначений маршрут вильоту за ППП, що сполучає аеродром або конкретну ЗПС аеродрому з відповідним пунктом на маршруті ОПР, з якого починається фаза польоту по маршруту;

Стандартне прибуття за приладами – визначений маршрут прибуття за ППП, що сполучає відповідний пункт на маршруті ОПР з пунктом, від якого може початись опублікована процедура заходження на посадку за приладами.

Вимоги до стандартних маршрутів вильоту та прибуття

Стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами мають:

- відділяти повітряний рух, що спрямовується уздовж різних маршрутів, від повітряного руху в зонах очікування;
- забезпечувати відповідний запас висоти над місцевістю;
- бути сумісними з установленими процедурами у разі втрати радіозв'язку;
- враховувати процедури зменшення шумів;
- враховувати процедури зменшення шумів;

- забезпечувати найкоротші треки (по можливості);
- забезпечувати, по можливості, безперервне набирання або зниження до найвигідніших рівнів польоту за мінімальних обмежень;
- бути сумісними з ЛТХ та навігаційними можливостями ПС.

Маршрути повинні мінімізувати радіозв'язок «земля – повітря» і зменшувати завантаженість диспетчера УПР та екіпажу ПС.

Стандартні маршрути вильоту та прибуття за приладами, як правило, мають повністю перебувати в контрольованому повітряному просторі. SID і STAR, які передбачають політ з використанням наземних радіотехнічних засобів (РТЗ), повинні:

- пов'язуватися тільки з опублікованими засобами (кількість засобів має бути такою, щоб підтримувати мінімум, потрібний для навігації уздовж маршруту відповідно до процедури);
- передбачати навігацію з використанням не більше як два засоби одночасно.

Маршрути, як правило, встановлюють для використання ПС, що виконують політ за ППП. Окремі маршрути можуть встановлюватися для контрольованих польотів, які виконуються відповідно до ПВП.

Кількість установлених на аеродромі стандартних маршрутів вильоту та прибуття за приладами має бути мінімальною.

Стандартний маршрут вильоту за приладами встановлюється для кожної ЗПС, з якої виконуються польоти за ППП, і сполучає аеродром або ЗПС із визначеною точкою, як правило, на встановленому маршруті ОПР, з якої починається сегмент польоту за маршрутом.

Стандартний маршрут прибуття за приладами повинен дозволяти перехід від сегмента польоту за маршрутом до сегмента заходження на посадку поєднанням визначеної точки на встановленому маршруті ОПР із контрольною точкою початкового етапу заходження на посадку (InitialApproachFix– IAF) біля аеродрому, з якої можна:

- почати опубліковану процедуру заходження на посадку за приладами;

- виконати заключну частину опублікованої процедури заходження на посадку;

- почати візуальне заходження на посадку на необладнану РТЗ ЗПС;

- увійти в аеродромне коло польотів.

Стандартний маршрут прибуття за приладами встановлюється та, щоб ПК міг виконувати політ уздовж маршруту за мінімального наведення. STAR може обслуговувати один або декілька аеропортів у межах ТМА.

Довжина SID і STAR не повинна перевищувати радіус дії РТЗ, які забезпечують навігаційне наведення.

Після отримання дозволу на політ за SID і STAR відповідно до процедури заходження на посадку за приладами, якщо ПС обладнаний FMS екіпаж активує задані маршрути і надалі політ виконується в автоматизованому режимі. Дозвіл на виконання стандартної процедури вильоту або прибуття є вказівкою на виконання усіх умов, наведених в описі цього маршруту, крім особливих вказівок диспетчера. Якщо екіпаж не може виконати встановлену процедуру, він повинен повідомити про це орган ОПП.

Кожен SID і кожен STAR повинні встановлюватися та публікуватися як цілісний маршрут. Будь-які відхилення постійного характеру публікуються як окремий маршрут.

В AIP України на картах SID і STAR пеленги та курси вказуються відносно магнітного меридіана, абсолютні та відносні висоти, а також перевищення вимірюються в метрах, відстані – у кілометрах.

Стандартний маршрут вильоту та прибуття за приладами встановлюється так, щоб ПС міг виконувати політ уздовж маршруту без наведення.

У районах аеродромів з високою інтенсивністю польотів, можуть застосовуватися процедури для наведення ПС на точки або від точок, опублікованих на SID і STAR та польотів у разі втрати радіозв'язку і встановлення відповідних процедур, які забезпечують безпеку повітряного руху у випадку відмови системи спостереження.

Процедури виконання польотів розробляються для усіх категорій ПС. У

разі потреби такі процедури можуть розроблятися окремо для різних категорій ПС.

Маршрути повинні визначатися основними точками у яких:

- змінюється встановлений трек польоту;
- маршрут вильоту закінчується або маршрут прибуття починається;
- будь-який рівень польоту або обмеження швидкості застосовується або не застосовується.

Там, де маршрути вимагають прямувати встановленими треками, має забезпечуватися відповідне навігаційне наведення.

Основні точки SID і STAR потребують виконання польоту з орієнтацією на наземні РТЗ. Зокрема, точки, у яких визначається зміна треку, слід, по можливості, встановлювати в місцях, позначених РТЗ, бажано засобами ДВЧ. У випадках, коли це неможливо, основні точки потрібно встановлювати в точках, визначених, VOR/DME, або VOR/DME та радіалом VOR, або перетином радіалів VOR.

Окремі привідні радіостанції потрібно використовувати мінімально та не застосовувати маркери.

Ураховуючи завантаженість екіпажу відразу після зльоту, пер-шу основну точку *SID*, що потребує виконання польоту з орієнтацією на наземні РТЗ, потрібно, по можливості, встановлювати на відстані не меншій ніж 3.7 км (2 м.м) від закінчення ЗПС.

Обмеження по висоті, якщо такі є, належить виражати мінімальними та/або максимальними рівнями польоту, на яких мають перетинатися основні точки. Будь-які обмеження швидкості вносяться до процедур з урахуванням операційних можливостей ПС та на підставі консультацій з експлуатантами ПС.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Для надання диспетчерського обслуговування підходу за ПС, що прибувають, застосовуються такі процедури:

- політ за встановленим STAR та виконання процедури заходження на посадку за приладами;
- наведення за системами спостереження ОПР на засіб кінцевого сегмента заходження на посадку, показники якого інтерпретуються екіпажем ПС;
- візуальне заходження на посадку;
- наведення за системами спостереження ОПР для візуального заходження на посадку.

Одними з головних та найефективніших маршрутів прибуття є стандартні маршрути прибуття за приладами. Вони мають:

- відділяти повітряний рух, що спрямовується уздовж різних маршрутів, від повітряного руху в зонах очікування;
- забезпечувати відповідний запас висоти над місцевістю;
- бути сумісними з установленими процедурами у разі втрати радіозв'язку;
- враховувати процедури зменшення шумів;
- забезпечувати найкоротші треки (по можливості);
- забезпечувати, по можливості, безперервне набирання або зниження до найвигідніших рівнів польоту за мінімальних обмежень;
- бути сумісними з ЛТХ та навігаційними можливостями ПС.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕРА «ЕКСПЕРТ»

4.1. Функціональні можливості тренажера

Тренажерний комплекс „Експерт” забезпечує практичну підготовку студентів на робочих місцях аеродромно-диспетчерської вишки, диспетчерського органу підходу та районного диспетчерського центру.

Для апаратного та програмного забезпечення тренажера використаний модульний принцип побудови. Для усіх компонентів тренажера використовується апаратне забезпечення на базі персонального комп’ютера та не потребує додаткового обладнання.

Тренажер дозволяє проводити:

Індивідуальну тренажерну підготовку

Командну тренажерну підготовку.

Групову тренажерну підготовку.

Тренажер дозволяє:

- моделювання повітряного простору в заданих межах;
- імітацію повітряної ситуації заданої складності в вибраному масштабі часу;
- імітацію радіолокаційної інформації (ПРЛ, ВРЛ);
- імітацію метеорологічних даних;
- ручне налаштування інтерфейсу РМ диспетчера та псевдо-пілота
- формувати та відображувати пеленгаційну інформацію;
- виконання польоту в автоматичному та ручному режимах;
- визначати час прольоту маршрутних точок та приблизний час посадки;
- запам’ятовувати історію польоту та розраховувати рух ПС на заданий час наперед з можливістю визначати цільову точку екстраполяції або „прив’язати” її до іншого об’єкта;
- зміну параметрів руху ПС (швидкості, курсу, висоти);
- імітацію роботи наземної мережі безпеки;

- імітацію роботи бортового відповідача (введення коду ВОРЛ, аварійних режимів та режиму SPI);
- підтримку пультових операцій АС КПП «Аеротехніка»;
- можливість завантаження реальних планів польоту з текстового формату.

Також функціонує інтелектуальна система, яка забезпечує необхідний рівень безпеки руху ПК та автоматизацію процедур управління повітряним рухом, а також дає можливість проводити наукові дослідження в галузі «Обслуговування повітряного руху». Система має наступні можливості:

- автоматичне визначення зони відповідальності диспетчера та взяття „у супровід” на основі координатних даних місцезнаходження ПС та відповідно до закладеної структури ОрПП; Автоматизація передачі управління між суміжними секторами УПР;
- аналіз планів польоту ПС на наявність спільних точок та ділянок польоту;
- автоматичне визначення потенційноконфліктних ситуацій (також при польотах в режимі RVSM) з аналізом розвитку події на заданий час наперед та сигналізації про можливість виникнення конфлікту диспетчеру;
- автоматичне визначення можливості перетину заборонених зон та зон обмеження польотів та сигналізація диспетчеру;
- автоматична зміна положення формуляра супроводу з метою уникнення перетину двох формулярів.

При роботі в комплексному режимі передбачена наявність робочого місця керівника польотів, з якого проводиться управління процесом виконання вправи: наявність додаткових функцій управління планом польотів, метеоінформацією, вводом обмежень та заборон на виконання польотів, аварійних та нестандартних ситуацій з контролем за допомогою журналу виконаних команд.

Окремими системами тренажерного комплексу «Експерт» є:

- імітація голосового радіозв’язку «диспетчер - пілот»;
- імітація голосового зв’язку «диспетчер - диспетчер»;
- відео- та аудіореєстрація проходження тренажерної вправи.

4.2. Відображення повітряної ситуації

Функціональна можливість інтерфейсу користувача на визначеному робочому місці спеціально створюється для функціонального призначення, що буде реалізовуватись на цьому робочому місці. Це дозволяє для функціональних призначень, які, як правило, представлені у парі, одному робочому місцю виконувати додаткові функції іншого.

Інформація, яка відображається на моніторі робочого місця (РМ), а також набір функцій оператора може змінюватися залежно від типу робочої зони:

РМ псевдо-пілота аеродромної диспетчерської вишки (АДВ) (рис. 4.1);

РМ псевдо-пілота органу підходу (рис. 4.2);

РМ псевдо-пілота районного центру (рис. 4.3).

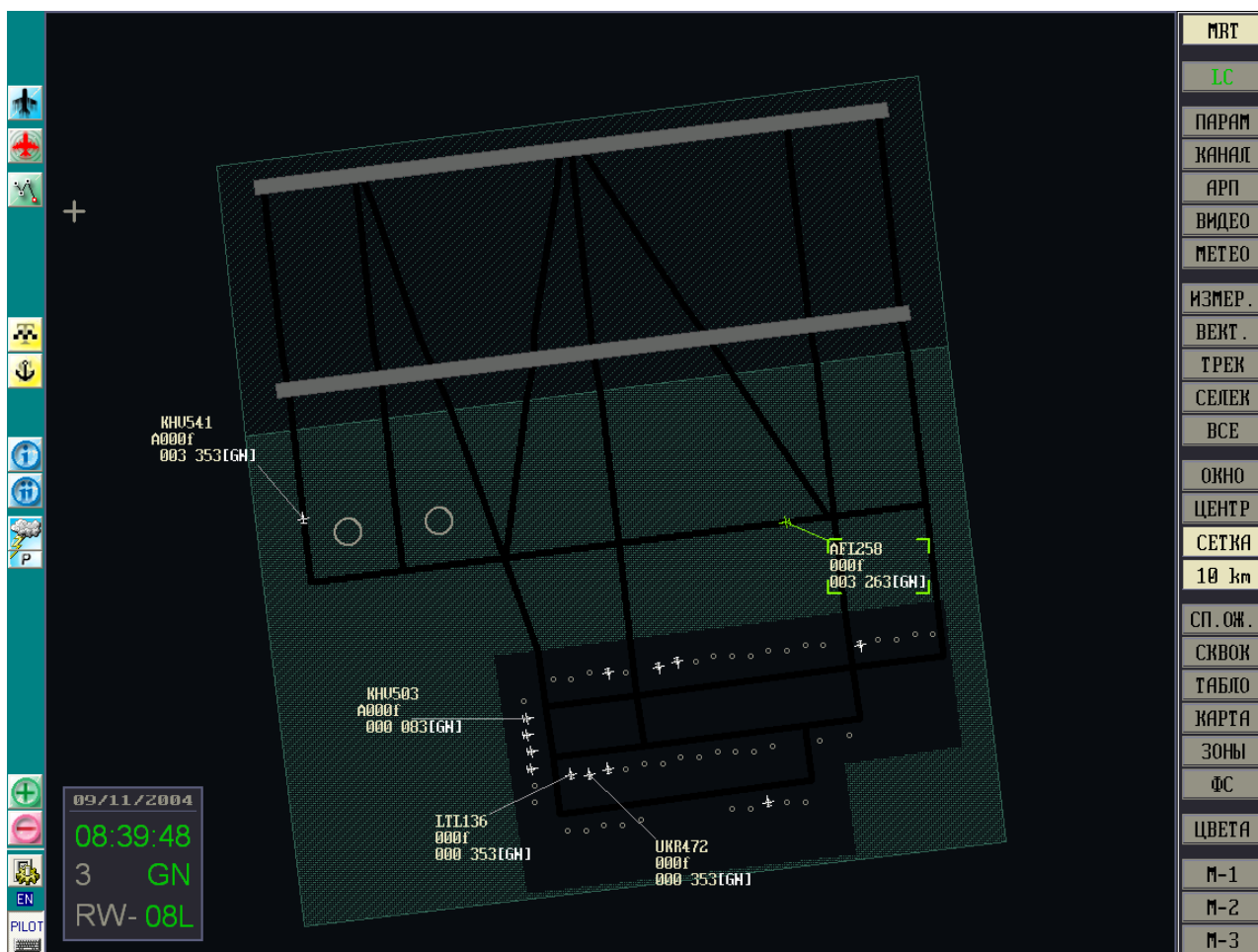


Рисунок 4.1. – Робоче місце псевдо-пілота АДВ.

Таким чином, інтерфейс користувача на робочому місці може змінювати конфігурацію за наявності функцій, які доступні на робочому місці визначеного

функціонального призначення, та за компонуванням та доступністю функцій встановлених за мовчанням для функціонального призначення. Команди, що є недоступними при визначеному функціональному призначенні, ніколи не відображаються для цього функціонального призначення. На додаток, оператор може мати власні симпатії щодо визначеної структури представлення даних, яку він може зберегти та повторно повернути на відображення.

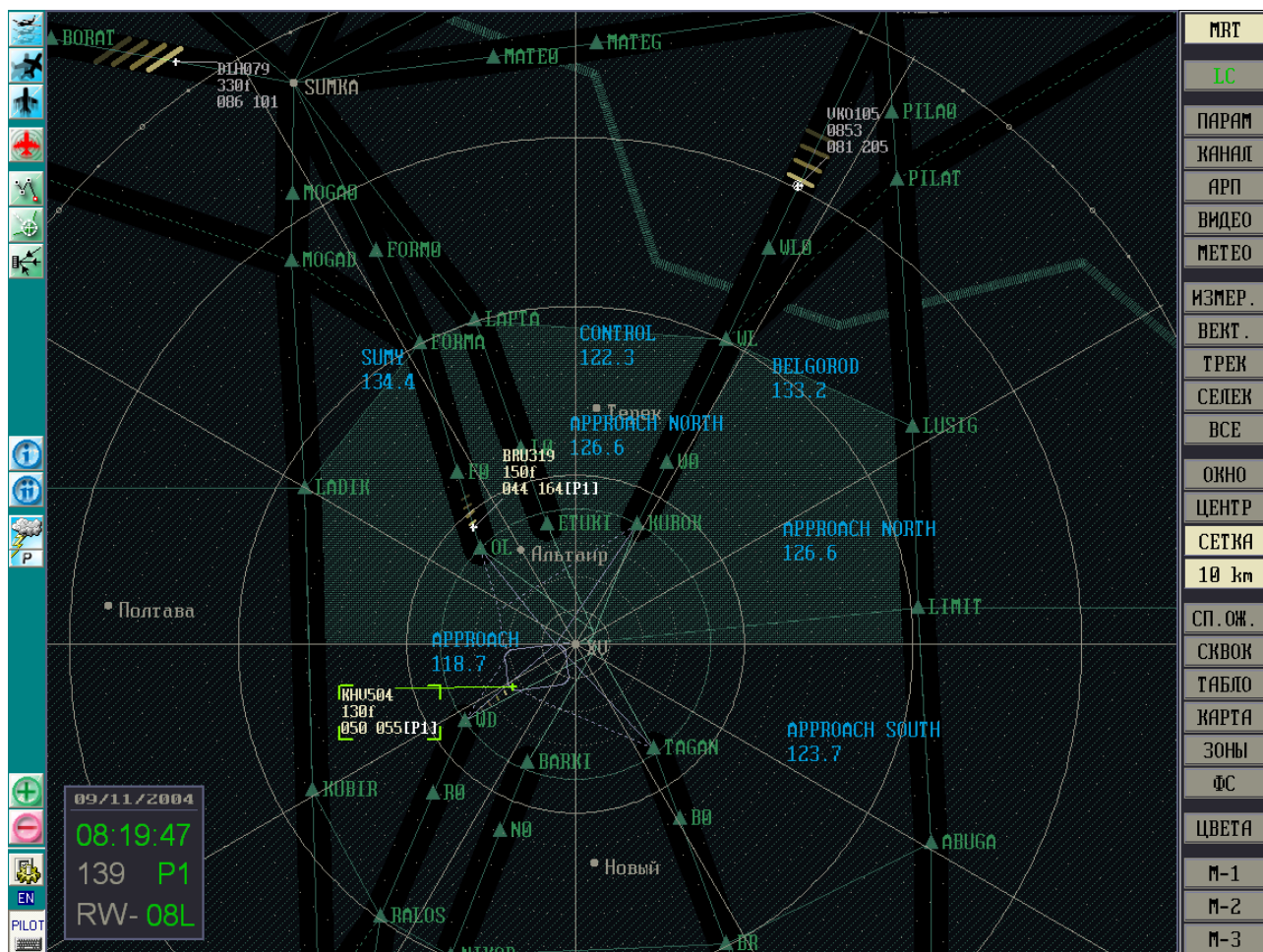


Рисунок 4.2. – Робоче місце псевдо-пілота ДОП.

Для запобігання перевантаженості екрану, автоматично повинні відображатись тільки дані, які потрібні оператору. Проте, користувач, при потребі, спроможний вибирати для відображення додаткову інформацію. Введення команд/даних та управління вікнами здійснюється за допомогою координатно-вказівного пристрою з набором кнопок.

Операції, які застосовуються дуже часто, виконуються з мінімальною кількістю дій.

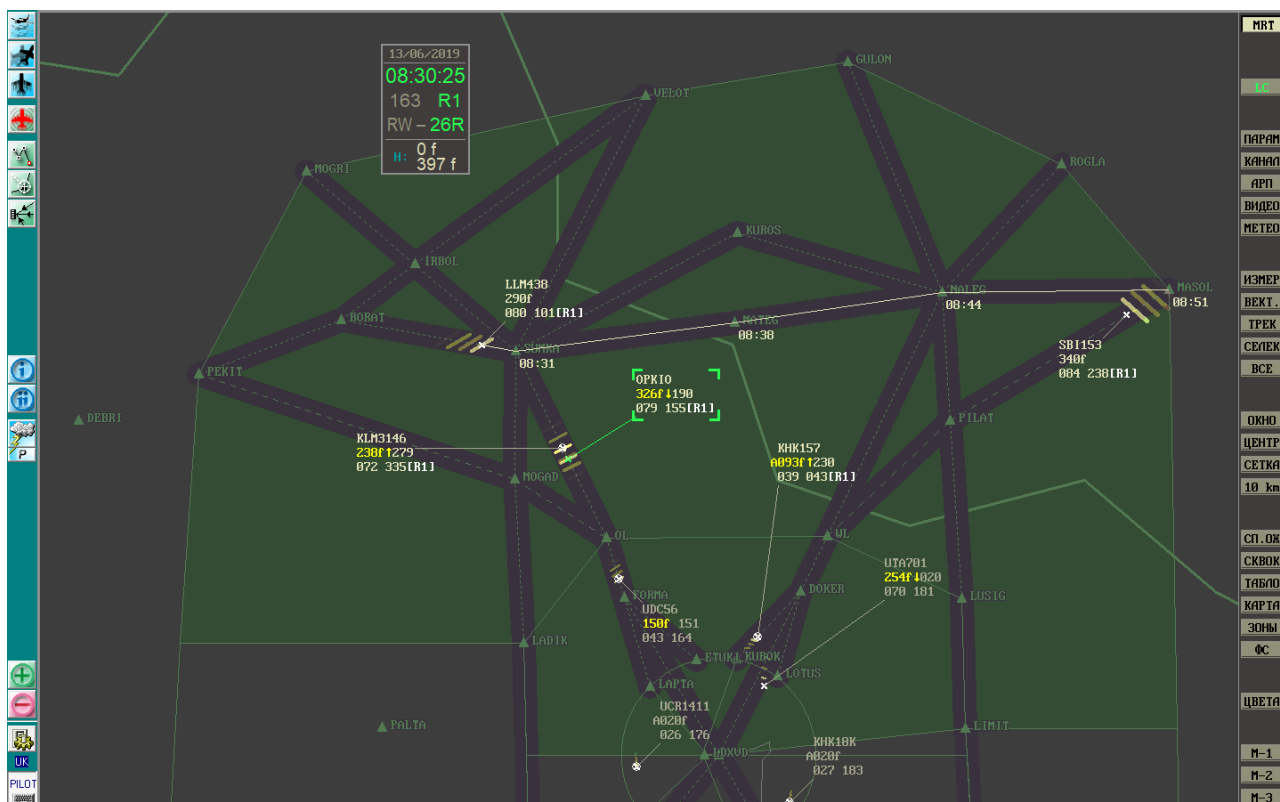


Рисунок 4.3. – Робоче місце псевдо-пілота РДЦ

Робоче місце умовно розділене на три складові частини: *основне поле*, *поле команд диспетчера*, *поле команд оператора*.

Основне поле – відображається радіолокаційна, метеорологічна, буквено-цифрова, графічна інформація. У свою чергу ця інформація ділиться на статичну та динамічну.

Поле команд диспетчера – панель, розташована із правої сторони робочого поля, що містить функції диспетчера РЛК АС КПР у вигляді зображень *псевдокнопок*, що містять функції керування відображенням інформації.


















Поле команд оператора – панель, розташована з лівої сторони робочого поля, що містить функції оператора РЛК АС КПР у вигляді зображень *псевдокнопок*, що містять функції керування польотом.

Існує розширений (експертний) режим відображення інформації, при якому поля команд диспетчера й пілота не відображаються, а все місце на екрані займає *основне поле*. Для входу/виходу в цей режим необхідно натиснути комбінацію клавіш «**Ctrl**»+«**F8**». Слід зазначити, що через відсутність кнопок функцій у даному режимі можна працювати тільки за допомогою гарячих клавіш.

4.3. Опис функцій псевдо-пілота

У таблиці 4.1. наведений повний набір функцій псевдо-пілота незалежно від зони керування.

Таблиця 4.1. – Функції РМ псевдо-пілота

Кнопка на панелі	Опис функції	Клавіші
	зміна висоти ПК	Insert
	зміна курсу ПК	Home
	зміна швидкості ПК	Page Up
	зміна аварійного статусу ПК	Delete
	ручна зміна фактичного маршруту ПК	Page Down
	зміна/установка наступної точки фактичного маршруту ПК	Backspace
	установка схеми заходу на посадку ВР	Ctrl+Backspace
	відхід на друге коло	
	установка маршруту рулювання по льотному полю	Backspace
	установка маршруту рулювання по перону	Backspace
	інформація з поточного рейсу	End
	планова інформація по усіх рейсам	Ctrl+End
  	керування відображенням грозових вогнищ (на РМ псевдо-пілота)	Ctrl+*
	показати/сховати характеристики гроз (тільки на РМ псевдо-пілота)	Ctrl+Shift+*
	керування відображенням грозових вогнищ (на РМ диспетчера)	Ctrl+Alt+Shift+*
	налаштування РМ псевдо-пілота	F9
	перемикач функціональності клавіатури пілот/диспетчер	F2

Використання маніпулятора й клавіатури

Усі процедури й функції РМ можуть бути виконані як за допомогою маніпулятора типу «миша», багато за допомогою клавіатури. Для виконання операцій, в основному, використовується ліва кнопка маніпулятора.

Показчик «миші» на екрані монітора відображається у вигляді стрілки (маркер) і має такий вигляд: 

Для того, щоб дати команду на виконання необхідної функції, необхідно помістити маркер маніпулятора в область відповідної кнопки й нажати ліву кнопку маніпулятора.

ПРИМІТКА: Поняття «натискання на кнопку маніпулятора» має на увазі під собою натискання з наступним негайним відпусканням кнопки маніпулятора (клацання, клік). Поняття «затиснення кнопки маніпулятора» означає натискання кнопки маніпулятора без наступного її відпускання.


Взаємодія із графічним користувацьким інтерфейсом проводиться в основному, а в деяких випадках тільки за допомогою «миші»:

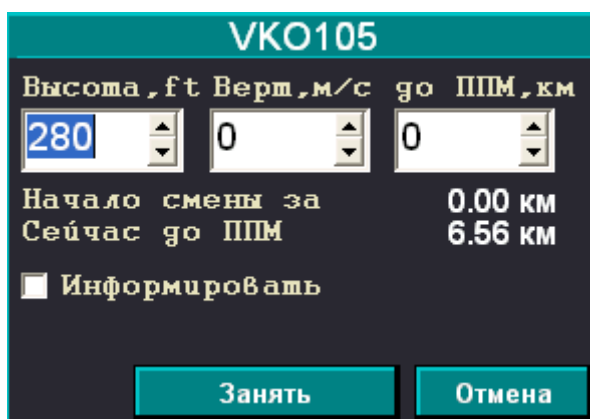
- переміщення/зміна розмірів вікон;
- взаємодія із графічними компонентами (псевдокнопки, поля вибору, поля введення);

Також «миша» активно використовується при роботі з радіолокаційною інформацією.

За допомогою клавіатури здійснюється введення буквено-цифрової інформації а також виклик функцій РМ.

Зміна висоти польоту повітряного судна

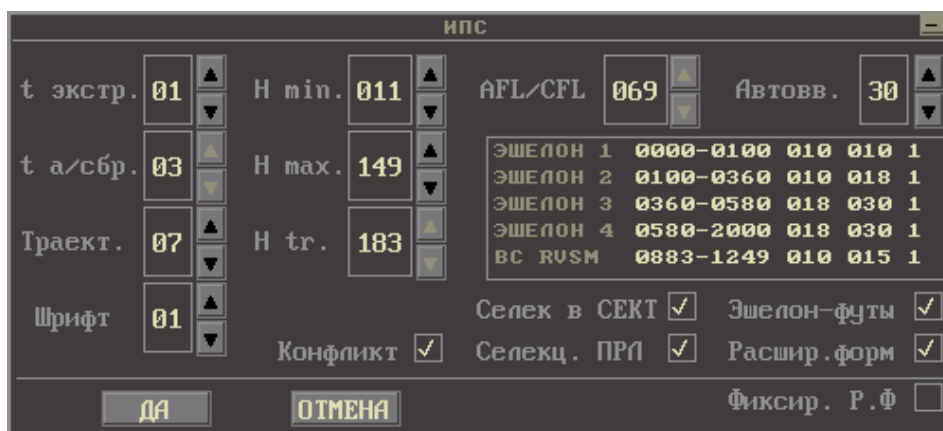
Змінити висоту польоту ПС можна за допомогою функції «**Зміна висоти ПС**». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або клавішею «**Insert**» на клавіатурі. При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



VKO105		
Высота, ft	Верх, м/с	до ППМ, км
280	0	0
Начало смены за	0.00 км	
Сейчас до ППМ	6.56 км	
<input type="checkbox"/> Информировать		
Занять		Отмена

У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС. Перше поле призначене для введення нової висоти польоту.

ПРИМІТКА: висота ПС може бути зазначена як у футовій системі, так і в метричній. Щоб змінити систему числення висоти, потрібно викликати меню «ИПС» з поля команд диспетчера. Для цього потрібно викликати відповідну функцію псевдокнопкою / на правій панелі функцій. На екрані відобразиться наступне вікно:



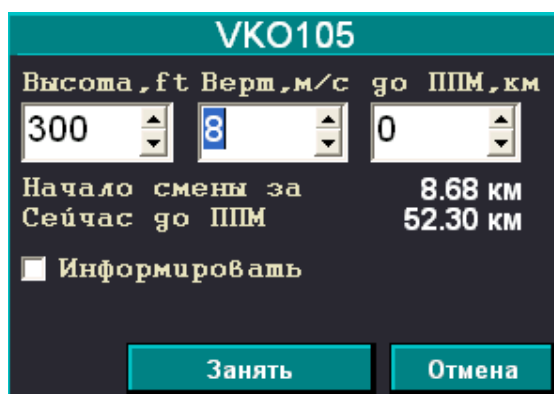
Перемикання у футову/метричну систему проводиться за допомогою поля вибору «Эшелон-Футы».



Вибір підтверджується натисканням кнопки «Так» унизу вікна.

Якщо обраний футовий режим, то висота ПС відображається й уводиться у футових ешелонах.

Зміна висоти проводиться із клавіатури шляхом уведення цифрового значення необхідної висоти польоту ПС. Після введення потрібної висоти, потрібно натиснути на клавішу «Enter» на клавіатурі, після чого курсор перейде в поле введення вертикальної швидкості, або встановити курсор у поле введення вертикальної швидкості за допомогою миші. Система запропонує оптимальну вертикальну швидкість, враховуючи поточні параметри даного ПС. При бажанні вертикальну швидкість можна змінити.



Після введення нового значення слід натиснути клавішу «**Enter**» на клавіатурі, після чого вікно зміни висоти польоту ПС закриється, а ПС почне займати задану висоту. У вікні зміни висоти польоту є також можливість увести відстань від точки маршруту (ППМ), у якій ПС повинне буде зайняти задану висоту.

The screenshot shows a control panel for VKO105. It features three input fields for altitude (300 ft), vertical speed (8 m/s), and distance to the point of interest (10 km). Below these are two rows of distance data: 'Начало смены за' (18.68 km) and 'Сейчас до ППМ' (30.68 km). There is an unchecked checkbox labeled 'Информировать' and two buttons at the bottom: 'Занять' and 'Отмена'.

Відстань, при якій потрібно починати вертикальний маневр:

Начало смены за 18.68 км

Поточна відстань від ППМ зазначена в полі:

Сейчас до ППМ 30.68 км

Системою передбачений режим інформування про досягнення відстані початку маневрування. Для того щоб задіяти цей режим, необхідно включити функцію «Інформувати».

Інформувати

При цьому кнопка «Зайняти» зміниться на «Інформувати».

Для підтвердження команди необхідно натиснути кнопку «Занять/Інформувати» або клавішу «**Enter**» на клавіатурі. Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «Отмена» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.

This screenshot is identical to the previous one, but the checkbox labeled 'Информировать' is now checked. Consequently, the button at the bottom left has changed from 'Занять' to 'Информировать'.

У разі досягнення ПС вирахованої відстані, система почне завчасно інформувати про це псевдо-пілота шляхом мерехтіння поточної висоти, тло якої пофарбований у темно-коричневий колір.



При цьому, щоб дати команду ПС зміну рівня, потрібно зайти в меню зміни висоти, відключити функцію «Інформувати», а потім натиснути на кнопку «Зайняти».

Зміна курсу польоту повітряного судна

Існує три режими витримування курсу:


- *автоматичний* – при цьому режимі ПС витримує курс до ППМ, після прольоту цього ППМ система автоматично міняє курс для проходження на наступний ППМ;

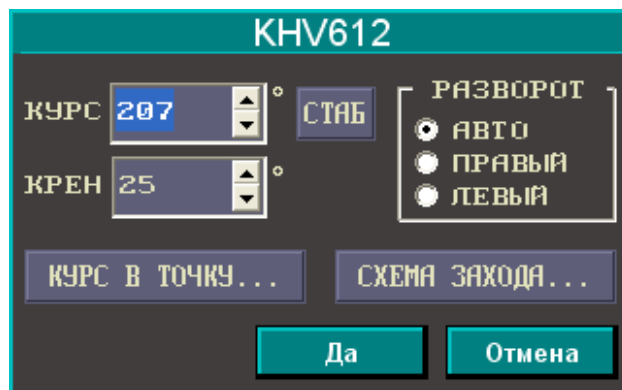
- *режим стабілізації курсу (курс-константа):*

- *повний* – ПС постійно прямує із заданим курсом

- *частковий* – ПС прямує з постійним курсом до наступного ППМ, після прольоту якого включається автоматичний режим

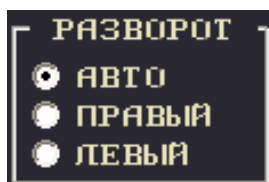
Зміна курсу польоту виконується за допомогою функції «Зміна курсу ПС».

Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або викликом меню клавішею «**Home**». При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС.

Значення нового курсу ПС слід увести в поле «КУРС», потім натиснути «**Enter**». Курсор перейде в поле введення крену, з яким буде виконуватися маневр. У полі «РОЗВОРОТ» вказується сторона розвороту. За замовчуванням обраний режим «авто». При цьому режимі система вибере найближчу сторону розвороту. При необхідності можна жорстко замовити правий або лівий розворот:



При необхідності зафіксувати заданий курс, реалізована функція «**Стабілізація курсу**». Включається вона кнопкою, розташованою у вікні зміни курсу. Включення функції стабілізації курсу призведе до витримування ПС заданого курсу до моменту відключення функції. Включення функції приведе до закриття вікна зміни курсу ПС.

Підтвердження команди проводиться кнопкою «**Да**» або клавішею «**Enter**» на клавіатурі.

Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «**Отмена**» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.


У даному вікні присутні додаткові функції при виклику яких вікно закривається без збереження введених значень і без виконання команди:

- вказівка курсу польоту ПС у певну точку.
- вибір схеми заходження на посадку.

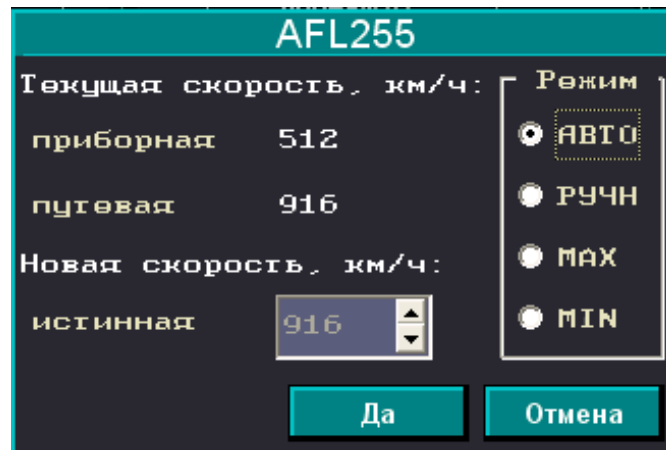
На формулярі курс польоту ПС зазначений другим параметром у третьому рядку формуляра в градусах (у цьому випадку 340°):



Зміна швидкості повітряного судна

Зміна швидкості ПС виконується за допомогою функції «Зміна швидкості ПС». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана

або клавішею «**Page Up**» на клавіатурі. При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС.

У вікні показані поточні приладова й шляхова швидкості:

приборная	512
путевая	916

При необхідності змінити швидкість польоту, потрібно вибрати один з доступних режимів:

- *автоматичний* – система буде сама призначати швидкість польоту. При цьому режимі змінити швидкість неможливо.


- *ручний* – режим дозволяє ввести необхідне значення швидкості в поле «Истинная». Якщо ввести швидкість, що виходить за межі припустимих значень, система встановить граничне припустиме значення.

- *min i max* – режими, що автоматично визначають мінімально й максимально припустимі швидкості для даного ПС залежно від поточної висоти польоту.

За замовчуванням для всіх ПС обраний автоматичний режим вибору швидкості польоту.

Дані підтверджуються натисканням кнопки «**ДА**» або клавішею «**Enter**» на клавіатурі.


Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «**Отмена**» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.

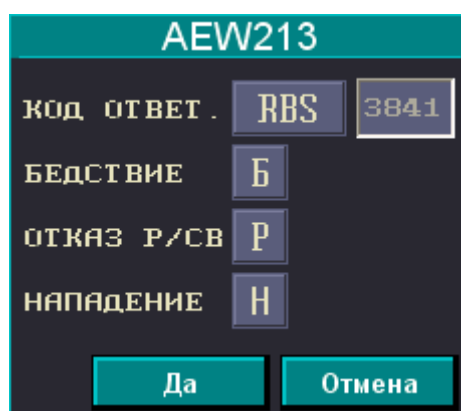
При наземному русі для того щоб швидко дати команду на зупинку ПС необхідно кликнути правою клавішею «миші» на кнопці . Це буде рівнозначно установці швидкості 0 км/ч.

На формулярі швидкість ПС зазначена першим параметром у третьому рядку в десятках кілометрах у годину (у цьому випадку «092», що дорівнює 920 км/ч):



Зміна аварійного статусу повітряного судна

Зміна аварійного статусу ПС виконується за допомогою функції «**Режимы бедствия и отказов**». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або клавішею «Delete» на клавіатурі. При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



AEW213	
КОД ОТВЕТ.	RBS 3841
БЕДСТВИЕ	Б
ОТКАЗ Р/СВ	Р
НАПАДЕНИЕ	Н
<input type="button" value="Да"/> <input type="button" value="Отмена"/>	

У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС.

Можна встановити один із трьох аварійних режимів:

- *лихо*
- *відмова радіозв'язку*
- *незаконне втручання*

Кожний з аварійних режимів включається натисканням відповідної кнопки. При цьому кнопка стає червоною. Одночасно можна включити тільки один аварійний режим.

У рядку «Код ответчика RBS» відображений поточний код відповідача. При виборі однієї з функцій код відповідача міняється на відповідний аварійний код:



7700 – код лиха;

7600 – код сповіщення про відмову радіозв'язку;

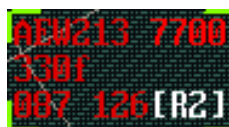
7500 – код сповіщення про напад на ПС.

Для ручної зміни коду, потрібно ввести нове значення в поле коду. Перемикання відповідача в режим RBS або УПР проводиться за допомогою кнопки «**RBS(УПР)**».

Дані підтверджуються натисканням кнопки «**Да**» або клавішею «**Enter**» на клавіатурі.



Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «**Отмена**» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.

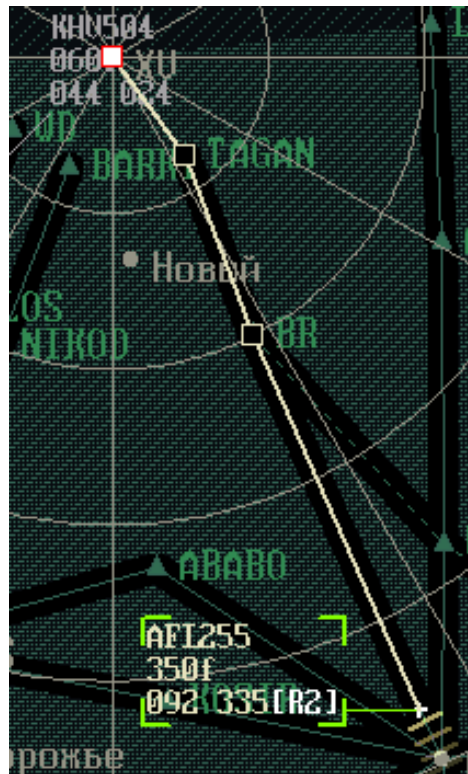
При включенні аварійного режиму ПС, формуляр зафарбовується в червоний колір, а у верхньому рядку формуляра мигає аварійний код.







Зняття режиму проводиться повторним викликом функції, відключенням включеної раніше псевдокнопки й натисканням на кнопку «**Да**». При цьому формуляр супроводження зафарбується у звичайний колір, а аварійний код відповідача зникне.


Зміна маршруту повітряного судна


Зміна маршруту ПС виконується за допомогою функції «Редагування маршруту ПС». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або клавішею «**Pagedown**» на клавіатурі. При цьому на екрані біля лівої панелі відобразяться три додаткові псевдокнопки , а фактичний план маршруту буде представлений у вигляді:




Кожний ППМ представлений у вигляді . Кінцевий пункт маршруту, ППМ без використання ЛУР, пункт примусової зупинки при керуванні наземним рухом (стопова крапка) як . Обрана точка маршруту зафарбовується білим кольором: , .

Вибір ППМ виконується кліком лівою клавiшею «миші» на символі ППМ.

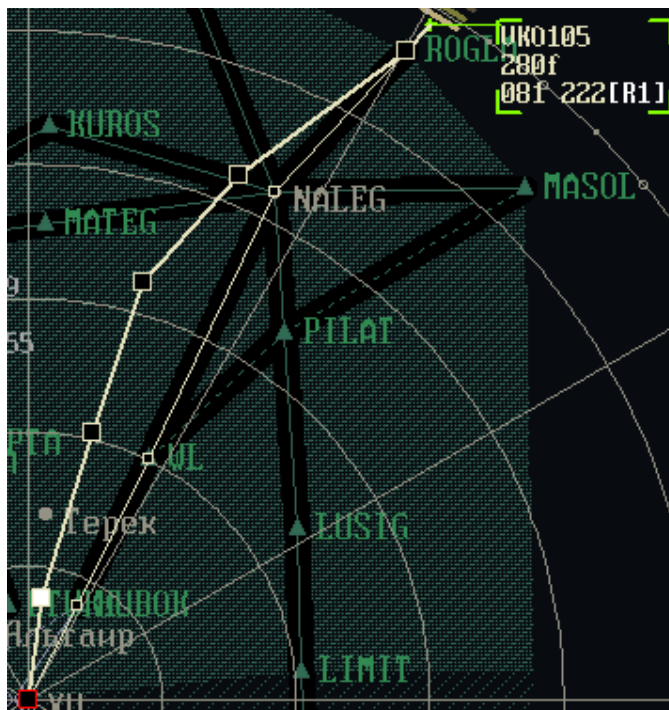
Додавання нового ППМ виконується за допомогою затиснення клавiші «**Ctrl**» на клавiатурі, при цьому покажчик «миші» прийме вид , потім необхідно розташувати покажчик у необхідному місці на карті, і, кліком лівої клавiші «миші», додати новий ППМ у маршрут ПК. Новий ППМ додається в маршрут наступним після обраного ППМ.

Видалення ППМ виконується за допомогою затиснення клавiші «**Alt**» на клавiатурі й кліком лівої клавiші «миші» при знаходженні покажчика над ППМ (покажчик міняє свій вид на .

Зміна місця розташування ППМ виконується розміщенням покажчика «миші» над ППМ і подальшим переміщенням обраного ППМ при затиснутій лівій клавiші «миші». При розташуванні покажчика «миші» над ППМ, він приймає вид: .

Установка/зняття стопової крапки (на землі)/ППМ без використання ЛУР (у повітрі) виконується правим кліком на символі ППМ.

При зміні маршруту на екрані відображається старий маршрут у вигляді більш тонкої лінії, що з'єднує символи ППМ меншого розміру.



Додаткові функції:




– спрямляє шлях до обраної ППМ;

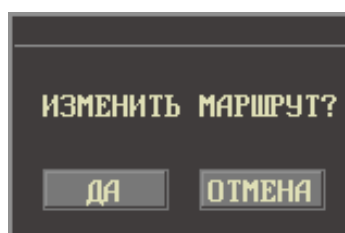


– спрямляє шлях після обраної ППМ до точки призначення;



– спрямляє шлях до обраної ППМ, а іншу ділянку маршруту видаляє.


Застосування змін маршруту й закриття функції редагування маршруту виконується клавішею «**Enter**», скасування – «**Esc**». При спробі відключення режиму редагування шляхом повторного натискання  система видасть запит на підтвердження або скасування внесених змін:



Підтвердити – «Так» або «**Enter**», скасувати – «Скасування» або «**Esc**».

Зміна наступної точки маршруту повітряного судна

Зміна місця розташування наступної точки фактичного маршруту польоту ПС виконується за допомогою функції «Зміна наступної точки маршруту».

Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або клавішею «**Backspace**» на клавіатурі. При цьому покажчик «миші» міняється на перехрестя білого кольору, з'єднане з місцем ПС миготливою пунктирною лінією:




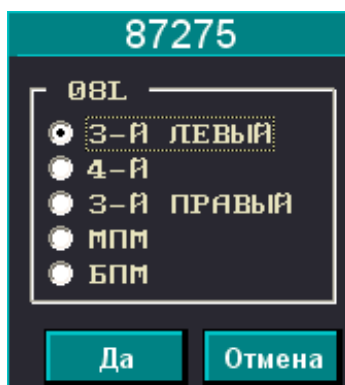
При підведенні курсору до аеронавігаційної точки на відстань, задану в налаштуваннях РМ маркер «прилипає» до точки для точної вказівки ППМ. При цьому навколо перехрестя з'являється миготлива окружність. Допускається вказівка довільної географічної точки.

Підтвердження зміни здійснюється кліком лівої клавіші «миші». Скасування режиму здійснюється за допомогою кліку правої клавіші «миші».

ПРИМІТКА: Дана функція змінює місце розташування наступної точки фактичного маршруту, а інші точки залишаються незмінними.

Установка схеми заходження на посадку

Установка схеми заходу на посадку ПС виконується за допомогою функції «Установка схеми заходження на посадку». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана або клавішею «**Ctrl+Backspace**». При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС.

У вікні вказується робоча смуга й список можливих схем заходження на посадку:


- *3-й лівий* – вхід у схему до третього розвороту лівого кола польотів;
- *4-й* – вхід у схему до четвертого розвороту;
- *3-й правий* – вхід у схему до третього розвороту правого кола польотів;
- *МПМ* – виконання малого прямокутного маршруту, починаючи із ДПРМ;
- *БПМ* – виконання великого прямокутного маршруту, починаючи із ДПРМ.

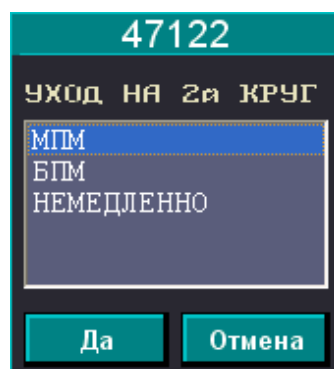
При виборі кожної зі схем, увесь фактичний маршрут ПС замінюється маршрутом руху за обраною схемою, яка прив'язана до посадкового торця робочої смуги. Тому рекомендується встановлювати схему після входу ПК у нижню зону. При знаходженні ПС у будь-якій точці схеми при необхідності встановити іншу схему рекомендується встановлювати схеми БПМ або МПМ, тому що вони починаються із ДПРМ, а вже перед підльотом до третього розвороту можна давати схеми «*3-й лівий*», «*3-й правий*», «*4-й*».

Дані підтверджуються натисканням кнопки «**Да**» або клавішею «**Enter**» на клавіатурі.

Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «**Отмена**» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.

Відхід на друге коло

Установка режиму відходу на друге коло виконується за допомогою функції «Відхід на друге коло». Виклик функції здійснюється псевдокнопкою  на лівій панелі екрана. При цьому на екрані відобразиться наступне вікно:



У заголовку вікна вказується номер рейсу поточного ПС.

Існують три режими відходу на друге коло:

- по *МПМ*– схема проходження по малому прямокутному маршруту

- по *БПМ* – схема проходження по великому прямокутному маршруту

- *Негайно* – при цьому схема буде побудована негайним відворотом убік поточного кола польотів з подальшим проходженням по коробочці.

При підтвердженні кнопкою «**Да**» або клавішею «**Enter**» на клавіатурі ПС автоматично йде на друге коло за заданою схемою, набираючи висоту польоту по колу.

Щоб закрити вікно без виконання команди потрібно натиснути кнопку «**Отмена**» або клавішу «**Esc**» на клавіатурі.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

В диспетчерського тренажера «Експерт» передбачено відображення повітряної ситуації для трьох типів робочої зони:

РМ псевдо-пілота аеродромної диспетчерської вишки;

РМ псевдо-пілота органу підходу;

РМ псевдо-пілота районного центру.

Інформація на цих РМ для диспетчера та псевдо-пілота відрізняється.

Натепер заходження на посадку ПС на аеродромі «Харків-студент» здійснюється відповідно до стандартних схем заходження на посадку за приладами (додаток 1).

Проте на РМ псевдо-пілота неможливо вибрати STAR, вибираютьс лише спрямлені маршрути до точок візуального кола польоту. Псевдо-пілот вибирає їх, а потім в «ручному режимі» корегує.

Тому для приведення у відповідність вимог до виконання польтів по STAR необхідно розробити зміни до програмного забезпечення диспетчерського тренажера та бази даних стандартних маршрутів прибуття.

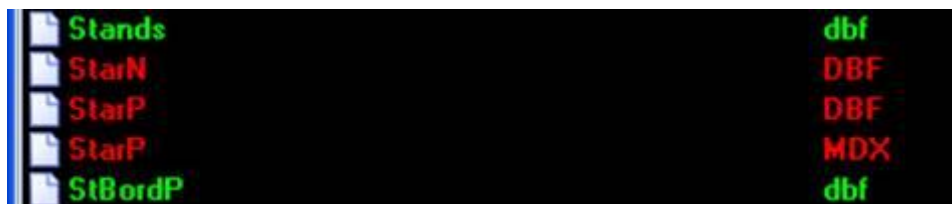
РОЗДІЛ 5

РОЗРОБЛЕННЯ СТАНДАРТНИХ МАРШРУТІВ ПРИБУТТЯ ЗА ПРИЛАДАМИ ДЛЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО ТРЕНАЖЕРА «ЕКСПЕРТ»

5.1 Розроблення структур баз даних

Підтримується 2 режими: коробки (те що було) і STAR із БД.

Якщо присутні ці дві таблицьки (один файл – індекс):



То:

- вибір маршруту заходження на посадку;
- вибір маршруту відходу на друге коло;
- автоматичне призначення маршруту заходження під час автослідування плану польотів, будуть працювати за даними з таблицьок, інакше як і було – розрахунки зашиті у програмі.

Структура таблиць

Маршрути:

StarN	N	NAME	RW	CONNTORW	VISIBLE	SELECTABLE	TYPE	STARBEFORE	STARAFTER
33	1	LOM RWY 26R Cat C-D	2	True	True	True	STAR	0	0
34	2	LOM RWY 26R Cat A-B	2	True	True	True	STAR	0	0
35	3	WL 1A	2	True	True	True	STAR	0	0
36	4	WL 1B Cat C-D	2	True	True	True	STAR	0	1
37	5	WL 1B Cat A-B	2	True	True	True	STAR	0	2
38	6	BR 1A	2	True	True	True	STAR	0	0
39	7	GR 1A	2	True	True	True	STAR	0	0
40	8	OL 1A Cat C-D	2	True	True	True	STAR	0	1
41	9	OL 1A Cat A-B	2	True	True	True	STAR	0	2
49	10	STRAIGHT-IN APPROACH	2	True	True	True	STAR	0	0
50	11	MA 26 R	2	True	True	True	MA	0	1

N – Номер маршруту.

NAME - Ім'я для відображення.

RW - Посилання на ЗПС (в нашому випадку – індекс 2 відповідає ЗПС 26R).

VISIBLE - Ознака відображення маршруту на карті.

SELECTABLE - Ознака доступності маршруту для вибору користувачем.

CONNTORW - чи Додавати автоматично точку входження в глісаду (ТВГ) і торець ЗПС до кінця маршруту. Додавання цих точок відбувається після додавання STARBEFORE і STARAFTER.

TYPE - Тип маршруту (STAR - заходження на посадку, MA (missed approach) - друге коло).

STARBEFORE - Приєднати до цього маршруту зазначений, перед своїми точками.

STARAFTER - Приєднати до цього маршруту інший маршрут, після своїх точок.

Приєднуються тільки точки, які є в базі, точки приєднання до ЗПС STARBEFORE і STARAFTER маршрутів не копіюються.

Приєднання полегшує створення маршруту, частина якого складається з існуючого. Наприклад друге коло складається зі свого розвороту, а потім іде стандартне заходження. У цьому випадку ми створюємо тільки дві точки MA й приєднуємо STAR 1. Обробка йде один за одним, тому, те на що посилаємося повинне йти перед посиланням, наприклад маршрут 2 може посилатися на 1, а 1 на 2 ні.

Точки:

StarP	N	NPT	RNP	STOPOVER	FL_M	RADIUS	STYLE
56	1	3	95	False	600	0	S
61	1	4	97	False	600	2900	S
62	1	5	98	False	600	0	S
63	1	6	99	False	600	0	S
64	1	7	103	False	600	2000	S
65	1	8	101	True	600	0	S
66	6	1	3	True	4250	0	S
67	6	2	91	True	4250	0	S
68	6	3	15	True	1550	0	S
69	6	4	98	False	600	0	S
70	6	5	99	False	600	0	S
71	6	6	103	False	600	2000	S
72	6	7	101	True	600	0	S
73	2	1	94	False	1250	0	S
74	2	2	104	True	600	0	S
75	2	3	105	False	600	0	S
76	2	4	106	False	600	2500	S
77	2	5	99	False	600	0	S
78	2	6	103	False	600	2000	S
79	2	7	101	True	600	0	S
80	3	1	9	True	4250	0	S
81	3	2	1	True	4250	0	S
82	3	3	25	True	1550	0	S
83	3	4	107	True	600	500	S
84	3	5	108	False	600	0	S
85	3	6	109	False	600	2000	S
86	3	7	101	False	600	0	S
87	4	1	9	True	4250	0	S
88	4	2	1	True	4250	0	S

N – Номер маршруту.

NPT – Номер точки.

RNP - Посилання на точку RNP.

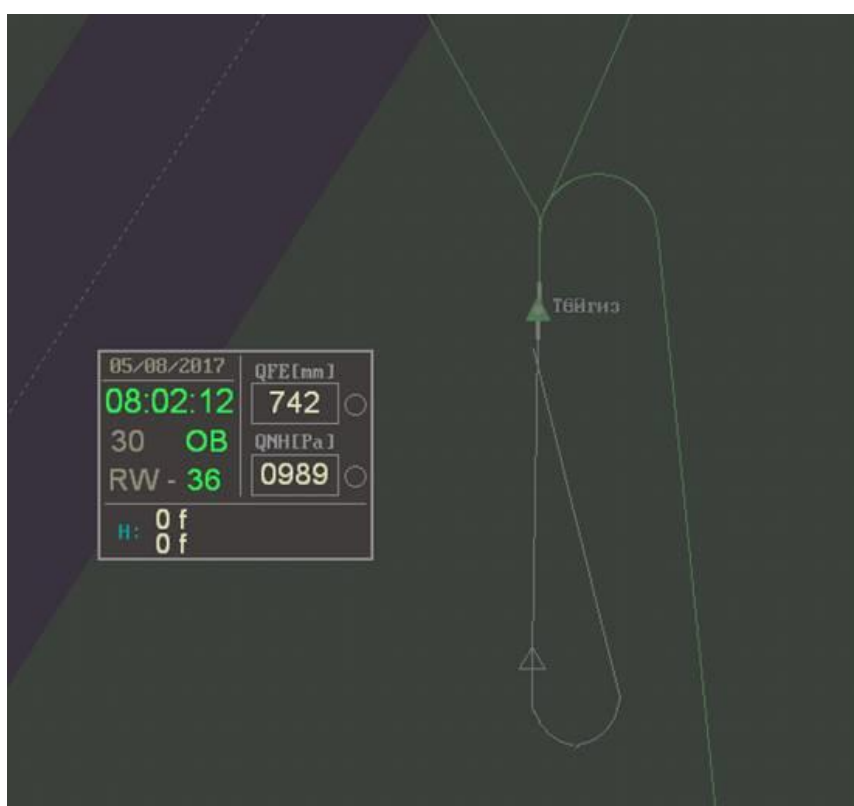
STOPOVER - Ознака обов'язкового прольоту точки.

FL_M - Висота (метри) прольоту точки для автоматичного режиму.

RADIUS - Радіус (метри) округлення в цій точці.

STYLE - Стиль лінії від цієї точки до наступної (S - суцільна, D - пунктирна).

Маршрути відходу на друге коло сховані від відображення. Виглядає це так:



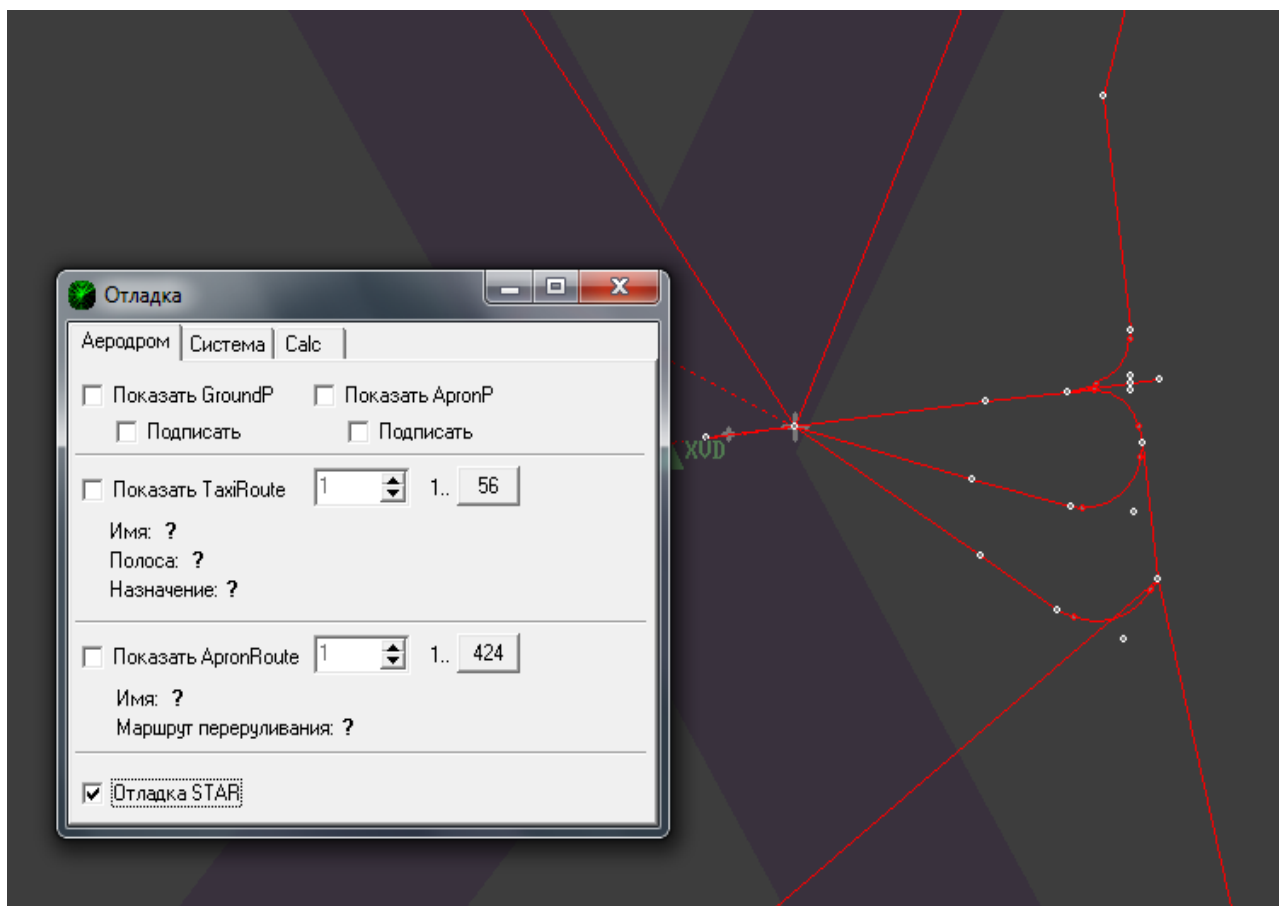
Таблиця RNP містить відповідні точки з типом N (невидима):

409	316	VORDME	46	17	24	53	25	30	TGZ	N
410	317	AR18_1	46	25	6	53	23	8	A181	N
411	318	AR18_2	46	25	49	53	23	21	A182	N
412	319	AR18_3	46	26	0	53	24	25	A183	N
413	320	AR18_4	46	25	56	53	25	29	A184	N
414	321	AR18_5	46	25	17	53	25	51	A185	N
415	322	MA18_1	46	14	10	53	25	25	MA181	N
416	323	MA18_2	46	14	27	53	29	20	MA182	N
417	324	AR36_1	46	10	58	53	27	49	A361	N
418	325	AR36_2	46	10	7	53	27	48	A362	N
419	326	AR36_3	46	10	3	53	26	37	A363	N
420	327	AR36_4	46	10	9	53	25	44	A364	N
421	328	AR36_5	46	10	46	53	25	29	A365	N
422	329	MA36_1	46	20	45	53	25	35	MA361	N
423	330	MA36_2	46	20	43	53	21	29	MA362	N

Із префіксом AR (arrival) точки заходження для певних напрямків, із префіксом MA (missed approach) – точки відходу на друге коло.

5.2. Редагування даних

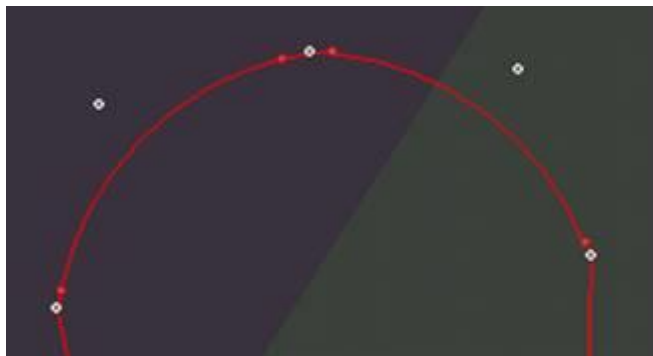
Для зручності роботи зі STAR є утиліта яка допомагає редагувати маршрути (Ctrl+Alt+Shift+D):



Якщо включити налагодження, то всі видимі маршрути для поточної ЗПС будуть відображені червоним.

Керувати видимістю маршрутів звідси не можна, це можна робити в БД. Навіть якщо ми працюємо над МА, який не відображається, можна залишити відображеним тільки на час його налаштування.

Додатково будуть відображатися білим усі точки маршруту (корисно для округлених) і червоним точки прив'язки округлення:

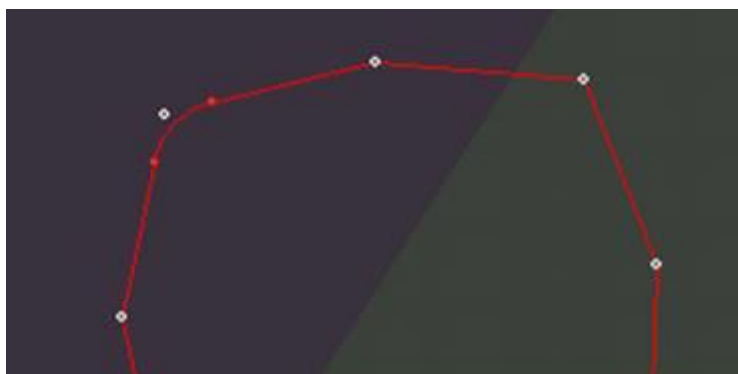


Що таке точки прив'язки округлення й взагалі як працює округлення?

Наприклад, от у цих точках у БД задане округлення 1950 метрів:



Якщо задати наприклад 500 м і 3000 м, то отримаємо:



У першому випадку відрізки були продовжені в напрямку кутової точки до моменту можливого округлення 500 м. Точки де починається і закінчується відповідно округлення і відображаються червоним.

У другому випадку алгоритм визначив, що відстань між точками менше радіуса округлення й малює ці ділянки прямими.

Отож по налагодженню помітно, що 1950 практично вписали у відстані і якщо ще трохи, те округлення пропаде. При різних масштабах можна помітити, що відображення «гуляє» (не завжди однакове й іноді може навіть спрямитися). Це все трапляється на великих масштабах (коли все дрібне) і не критично.

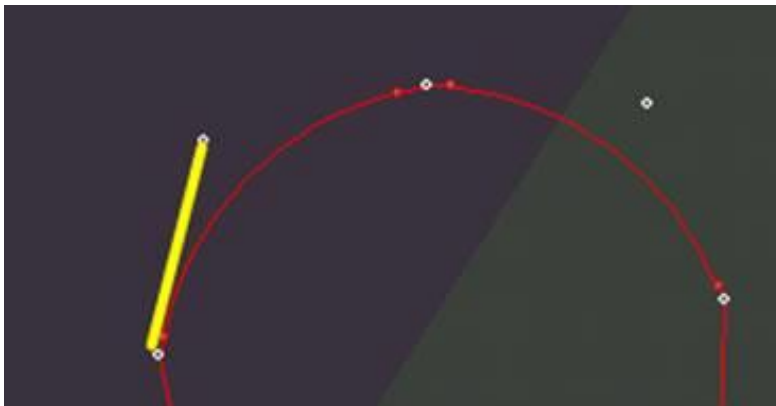
Обмеження й нюанси:

- у будь-якому маршруті повинно бути як мінімум 3 точки
- не можна робити два маршрути з однаковими іменами (програма не лається, але може привести до застосування не того маршруту)
- при необхідності відображення в точці пунктирної лінії (D) лінія буде такою до наступної точки прямої ділянки або вся дуга включаючи усі приєднані відрізки

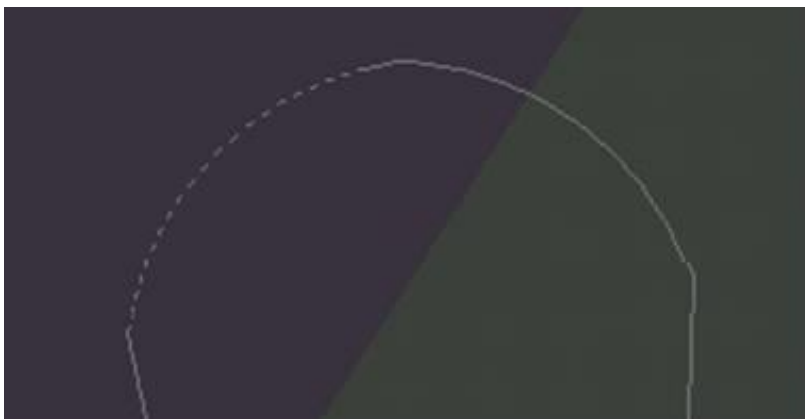
Наприклад ділянка

StarP	N	NPT	RNP	STOPOVER	FL_M	RADIUS	STYLE
1	1 1		316	True	600	0	S
2	1 2		317	True	600	0	D
3	1 3		318	False	600	1950	S
4	1 4		319	False	600	0	S
5	1 5		320	False	600	1950	S

На карті відповідає жовтому відрізку



Але під цим стилем буде вся дуга, яка в БД відповідає точкам 2, 3 і 4



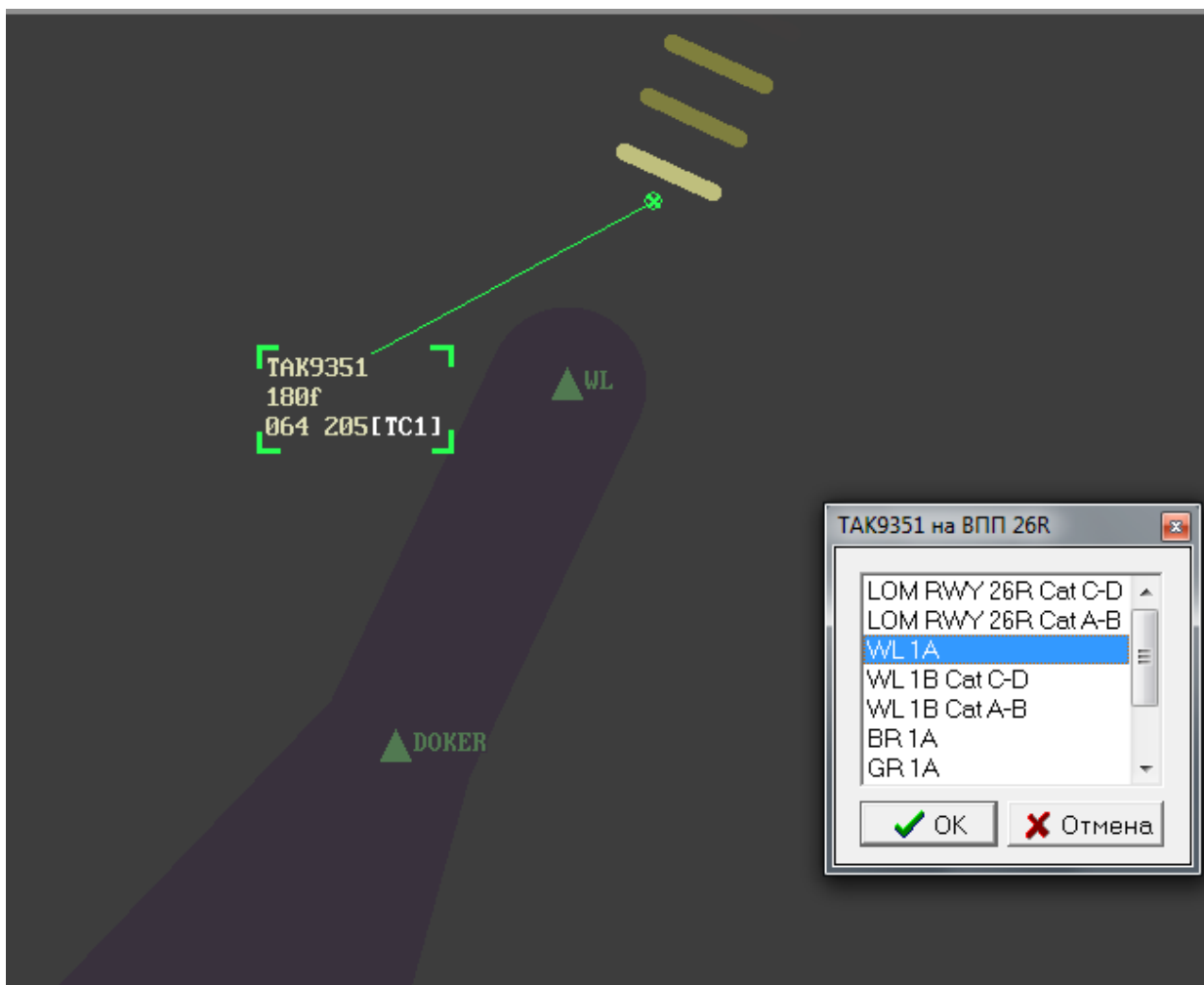
- відрізки, приєднані при замовленні CONNTORW будуть відображатися стилем останньої ділянки в БД;

- ці округлення впливають тільки на відображення маршруту, для польотного маршруту береться точка позначена білим.

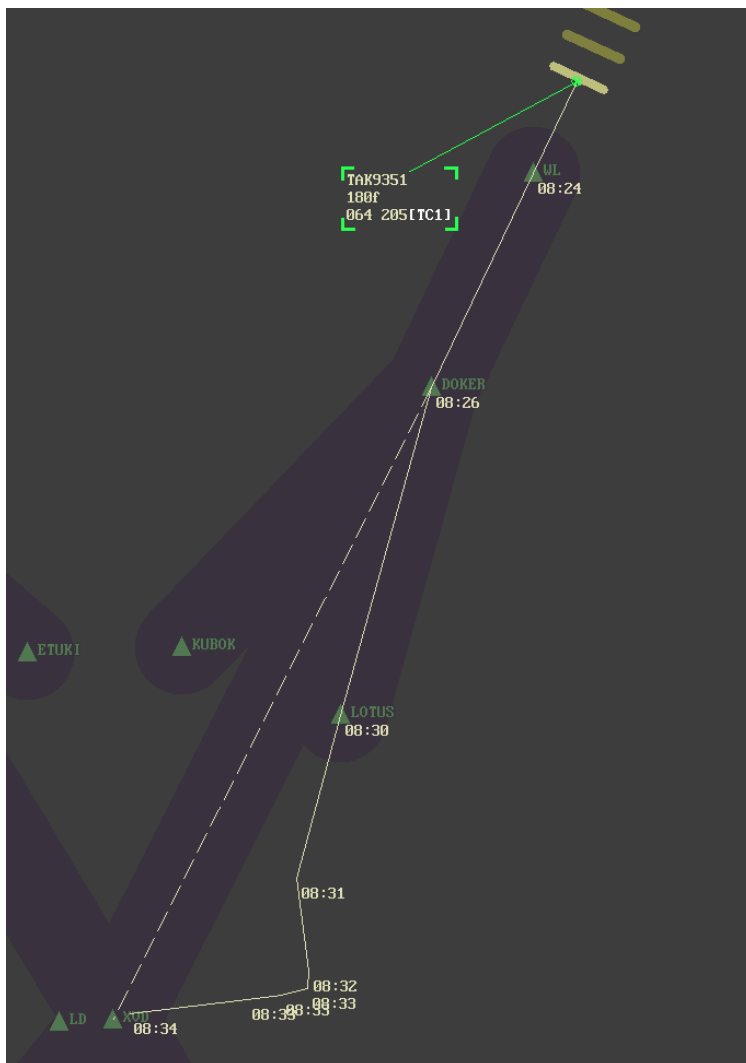
Тому щоб у цьому місці відбулося округлення руху ПС, потрібно кутовій точці ставити STOPOVER = False, тобто робити її необов'язковою і ПС саме округлить по своїй поточній швидкості.

5.3. Розроблення маршрутів прибуття

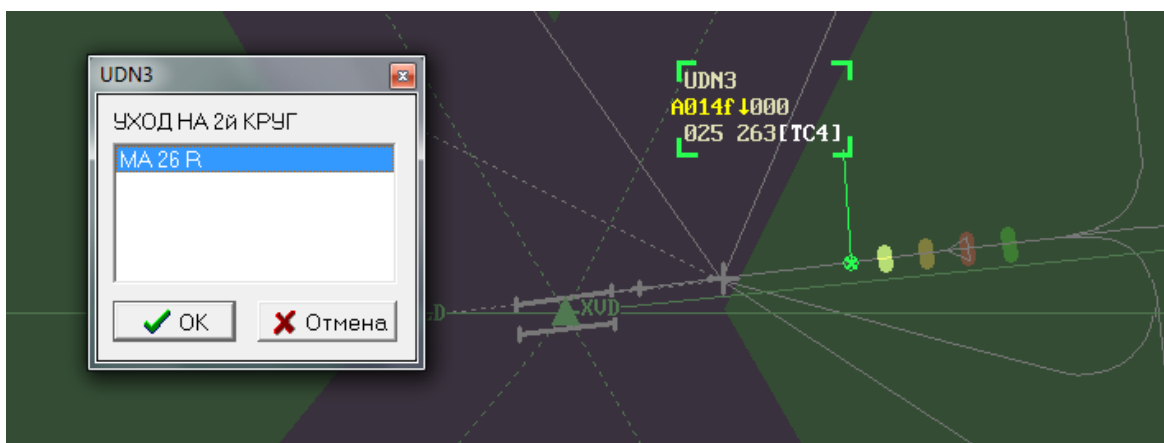
Якщо таблиці будуть а записів ні, або всі маршрути SELECTABLE = False, вікно буде порожнім, а кнопка ОК неактивною. Вікно тепер із записами із БД.



Помітно, що маршрут іде по кутових точках:



Після початку зниження й доступності точки відходу на друге коло:



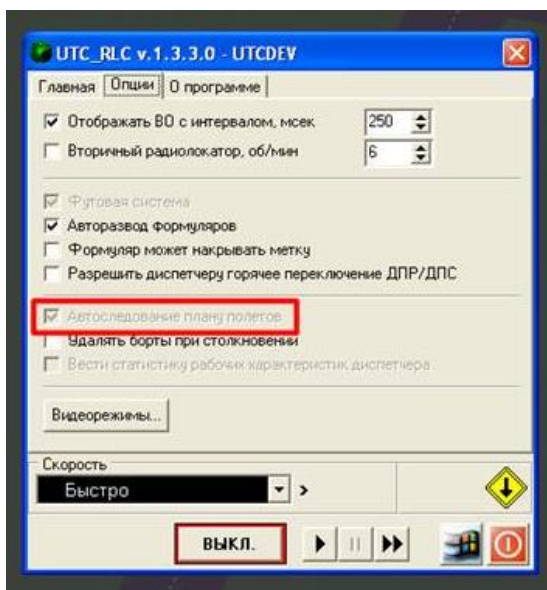
Знову ж маршрут з бази точно по такому ж принципу, що й STAR.

Крім застосування маршруту буде автоматичний набір висоти.

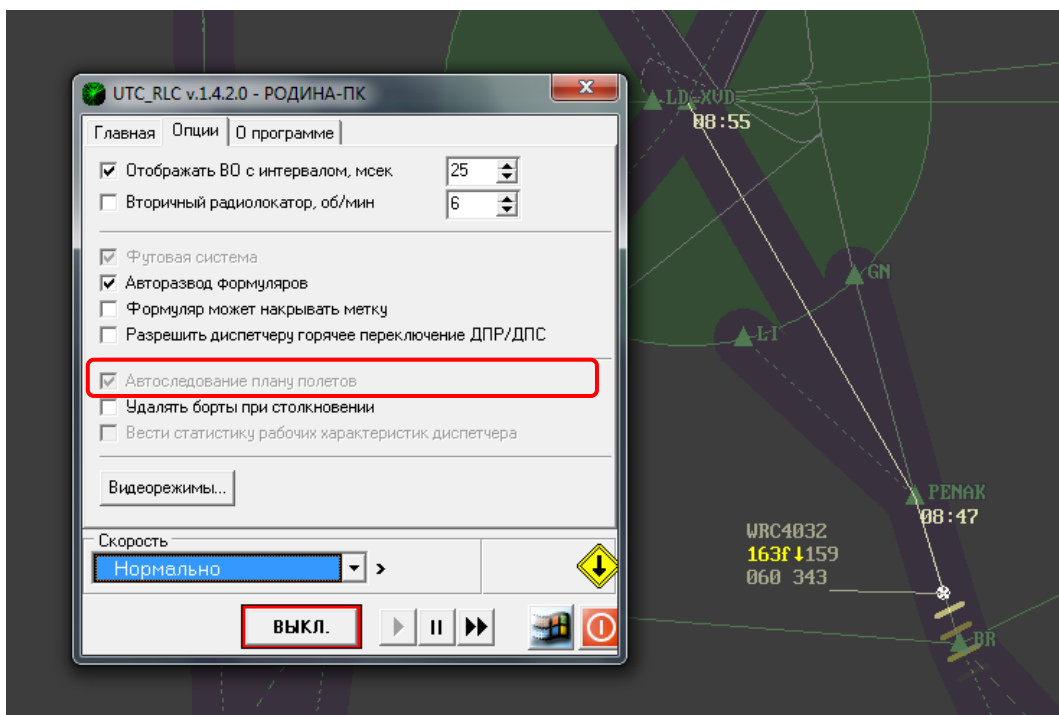
Раніше він був фіксований (і залишається таким для коробок) – 600м. Для STAR буде взята висота першої точки в МА маршруті. У нашому випадку це перша точка другого маршруту:

StarP	N	NPT	RNP	STOPOVER	FL_M	RADIUS	STYLE
1	1 1		316	True	600	0	S
2	1 2		317	True	600	0	S
3	1 3		318	False	600	1950	S
4	1 4		319	False	600	0	S
5	1 5		320	False	600	1950	S
6	1 6		321	True	600	0	S
7	2 1		322	True	600	0	S
8	2 2		323	False	600	0	S

Автоматичне заходження на посадку



Спрацьовує після прольоту передостанньої точки, якщо остання збігається з поточним аеродромом (ознака С у таблиці Ads)



Спочатку шукається SELECTABLE маршрут STAR для поточної ЗПС, у

якого початкова точка збігається з кінцевою точкою маршруту ПС. Якщо є такий маршрут, то застосуються перший маршрут, що трапився, якщо ні, то перший, що трапився для цієї смуги. Якщо нічого не знайдено, то нічого не відбувається.



ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Були створені та наповнені бази даних маршрутних точок стандартних маршрутів прибуття, візуалізовані самі маршрути.

Були розроблені стандартні маршрути прибуття за приладами для диспетчерського тренажера «Експерт».

Проте у процесі розробки були введені деякі обмеження:

- у будь-якому маршруті повинно бути як мінімум 3 точки
- не можна робити два маршрути з однаковими іменами (програма не лається, але може привести до застосування не того маршруту)
- при необхідності відображення в точці пунктирної лінії (D) лінія буде такою до наступної точки прямої ділянки або вся дуга включаючи усі приєднані відрізки.

ВИСНОВОК ДО РОБОТИ

Одним із завдань сучасних АС КПП є тренування диспетчерського персоналу. Мета тренувальної місії полягає у забезпеченні можливості тренування диспетчерів без впливу на операційне обслуговування повітряного руху. Тренування диспетчерів включає планові тренування та тренування з метою ознайомлення з функціональними можливостями системи. Додатково середовище тренування може використовуватися для перевірки нових процедур, маршрутів та іншого.

Проте не завжди можливе тренування на реальній системі. Для постійного тренування та використанні в навчальних закладах використовуються синтетичні засоби підготовки: тренажер (SIM – Simulator) та процедурний тренажер (РТТ – Part-Task Trainer).

В Національному авіаційному університеті для підготовки використовується диспетчерський тренажер «Експерт».

Тренажер дозволяє проводити:

Індивідуальну тренажерну підготовку– виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу одним студентом

Командну тренажерну підготовку– виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу із залученням декількох студентів.

Групову тренажерну підготовку – виконання у повному обсязі завдань тренувальної вправи у реальному масштабі часу із залученням персоналу для виконання декількох індивідуальних або командних тренажерних навчань одночасно.

Тренажер дозволяє:

- моделювання повітряного простору в заданих межах;
- імітацію повітряної ситуації заданої складності в вибраному масштабі часу;
- імітацію радіолокаційної інформації (ПРЛ, ВРЛ);
- імітацію метеорологічних даних;

- ручне налаштування інтерфейсу РМ диспетчера та псевдопілота
- формувати та відображувати пеленгаційну інформацію;
- виконання польоту в автоматичному та ручному режимах;
- визначати час польоту маршрутних точок та приблизний час посадки;
- запам'ятовувати історію польоту та розраховувати рух ПС на заданий час наперед з можливістю визначати цільову точку екстраполяції або „прив'язати” її до іншого об'єкта;
- зміну параметрів руху ПС (швидкості, курсу, висоти);
- імітацію роботи бортового відповідача (введення коду ВОРЛ, аварійних режимів та режиму SPI);
- імітацію роботи наземної мережі безпеки;
- підтримку пультових операцій АС КІР «Аеротехніка»;
- можливість завантаження реальних планів польоту з текстового формату.

Цей тренажер схвалений спеціальною технічною комісією по визначенню відповідності синтетичного засобу підготовки (тренажерного комплексу «Експерт») вимогам практичної підготовки фахівців з «Обслуговування повітряного руху». Про те, на погляд комісії, програмне забезпечення не в повній мірі реалізує політ ПС по стандартних маршрутах прибуття,

Під час проходження сертифікаційної перевірки НАУ Державіаслужбою також був отриманий дозвіл на використання цього тренажера в навчальному процесі.

В результаті виконання дипломної роботи були:

- розроблені стандартні маршрути прибуття на відході на друге коло;
- розроблені та наповнені бази даних маршрутних точок стандартних маршрутів прибуття;
- внесені зміни в програмне забезпечення диспетчерського тренажера.

Проте у процесі розробки були введені деякі обмеження:

- у будь-якому маршруті повинно бути як мінімум 3 точки
- не можна робити два маршрути з однаковими іменами (програма не лається, але може привести до застосування не того маршруту)

- при необхідності відображення в точці пунктирної лінії (D) лінія буде такою до наступної точки прямої ділянки або вся дуга включаючи усі приєднані відрізки.

Результати виконаної дипломної роботи дозволять покращити тренажерну підготовку студентів НАУ, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Обслуговування повітряного руху».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Типові вимоги до автоматизованих систем керування повітряним рухом. Наказ Украероруху № 87 від «15» березня 2011 року
2. Про затвердження процедур до Додатків 1 – 4 Авіаційних правил України «Технічні вимоги та адміністративні процедури щодо видачі свідоцтв та сертифікатів диспетчерів управління повітряним рухом» у вигляді прийнятних методів визначення відповідності (АМС) та інструктивного матеріалу (GM): Наказ Державіаслужби України № 391 від 29.03.2019 р [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2019/03/Prijnyatni-metodi-viznachennya-vidpovidnosti-AMS-ta-instruktivnij-material-GM.pdf>
3. Про затвердження Авіаційних правил України «Технічні вимоги та адміністративні процедури щодо видачі свідоцтв та сертифікатів диспетчерів управління повітряним рухом»: Наказ Державіаслужби України № 485 від 31.05.2018 р, [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1089-18>.
4. Англо-російсько-український тлумачний словник до МЕГАмодульного навчального комплексу «Аеронавігація» / Уклад.: В. П. Бабак, В. П. Харченко, Ю. В. Зайцев. — К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007. — 328 с.
5. Про затвердження Положення про використання повітряного простору України: Постанова Кабінету міністрів України N 954 від 06.12.2017 р //ОВУ. — 2017 р. — № 101, – С. 17, стаття 3118, код акта 88335/2017.
6. Про затвердження Правил польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України: Наказ Міністерства транспорту України № 293 від 16.04.2003р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0346-03>.
7. Про затвердження Правил польотів цивільних повітряних суден у повітряному просторі України: Наказ Міністерства інфраструктури України N 478 від 28.10.2011р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1327-11>.
8. Про затвердження Правил обслуговування повітряного руху з

використанням систем спостереження: наказ Міністерства інфраструктури України N 521 від 07.11.2011р [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1382-11>.

9. Руководство по эксплуатации. Рабочее место диспетчера УВД. Интерфейс пользователя АС УВД «Виктория». — К.: НПО «Аэротехника», редакция 2.0. от 27.08.2008. —115 с.

10. <https://studopedia.org/1-140854.html>

11. <https://ppt-online.org/594141>

12. <https://www.youtube.com/watch?v=EUrLjCd7hU>

13. <http://netcode.ru/cpp/?artID=16>

14. <https://www.bestprog.net/wp-content>

15. *Doc9713*. Словарь по международной гражданской авиации. — 3-е изд. — Монреаль: ICAO, 2007. — С.810.

16. Приложение 2 к Конвенции о международной гражданской авиации. Правила полётов. — 10-е изд. — Монреаль: ICAO, 2005. — С.80.

17. Приложение 11 к Конвенции о международной гражданской авиации. Обслуживание воздушного движения. — 14-е изд. — Монреаль: ICAO, 2016. — С.144.

18. Doc 4444-ATM/501. Организация воздушного движения Правила аэронавигационного обслуживания: — 16-е изд. — Монреаль: ICAO, 2016. — С.508.

19. Doc 9868. Подготовка персонала. Правила аэронавигационного обслуживания: — 2-е изд. — Монреаль: ICAO, 2016. — С.254.

20. Doc 10056. Manual on Air Traffic Controller Competency-based Training and Assessment: — First Edition. — Montréal, Quebec, Canada: ICAO, 2017. — С.392.

21. Guidelines for Common Core Content and Training Objectives for Air Traffic Controllers Training. Edition: 2.0 Edition date 04.02.2015;

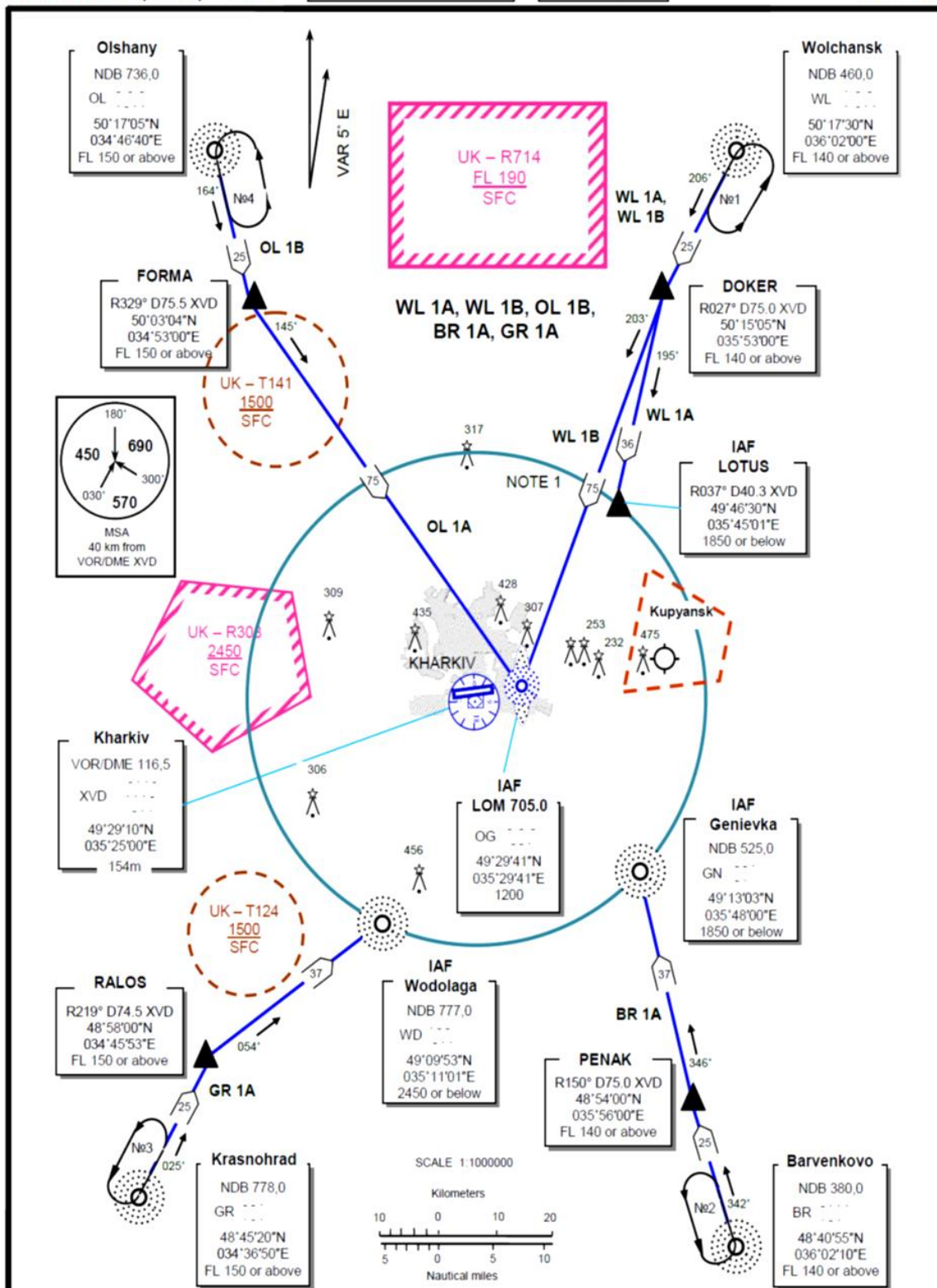
22. EUROCONTROL. European Route NetworkImprovement Plan. Part 1.European Airspace Design MethodologyGuidelines. Edition 1.2, Edition date 07.06.2013. – P.260.

**STANDART ARRIVAL CHART
INSTRUMENT (STAR) – ICAO**

TRANSITION LEVEL by ATC
TRANSITION ALT 3050

Radar 118,700
TWR 118,100
Meteo 134,900

**KHARKIV/Student
RWY 26R**



NOTE:
1. Speed restriction: (40 km from ARP AD KHARKIV/Student) MAX IAS 250 kt (465 km/h) at or below FL100 (3050 m).
2. Descend: Actual descend clearances will be as directed by ATC.
3. Vectoring: Vectoring will be used for final when necessary.

BEARINGS AND TRACKS ARE MAGNETIC
ALTITUDES, HEIGHTS AND ELEVATIONS ARE IN METRES
DISTANCES ARE IN KILOMETRES

STARRW 26R

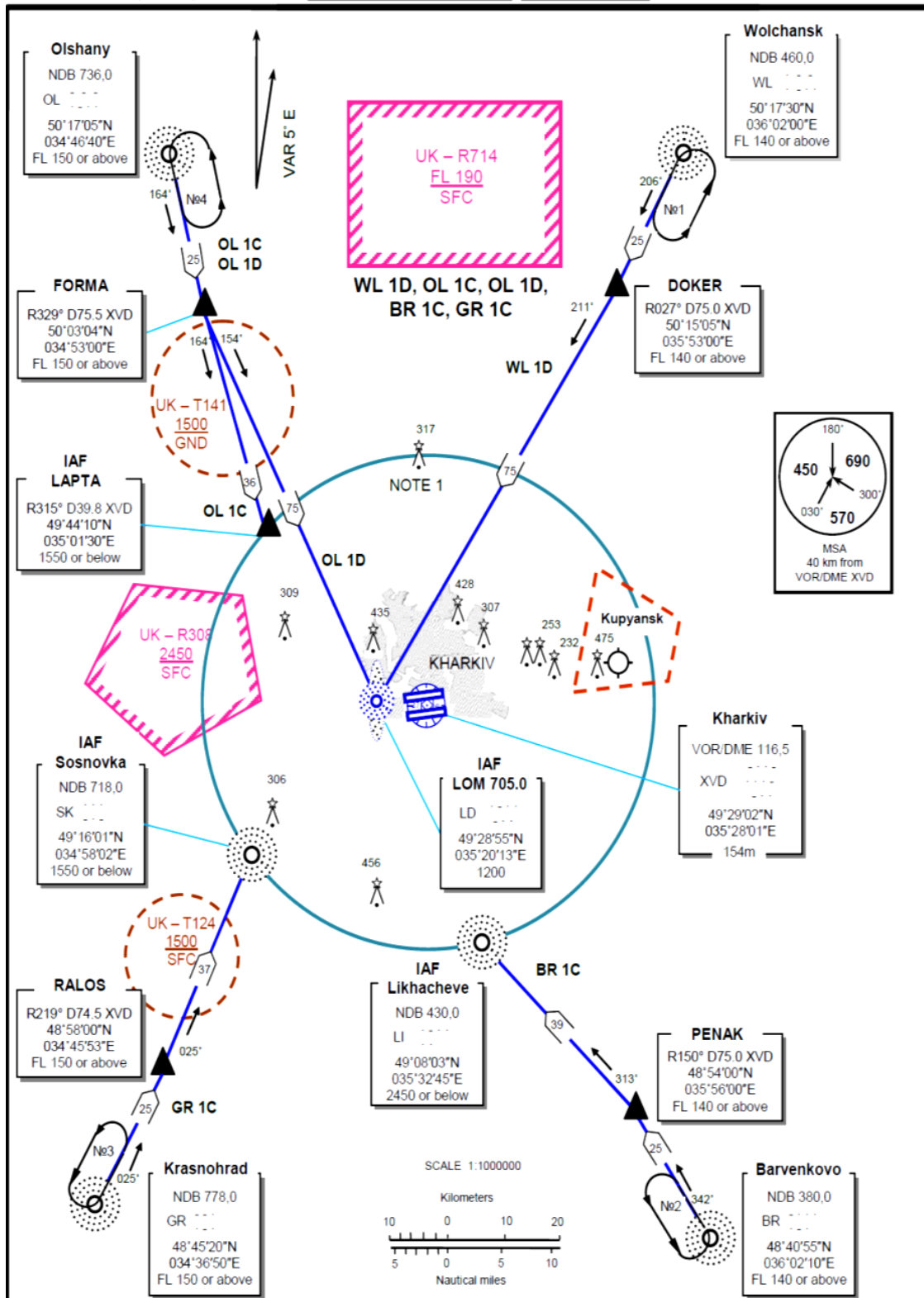
Designator	Route	Altitude	Remarks
WL 1A WOLCHANSK ONE ALFA	On track 206° to DOKER, turn LEFT on track 195° to IAF LOTUS, then according to approach chart	Cross WL at FL140 or above, DOKER at FL140 or above, LOTUS at 1850 or below	nil
WL 1B WOLCHANSK ONE BRAVO	On track 206° to DOKER, turn LEFT on track 203° to OG LOM, then according to approach chart	Cross WL at FL140 or above, DOKER at FL140 or above, IAF OG at 1200	nil
OL 1B OLSHANY ONE BRAVO	On track 164° to FORMA, turn LEFT on track 145° to OG LOM, then according to approach chart	Cross OL at FL150 or above, FORMA at FL150 or above, IAF OG at 1200	nil
GR 1A KRASNOHRAD ONE ALFA	On track 025° to RALOS, turn RIGHT on track 054° to IAF WD, then according to approach chart	Cross GR at FL150 or above, RALOS at FL150 or above, IAF WD at 2450 or below	nil
BR 1A BARVENKOVO ONE ALFA	On track 342° to PENAK, turn RIGHT on track 346° to IAF GN, then according to approach chart	Cross BR at FL140 or above, PENAK at FL140 or above, IAF GN at 1850 or below	nil

**STANDART ARRIVAL CHART
INSTRUMENT (STAR) – ICAO**

TRANSITION LEVEL by ATC
TRANSITION ALT 3050

Radar 118,700
TWR 118,100
Meteo 134,900

**KHARKIV/Student
RWY 08L**



- NOTE:
1. Speed restriction: (40 km from ARP AD KHARKIV/Student) MAX IAS 250 kt (465 km/h) at or below FL100 (3050 m).
 2. Descend: Actual descend clearances will be as directed by ATC.
 3. Vectoring: Vectoring will be used for sequencing to final when necessary.

BEARINGS AND TRACKS ARE MAGNETIC
ALTITUDES AND ELEVATIONS ARE IN METRES
DISTANCES ARE IN KILOMETRES

STAR RW 08L

Designator	Route	Altitude	Remarks
WL 1D WOLCHANSK ONE DELTA	On track 206° to DOKER, turn RIGHT on track 211° to OG LOM, then according to approach chart	Cross WL at FL140 or above, DOKER at FL140 or above, IAF OG at 1200	nil
OL 1C OLSHANY ONE CHARLIE	On track 164° to FORMA, then continue track 164° to IAF LAPTA, then according to approach chart	Cross OL at FL150 or above, FORMA at FL150 or above, IAF LAPTA at 1850 or below	nil
OL 1D OLSHANY ONE DELTA	On track 164° to FORMA, turn LEFT on track 154° to OG LOM, then according to approach chart	Cross OL at FL150 or above, FORMA at FL150 or above, IAF OG at 1200	nil
GR 1C KRASNOHRAD ONE CHARLIE	On track 025° to RALOS, turn continue track 025° to IAF SK, then according to approach chart	Cross GR at FL150 or above, RALOS at FL150 or above, IAF SK at 1550 or below	nil
BR 1C BARVENKOVO ONE CHARLIE	On track 342° to PENAK, turn LEFT on track 313° to IAF LI, then according to approach chart	Cross BR at FL140 or above, PENAK at FL140 or above, IAF LI at 2450 or below	nil