

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

Циклова комісія Аеронавігації

Кременчуцький льотний коледж

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

Автоматизовані системи управління повітряним рухом

вибірковий компонент освітньої програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

272 Авіаційний транспорт

Аеронавігація

за темою № 2 - Автоматизовані системи управління повітряним рухом

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Педагогічною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.07.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії Аеронавігації
протокол від 28.08.2023 № 1

Розробники:

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст 2-й категорії Ємець В.В.

Рецензенти:

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор Тягній В.Г.
2. Професор кафедри аеронавігаційних систем навчально-наукового інституту Аеронавігації, електроніки та телекомунікації Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, доцент Шмельова Т.Ф

План лекції

1. *Глобальна концепція організації повітряного руху (FF-ICE)*
2. *Основні напрями розвитку засобів автоматизації УПР*
3. *Склад і автоматизація основних процесів в сучасних АС УПР*

Рекомендована література:

Основна

1. Положення про об'єднану цивільно-військову систему організації повітряного руху України, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 19.07.99 № 1281
2. Залевський А.В., Жибров А.В. Технічні засоби забезпечення безпеки руху. Кіровоград, КЛА НАУ, 2012.
3. Дос 9626. Керівництво по регулюванню міжнародного повітряного транспорту, ІКАО, 2004.
4. Дос 9965. Керівництво по польотам і потокам руху: інформація для сумісного використання повітряного простору (FF-ICE), ІКАО, 2012

Додаткова

1. Правила польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 16.04.2003 № 293
2. Повідомлення щодо обслуговування повітряного руху - Авіаційні правила України, частина 85, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 25.03.2002 № 199
3. Дос. 4444 - АТМ/501. " Організація повітряного руху ", ІКАО, 2007 р.
4. Тучков Н.Т. Автоматизовані системи і радіоелектронні засоби управління повітряним рухом. Посібник для вузів. - М.:Транспорт, 1994

1. Глобальна концепція організації повітряного руху (*FF-ICE*)

Авіатранспортна галузь грає важливу роль в світовій економічній діяльності і повинна підтримувати безпечну, надійну, ефективну і екологічну аеронавігаційну систему на глобальному, регіональному і місцевому рівні. Для досягнення цієї цілі необхідно впровадити систему організації повітряного руху (ОрПР), щоб досягти максимального використання розширених можливостей, які забезпечуються сучасним технічним прогресом, а тому числі, автоматизацією робочих процесів по управлінню повітряним рухом.

Для вирішування цих проблем Міжнародною організацією ІКАО була розроблена Глобальна концепція ОрПР (*FF-ICE*), яка визначає вимоги до інформації для планування польотів, управління потоками і управління траєкторіями і повинна стати основою аеронавігаційної системи, яка заснована на характеристиках. Польотна інформація і пов'язані з нею траєкторії є основні механізми, за допомогою яких надавання послуг ОрПР буде відповідати експлуатаційним вимогам.

Обмін інформацією о польотах/потоків допоможе скласти максимально повну картину минулої, існуючої і наступної ситуації з ОрПР. Такий обмін інформацією дозволяє більш ефективно приймати рішення суб'єктами ОрПР, що беруть участь в польоті на всьому протязі польоту, тобто від виходу до виходу, тим самим полегшує операції по чотирьох мірною (4D) траєкторією.

FF-ICE передбачає глобальну стандартизацію визначення елементів даних і надає механізми для їх обміну. Таким чином, при належному управлінні інформацією полегшується середовище прийняття рішень, яке дозволяє обмінюватися даними більш широкому колу користувачів, що веде до більшої координації спільноти ОрПР, ситуаційної обізнаності і досягнення глобальних показників ефективності.

2. Основні напрями розвитку засобів автоматизації УПР

Сучасні автоматизовані системи УПР (АС УПР) зазнали значних змін за останнє десятиріччя. З'явилися нові функції (*TP, MTCD, MONA, SYSCO*), які надали нові можливості диспетчерам УПР, яких раніше не було.

Найбільш суттєвою зміною АС УПР є поява такої нової функції, як прогнозування траєкторії (*TP – Trajectory Prediction*). Ця функція забезпечує для кожного ПС розрахунку так званої 4D-траєкторії руху, тобто траєкторії, трьома вимірюваннями якої є просторове положення ПС (широта, довгота, висота), а четвертим вимірюванням є час. 4D-траєкторія описується сукупністю 4D-точок і визначає рух ПС в просторі і в часі.

Поява 4D-траєкторій дало можливість розробити функцію **MTCD** (**Medium-Term Conflict Detection**) – виявлення середньострокових конфліктних ситуацій з глибиною прогнозу 0 – 60 минут і, при необхідності, більше. 4D-траєкторія дозволяє покласти на АС УПР автоматичний контроль за витримуванням траєкторії, яка задана диспетчером. Основне призначення **MTCD** – планування безконфліктного руху, тобто планування безконфліктних 4D-траєкторій руху ПС.

Функція **MONA** (**Monitoring Aids**) – автоматичний контроль витримування запланованих 4D-траєкторій і нагадування про необхідність виконання диспетчером визначених дій.

Функції **MTCD** і **MONA** дають нові можливості, яких не було у АС УПР колишніх поколінь і суттєво змінюють концепцію УПР. Зараз диспетчер УПР не тільки виявляє можливі конфлікти за декілька минут до їх появи і вирішує їх але він виявляє можливі конфлікти значно раніше, після чого планує безконфліктний рух, а АС УПР автоматично контролює виконання екіпажем безконфліктного плану.

Функція **SYSCO** (**System Supported Coordination**) – координація руху ПС, забезпечує автоматизацію процесу координації і передавання управління ПС між центрами ОПР, автоматизацію процедур узгодження умов передавання ПС в суміжний диспетчерський пункт і прийому ПС з суміжного диспетчерського пункту. Ця функція суттєво знижує завантаженість диспетчера рутинними ручними операціями при високій інтенсивності повітряного руху і забезпечує підвищення пропускної спроможності диспетчера УПР і безпеки повітряного руху.

За оцінкою Євроконтролю впровадження таких функцій як **TP**, **MTCD**, **MONA** і **SYSCO**, забезпечує підвищення пропускної спроможності секторів на 15% - в верхньому повітряному просторі, на 10% - в нижньому повітряному просторі, а також підвищення безпеки повітряного руху в два рази.

3. Склад і автоматизація основних процесів в сучасних АС УПР

В склад сучасних АС УПР, як правило, входять:

- комплекс засобів автоматизації планування використання повітряним рухом (КЗА ПВПР);
- комплекс засобів автоматизації планування використання повітряного руху (КЗА ПВПР);
- комплекс засобів автоматизації аеродромних командно-диспетчерських пунктів (КЗА АКДП);
- підсистема технічного управління і контролю (ПС ТУК);
- підсистема мовленого зв'язку (ПС МЗ);
- комплекс засобів передавання інформації (КЗПІ);

- комплекс засобів автоматизації метеорологічного забезпечення (КЗА МЕТЕО);
- комплекс забезпечення довідкової інформації (КЗДІ);
- комплексний системний тренажер (КСТ);
- засоби єдиного часу (ЗЄЧ);
- комплект експлуатаційної документації на систему.

В **КЗА УПР** автоматизуються такі процеси:

- інформація спостереження: прийом, обробка та відображення інформації про повітряну обстановку;
- прийом, обробка, відображення та розсилка планової інформації;
- прийом і відображення метеорологічної інформації;
- аналіз інформації про поточну і прогнозовану повітряну обстановку на основі інформації спостереження і планів польоту;
- автоматизоване виявлення середньострокових конфліктів;
- відображення інформації про поточну і прогнозовану повітряну обстановку, інформації про плани польотів, метеорологічну інформацію і інформацію про обмеження повітряного простору;
- резервна обробка і відображення інформації спостереження (*by-pass*);
- документування і відтворення інформації, яка обробляється комплектом, включаючи введення інформації з робочих місць диспетчерів УПР;
- інформаційна підтримка розрахунків зборів за аеронавігаційне обслуговування;
- взаємодія з **КЗА ПВПР** і **КЗА АКДП**;
- взаємодія зі суміжними **АС УПР** (за протоколом *OLDI* реалізація багаторівневої концепції *SYSCO*, яке підтримує 31 тип повідомлень);
- взаємодія з відомственими **КЗА** і **АСУ**;
- автоматизоване управління заходом на посадку і вильотом *AMAN/DMAN* з ціллю оптимізації порядку зльотів/посадок;
- технічне управління і контроль програмних і технічних засобів комплексу.

В **КЗА ПВПР** повинні бути автоматизовані наступні основні процеси:

- збір, обробка, збереження і ведення аеронавігаційної і довідкової інформації, необхідних для рішення задач планування ВПП;
- збирання/отримання обробка, збереження і ведення планів регулярних (за розкладом) польотів ПС, що поступають від авіакомпаній ПС та з головного центру (ГЦ) єдиної системи (ЄС) ОпрР;
- збір, обробка, збереження і ведення планів польотів поза розкладом:
 - польотів ПС по маршрутам ОПр, що поступають з ГЦ ЄС УПР;
 - польотів ПС, що проходять повністю або частково поза маршрутами ОПр, аеродромних польотів, планів ВПП на інші види діяльності по ВПП, які поступають від користувачів повітряного простору і взаємодіючих органів ОПр;

- формування і ведення планів ВПП зони ОрПР;
- формування, передавання і синхронізація плану аеропорту на АКДП і на виносні пульти диспетчерів;
- збір/отримання і обробка інформації по виконання плану ВПП, додання змін до планів, а також повідомлень тактичного планування ВПП до органів ОПР (управління польотів) користувачів повітряного простору зони ЄС ОрПР;
- документування і відтворення інформації, що обробляється комплексом;
- взаємодія з КЗА УПР по планової і аеронавігаційної інформації, інформації по обмеженням ВПП, а також інформації про фактичне виконання планів польотів;
- взаємодія з КЗА УПР по прийому поточної інформації спостереження;
- взаємодія по планової, аеронавігаційної і довідкової інформації з органами ППО, відомчими АСУ і КЗА, системою прийому планової інформації по мережі Інтернет своєї зони ОрПР;
- технічне управління і контроль функціонування комплексу.

В КЗА АКДП автоматизуються наступні основні процеси:

- прийом, обробка і відображення інформації спостереження від КЗА УПР і аеродромних систем, комплексів і засобів;
- прийом, обробка, збереження, відображення і розсилка планової інформації;
- прийом, обробка і відображення метеоінформації від аеродромних АІС і КЗА МЕТЕО;
- аналіз інформації про поточну і прогнозовану повітряну обстановку;
- відображення інформації про поточну і прогнозовану повітряну обстановку, інформації планів польотів, метеоінформації і інформації про обмеження повітряного простору;
- збір, обробка і відображення довідкової інформації;
- технічне управління і контроль функціонування;
- документування і відтворення інформації, що обробляється комплексом, включаючи введення інформації з робочих місць диспетчерів УПР і системного інженера;
- контроль безпеки виконання зльотів і посадок ПС.

В ПС ТУК автоматизуються процеси:

- безперервний контроль режимів роботи і технічного стану елементів (комплексів, засобів, джерел інформації, каналів передавання даних, тощо) АС УПР;
- управління режимами роботи, технічним станом і конфігурацією елементів (комплексів, засобів, джерел інформації, тощо).

В КЗА МЕТЕО автоматизуються:

- формування і видання метеоповідомлень для **КЗА ПВПР, КЗА УПР і КЗА АКДП**;
- відображення метеоінформації на автономних засобах відображення для персоналу УПР;
- формування попереджень про фактичні або прогнозовані виникнення небезпечних для польотів авіації явищ польотів.

В **КЗДІ** повинні бути автоматизовані процеси введення, збереження, коригування і надання довідкової інформації експлуатаційному (диспетчерському і інженерно-технічному) персоналу АС УПР.

В **КСТ** повинні автоматизуватися рішення наступних задач:

- імітація виконання основних технологічних процесів планування ВПП і управління повітряним рухом, які використовуються на робочих місцях РДЦ, АДЦ і АКДП;
- забезпечення навчання інженерно-технічного персоналу процедур експлуатації технічних засобів АС УПР.