

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ Аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра аеронавігаційних систем

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

д-р техн. наук, проф.

_____ В.Ю. Ларін

« ____ » _____ 20__ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«СИСТЕМИ АЕРОНАВІГАЦІЙНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ»

Тема: «Оптимізація використання ресурсів та інфраструктури аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM (A-CDM)»

Виконав: _____ **А.В. Лапінський**

Керівник: д-р техн. наук, проф. _____ **Т.Ф. Шмельова**

Нормоконтролер: _____ **Т.Ф. Шмельова**

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Аеронавігації, Електроніки та Телекомунікацій

Кафедра аеронавігаційних систем

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ В.Ю. Ларін

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Лапінський Антон Віталійович

1. Тема роботи: *«Оптимізація використання ресурсів та інфраструктури аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM (A-CDM)»* затверджена наказом ректора від "20" вересня 2022 р. № 1594/ст
2. *Термін виконання роботи:* 05.09.2022 – 30.11.2022
3. *Вихідні дані до роботи:* теоретичні дані нормативних і керівних документів ІКАО, національних документів України у сфері використання ресурсів та інфраструктури аеропортів, наукові джерела, довідникова література.
4. *Зміст пояснювальної записки:* Опис і аналіз діяльності інфраструктури аеропортів, аналіз і проблеми системи аеропортів, служби аеропорту, організація спільних рішень - «CDM-A», прийняття рішень в надзвичайних ситуаціях, що виникають в роботі аеропорту. Спеціальні розділи. Охорона праці та охорона навколишнього середовища.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: рисунки, діаграми, графіки: 118 сторінок, 37 рисунків, 2 графіки, 52 використаних джерел, 1 додаток.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Підготовка та написання розділу 1 «СДМ опис і аналіз діяльності системи»	05.09.2022 – 12.09.2022	Виконав
2	Підготовка та написання розділу 2 «Аналіз і проблеми системи аеропортів»	13.09.2022 – 26.09.2022	Виконав
3	Підготовка та написання розділу 3 «Служби аеропорту»	27.09.2022 – 10.10.2022	Виконав
4	Підготовка та написання розділу 4 «СДМ-А в надзвичайних ситуаціях аеропорту»	11.10.2022 – 24.10.2022	Виконав
5	Підготовка та написання розділу 5 «Спеціальні розділи»	25.10.2022 – 1.11.2022	Виконав
6	Підготовка та написання розділу 6 «Охорона праці та охорона навколишнього середовища»	2.11.2022 – 10.11.2022	Виконав

Дата видачі завдання: «_____» _____ 20__ р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____

(підпис керівника)

Шмельова Т.Ф.

(П.І.Б)

Завдання прийняв до виконання: _____

(підпис випускника)

Лапінський А.В.

(П.І.Б)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему «Оптимізація використання ресурсів інфраструктури аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM (A-CDM)»: 118 сторінок, 37 рисунків, 2 графіки, 52 використаних джерел, 1 додаток.

Об'єкт дослідження: система організації роботи аеропортів

Предмет дослідження – моделювання спільних рішень в надзвичайних ситуаціях (collaborative decision making (CDM)) в різних аеропортах.

Мета роботи: дослідження і оптимізація ресурсів аеропорту і моделювання спільного прийняття рішень.

Методи дослідження: аналіз статистичних даних, метод експертних оцінок, моделювання прийняття рішень в умовах визначеності, ризику, невизначеності (критерії Вальда, Лапласа, Севіджа, Гурвиця)

Автором розраховано, як збільшити пасажиропотік при вирахуванні і оптимізації всіх служб аеропорту, на прикладі наявних служб в аеропорту «Київ» (Жуляни).

Запропоновані методики можливі для застосування персоналу служб аеропорту в надзвичайних ситуаціях.

АРКУШ ЗАУВАЖЕНЬ

ЗМІСТ:

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА	
ТЕРМІНІВ.....	1
ВСТУП.....	1
РОЗДІЛ 1 СПІЛЬНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ (CDM) ОПИС І АНАЛІЗ	
ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ.....	13
Розділ 1.1 Поняття про спільне прийняття рішень (CDM-A) і системи аеропортів	13
Розділ 1.2 Основні функції системи	16
Розділ 1.3 Принцип організації спільного прийняття рішень (CDM-A)	20
1.4 Висновок до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ І ПРОБЛЕМИ СИСТЕМИ АЕРОПОРТІВ.....	27
Розділ 2.1 Оцінка сучасного стану пропускної спроможності транспортних систем	27
Розділ 2.2 Аналіз служб аеропортів.....	30
Розділ 2.3 Аналіз пропускної спроможності аеропортів.....	38
2.4 Висновок до розділу 2	40
РОЗДІЛ 3 СЛУЖБИ АЕРОПОРТУ	41
Розділ 3.1 Пропускна здатність аеровокзалів	41
Розділ 3.2 Служби Аеропорту.....	47
Розділ 3.3 Вплив надзвичайні ситуацій аеропорту на пасажиропотік.....	51
3.4 Висновок до розділу 3	52
РОЗДІЛ 4 СПІЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (CDM-A) В	
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ АЕРОПОРТУ.....	53
Розділ 4.1 Базовий концепт CDM-A.....	53
Розділ 4.2 Приклад надзвичайної ситуації	57
Розділ 4.3 Алгоритм визначення оптимального алгоритму дій при надзвичайних ситуаціях на території аеропорту методом експертних оцінок.....	62
4.4 Висновок до розділу 4	80
РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ:.....	81
Розділ 5.1 Автоматизована обробка аеронавігаційних даних великої розмірності.....	81
Вхідні дані	82
Візуалізація траєкторних даних у програмному забезпеченні	84
Інтерполяція траєкторних даних	85
Розрахунок параметрів траєкторії.....	89

5.2 Ефективність системи оптимізації інфраструктури	91
аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM (А- CDM)»	91
5.2.1 Економічна ефективність. Розрахунок економічної ефективності.....	91
5.2.2 Прогнозування попиту на авіаційні перевезення	93
5.3 Висновок до розділу 5:	96
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	97
5.1 Висновки до розділу 5.....	105
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК:	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:	108
ДОДАТКИ:	117

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

A-CDM – (Airport Collaborative Decision Making) - програма спільного прийняття рішень в аеропорту.

Airport Management Solution - Система управління аеропортом (SITA).

CDM – (Collaborative Decision Making) - Спільне прийняття рішення.

GDS – (Global Distribution System) – глобальні розподільчі системи бронювання та продажу авіаквитків та інших супутніх послуг.

IATA – (International Air Transport Association) – Міжнародна асоціація повітряного транспорту.

ICAO – (International Civil Aviation Organization) – Міжнародна організація цивільної авіації.

FAM - (Flight Activation Monitoring) - Процедура моніторингу активації плану польоту.

NMOC - (network management operations centre) - орган менеджера мережі ЄВРОКОНТРОЛЮ, який забезпечує функціонування організації потоків повітряного руху у межах країн - членів Європейської конференції цивільної авіації.

ATC – авіатранспортна система (авіаційна транспортна система).

АНС – Аеронавігаційна система.

УПР – Управління повітряним рухом.

ТТОТ – Цільовий час зльоту.

STW – (Slot Tolerance Windows) - Вікна допуску до слотів.

IFR - (Instrument Flight Rules) – правила польотів за приладами.

НС – надзвичайна ситуація.

НО – наземне обслуговування.

GATE – вихід на посадку у літак.

ATFCM - (air traffic flow and capacity management) - організація потоків повітряного руху та менеджмент пропускної.

CANSO - (Civil Air Navigation Services Organization) - Організація цивільної аеронавігаційної служби є представницьким органом компаній, що забезпечують управління повітряним рухом. Він представляє інтереси постачальників аеронавігаційного обслуговування.

АК SAS - Скандинавські авіалінії.

ДАСУ - Державна авіаційна служба України.

ТОВТ - (Target off-block time) – заданий час блокування колодок

ВСТУП

Повітряні перевезення зараз швидко розвиваються: створюються нові маршрути, щороку впроваджуються нові технології і, як наслідок, кількість зайнятостей в аеропорту та попит на послуги аеронавігації та управління повітряним рухом зростають [1].

У сфері діяльності аеропортів добре відома дилема недостатніх виробничих потужностей для задоволення попиту на авіаперевезення. У якийсь час виникає проблема пропускної здатності, яка впливає на всіх в аеропорту. У цьому випадку можливі два шляхи вирішення питання: будівництво нових промислових об'єктів і технологічних. Однак їх можна використовувати в складній системі, коли існує значний дефіцит пропускної здатності.

Економічно вигідно використовувати наявні потужності перед тим, як інвестувати значні суми грошей у розвиток інфраструктури. Інноваційні технології розроблені та впроваджені для вирішення проблеми. Відповідальним за впровадження нових технологій має бути не одна людина, а аеропорт. Усі оператори, що діють на території, повинні брати участь: як і аеропорт, так і органи обслуговування повітряного руху, у спільному процесі вирішення цих завдань. Єдиний спосіб максимізувати можливості інфраструктурних активів вашого аеропорту без значних капіталовкладень — це програма спільного прийняття рішень. Збільшення пропускної здатності терміналу є вимогливим збільшення навантаження на виробничо-диспетчерську службу аеропорту, а також до аеродромного комплексу. Оптимізувати розклад і усунути затримки рейсів, а також збільшення пропускної здатності та узгодженість дій служб наземного обслуговування ПС з усіма іншими учасників процесу організації повітряного руху, повинні бути реалізовані нові комп'ютерні технології в роботі аеропорту.

Питання оптимізації інформаційної взаємодії є дуже актуальним і вирішальним для ефективного розвитку аеропортів. Про актуальність цієї

проблеми свідчить те, що вона згадується і в Глобальному аеронавігаційному плані на 2013–2028 роки [1].

Компанію, яка надає повітряне сполучення, називають авіакомпанією. Це група осіб, які працюють над спільною метою та мають законне право володіти або використовувати літаки та інші допоміжні об'єкти. Авіакомпанія також виконує весь комплекс організаційних і технологічних завдань, пов'язаних з виконанням транспортних операцій. На організаційну структуру підприємства та демографічний склад працівників, які включають льотний, інженерно-технічний, адміністративний та обслуговуючий персонал, впливає кількість перевезених пасажирів і вантажів. Уявлення про масштаби операцій, здійснюваних авіакомпаніями, дають дані про кількість одиниць ВС, експлуатованих ними як власним парком ВС, так і закуплених по лізингу.

Основними виробничими завданнями авіакомпаній є [2]:

- експлуатація закріплених за ними внутрішніх і міжнародних ліній на основі свідоцтва експлуатанта;
- забезпечення безпеки, регулярності польотів і високої культури обслуговування пасажирів і клієнтури на відповідних авіалініях;
- забезпечення якісного обслуговування авіаційної техніки та наземного обладнання; підготовка кваліфікованих кадрів для польотів як на внутрішніх, так і на міжнародних ВЛ;
- взаємодія різними міністерствами, відомствами і т.д., спрямоване на поліпшення якості обслуговування споживачів ОТ. Авіакомпанія має повітряні судна (власні або орендовані), авіаційний персонал та виробничу базу для організації, виробництва і забезпечення польоті.

Виходячи з поставленої мети можна сформулювати такі завдання даної роботи:

- розглянути основні принципи системи спільного прийняття рішення;
- розглянути приклади роботи спільного прийняття рішення в різних аеропортах світу;

- провести аналіз пасажиропотоку визначених аеропортів України.

РОЗДІЛ 1 СПІЛЬНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ (CDM) ОПИС І АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ СИСТЕМИ

Розділ 1.1 Поняття про спільне прийняття рішень (CDM-A) і системи аеропортів

Ситуація дефіциту виробничих потужностей задоволення попиту авіаперевезення давно відома у сегменті аеропортової діяльності. Кожен аеропорт стикається з дефіцитом пропускної спроможності. Ця проблема має два рішення: будівництво нових виробничих потужностей і технологічні рішення. Економічно доцільно перед вкладенням великих коштів у розвиток інфраструктури максимально використовувати наявні потужності. Це вирішується рахунок розробки та впровадження інноваційних технологій. Питання впровадження нових технологій не повинно лягати лише на плечі аеропорту. Для рішення цього питання для будь-якого аеропорту в нагоду стає CDM-A [3].

Аеропорт (Airport CDM (A-CDM)) має на меті підвищити ефективність і стійкість роботи аеропорту шляхом оптимізації використання ресурсів і підвищення передбачуваності повітряного руху. Це досягається шляхом заохочення партнерів аеропорту (операторів аеропорту, операторів повітряних суден, наземних операторів і диспетчерів) і менеджера мережі до більш прозорі та спільної роботи, обмінюючись відповідною точною та своєчасною інформацією. Він особливо зосереджений на процесах розвороту літака та перед вильотом.

Це також дозволяє обмінюватися точнішою інформацією про виліт, зокрема про цільовий час зльоту, з європейською мережею ATFCM, що сприяє покращенню планування на маршруті та секторах. Для невеликих аеропортів також надаємо більш доступну альтернативну розширену концепцію диспетчерської вежі.

Впровадження CDM в аеропортах тепер визнано в глобальному масштабі (рис.1.1). Взагалі 32 аеропорти в Європі, включаючи Амстердам, Барселону, Бергамо, Берлін, Бранденбург, Брюссель, Копенгаген, Дюссельдорф, Франкфурт, Женева, Гамбург, Гельсінкі, Лісабон, Лондон Хітроу, Ліон, Мадрид, Малага, Мілан Лінате, Мілан Мальпенса, Мюнхен, Неаполь, Ніцца, Осло, Пальма де Майорка, Париж CDG, Париж Орлі, Прага, Рига, Рим Фьюмічіно, Штутгарт, Венеція, Варшава та Цюріх повністю впровадили систему A-CDM. Огляд поточного стану впровадження A-CDM в європейських аеропортах представлено на цій карті. Він також надає деякі відомості про поточні практики A-CDM, якщо вони доступні. Керівник мережі підтвердив цю інформацію після отримання її від аеропортів (рис.1.1).

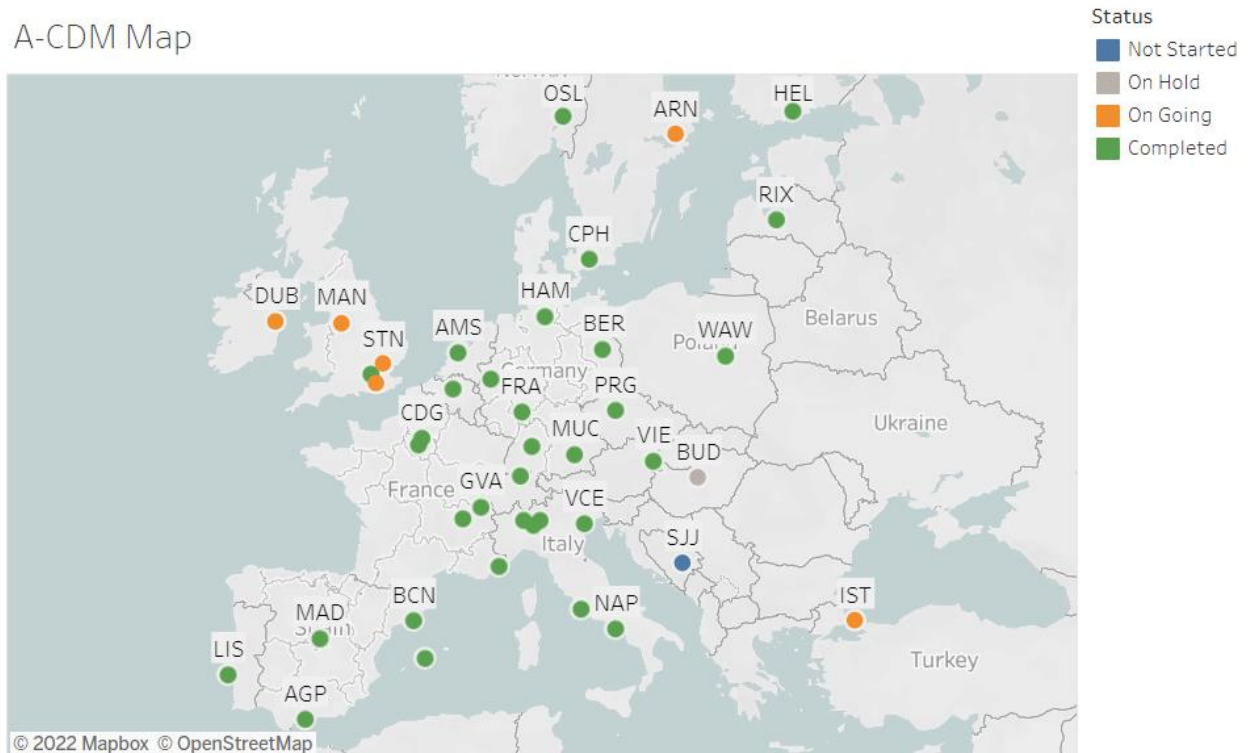


Рисунок 1.1 - Карта роботи CDM-A країн Європи

Ідея Advanced ATC Tower пропонує можливість взаємодії з мережею ATFCM для невеликих аеропортів, де немає підстав для повного впровадження A-CDM. Це робиться шляхом обміну дуже обмеженою підмножиною інформації

A-CDM з мережею. Аеропорти, які хочуть зробити крок до повного A-CDM, також можуть скористатися цією опцією.

Розділ 1.2 Основні функції системи

Розроблена концепція характеризується такими вимогами [3]:

- процес спільного прийняття рішень (CDM) дозволяє всім учасникам процесу приймати які стосуються їх рішення щодо організації повітряного руху (ОРВС), тобто CDM не обмежується якоюсь окремою сферою, наприклад аеропортом або польотами за маршрутом;
- процес CDM буде діяти по відношенню до рішень всіх рівнів, починаючи від довгострокового планування та закінчуючи реальними операціями;
- процес CDM можна застосовувати як активно, так і пасивно, за допомогою спільно узгоджених процедур;
- ефективне управління інформацією та спільне її використання дозволять усім учасникам процесу отримувати інформацію, що надає важливий вплив на рішення інших учасників;
- будь-який учасник процесу може запропонувати варіант рішення (це приносить особливу користь у поєднанні з ефективним запровадженням функції управління інформацією).

Advanced ATC Tower. Найкращий спосіб інтеграції аеропорту в мережу ATM (Advanced ATC Tower)– це впровадження процесу спільного прийняття рішень в аеропорту (A-CDM), як зазначено в Посібнику з впровадження CDM аеропорту [4].

Однак аеропорти, які не планують запроваджувати процес A-CDM, але все ж бажають інтегруватися в мережу ATM, можуть зробити це як Advanced ATC TWR Airport. Такий аеропорт може надавати скорочений набір повідомлень DPI зі зменшеним набором переваг (порівняно з аеропортами CDM).

Advanced ATC TWR Airport надає NMOC оцінки цільового часу зльоту (TTOT), а також змінного часу руління (VTT) і SID. Вони надаються з моменту, коли літак залишає блоки.

Переваги для аеропорту, щоб стати Advanced ATC TWR Airport:

-STOT залежить в момент, коли літак покидає блоки

-IFPS більше не приймає повідомлення про оновлення плану польоту (DLA, CHG) після того, як рейс залишив блоки.

-TWR може отримати переваги від розширених вікон допуску на щілини (STW) для польотів, які потребують видалення зледеніння.

-Моніторинг активації польоту (FAM) базується на часі зльоту, отриманому з аеропорту, що знижує ризик для повідомлень FLS через те, що «не повідомляється як у повітрі», якщо рейс страждає від довшої затримки диспетчера на землі.

Зазвичай не буде жодного впливу на роботу в аеропорту після того, як NMOC запустить повідомлення DPI від Advanced ATC TWR. Повідомлення DPI зазвичай запускаються на основі вже існуючих операційних процедур.

Однак є кілька проблем, про які слід знати:

-АО та агент з обробки, можливо, скорегують свою робочу практику для подання повідомлень DLA або CHG. Вони завжди повинні бути подані до позаблокової події.

-Повернення до місця очікування може призвести до призупинення ATFM (повідомлення FLS), щоб ініціювати АО для оновлення плану польоту.

У рамках підготовки до впровадження обмін даними між NMOC і TWR в аеропортах, швидше за все, доведеться реєструвати в AIP. Це робиться для того, щоб АО були обізнані про вищезазначені вимоги.

На рисунку 1.2 видно, що при використанні, CDM найбільше збільшується пропускна здатність та зменшення витрат палива. Відсоток зменшення витрат та зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище приблизно рівний. Також CDM застосовується для зменшення затримок та більш ефективного використання засобів аеропорту.

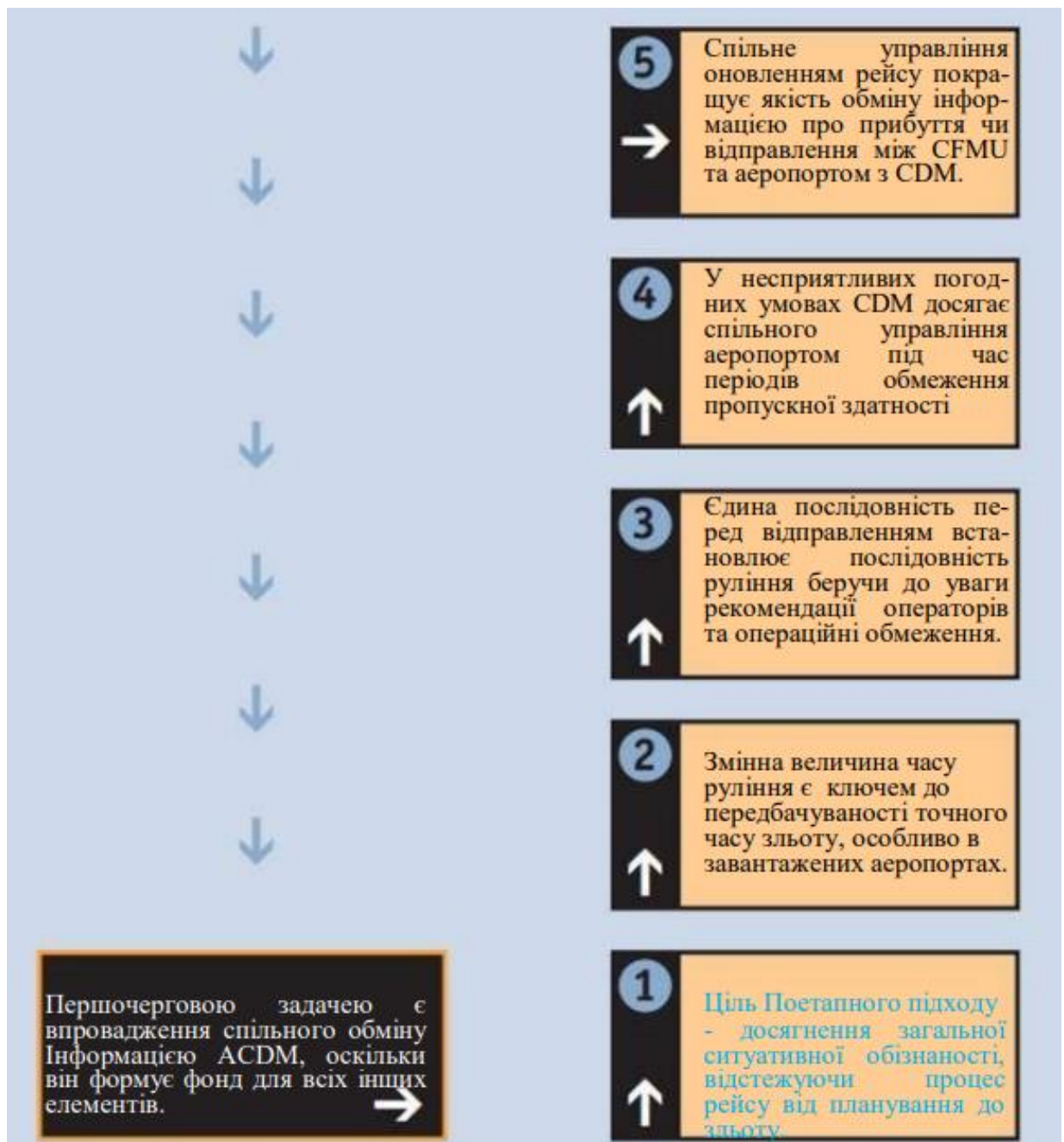


Рисунок 1.2 - Елементи концепції CDM-A

Порівняльна характеристика відображення основних відмінностей між аеропортом, в якому немає CDM та аеропортом із наявною CDM представлена в рисунку 1.3. Після аналізу розбіжностей можна сказати, що вигоди від використання системи Airport CDM досить реальні - збільшення потенційних оборотів ПС при оптимізації пропускнуої спроможності та при зменшенні пропуску слотів.

Порівняльна характеристика аеропорту з/без Airport CDM

Аеропорт без CDM	Аеропорт з CDM
Підлаштування графіків достатнє для статистики пунктуальності, але не для ефективного використання літакового парку.	Авіакомпанії можуть оптимізувати графіки польотів, максимізувати використання флоту і потенційно збільшити число оборотів.
Про короткі затримки (менше 15 хв) не сповіщують. Працівники наземного обслуговування бояться втратити клієнтів у барах чи магазинах. Замість цього вони використовують «буфери» в графіках. Але пізній план рейсу призводить до значних затримок слотів.	З Airport CDM лише введення оновленого заданого часу початку руління може мати значення. Не тільки для цього рейсу, але й для наступного, готового припаркуватися на тому ж (зайнятому) місці.
Плани рейсу існують. Вони можуть бути повторюваними рейсами, поданими шістьма місяцями раніше - і не видалені. Або це може бути один літак з двома планами рейсу за різними маршрутами, що встановлює певні обмеження. Проте ніхто не скасовує 2-й план рейсу.	Плани рейсу прозорі на ранній стадії. Це дозволить заощадити достатню кількість часу для усунення розбіжностей і результат буде більш точним з потенційно меншою кількістю обмежень.
Авіакомпанії не завжди відповідають розподіленім слотам в координованому аеропорту. Пропуск слоту руйнує ефективне планування ресурсів та використання інфраструктури.	Пропуск слотів дуже прозорий. Процес попередження в Аеропорту з Поетапним підходом CDM дає час авіакомпаніям та адміністрації аеропортів для вирішення невідповідностей.

Рисунок 1.3 – Таблиця порівняльної характеристики аеропорту з і без CDM

У деяких аеропортах CDM-подібні процедури вже наявні, хоча можуть мати інші назви. Аналіз прогалин може визначити, де необхідна додаткова інформація або дія. В той же самий аналіз також допоможе визначити, як адаптувати існуючу інформацію і процеси без ускладнення, а також як забезпечити доступ до того, що необхідно.

Розділ 1.3 Принцип організації спільного прийняття рішень (CDM-A)

Аеропорти, особливо що працюють з великим навантаженням, вишуковують додаткові можливості по збільшенню пропускної здатності. На допомогу їм приходять міжнародні організації і асоціації. Зокрема, експериментальної групою Євроконтролю за сприяння АСІ була розроблена і рекомендована до впровадження. Система спільного прийняття рішень в аеропорту [4; 5].

Спільне прийняття рішень в аеропортах (A-CDM) є спільним продуктом 71 АСІ EUROPE, EUROCONTROL, Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA) і Громадянської організації аеронавігаційного обслуговування (CANSO), метою якої є підвищення ефективності роботи всіх операторів аеропортів за рахунок скорочення затримок, підвищення передбачуваності подій в ході польоту і оптимізації використання ресурсів та збільшення пропускної спроможності в аеропортах.

Ця мета повинна бути досягнута за допомогою поліпшеного обміну інформацією в реальному часі між операторами аеропортів, експлуатантами повітряних суден, наземними службами управління повітряним рухом.

Концепція передбачає реалізацію набору операційних процедур та автоматизованих процесів. CDM (Collaborative Decision Making) – система спільного прийняття рішень, яка дає змогу всім учасникам процесу організації повітряного руху брати участь у прийнятті рішень, які стосуються їх інтересів. Дана система застосовується для підвищення узгодженості дій аеропорту, авіакомпаній, хендлінгових компаній, постачальників ПММ та інші (рис.1.4).

CDM працює на основі інтеграції виробничих баз даних партнерів аеропорту і алгоритмі оперативного прийняття рішень при збійних ситуаціях. Застосування CDM дозволяє партнерам поліпшити взаємодію, а також підвищити пропускну здатність у піковий період. CDM забезпечує комплексне відображення статусу всіх аеропортових операцій з урахуванням інформації про рейси, даних про пасажирів та інших параметрів в режимі реального часу. Завчасно, за три-чотири години, система може передбачити можливі збої в

розкладі і визначити, який рейс може бути затриманий, щоб запропонувати рішення, які б забезпечили своєчасний виліт з аеропорту, навіть якщо рейс прибув із затримкою[4; 5].



Рисунок 1.4 - Принцип організації CDM

При наявності точних даних аеропортові служби зможуть оперативно вирішувати виникаючі завдання. З 2012 року внутрішні аеропорти, такі як Пекін і Шанхай, співпрацювали з макетом CDM для організації 73 повітряного руху та почали створювати системи A-CDM для вирішення вузьких місць, пов'язаних з низькою експлуатаційною ефективністю і недостатньою можливістю спільного прийняття рішень у великих аеропортах хабах. Вигоди від впровадження системи CDM отримує кожен учасник повітряного руху (рис. 1.5).

Значними при використанні CDM є також позитивні зміни в екології. Кожна тонна палива використовується нерационально виробляє додатково 3,15 тон

викидів CO₂, що сприяють глобальному потеплінню. Тому Всі шукають «зелені рішення», які впливатимуть на ситуацію вже сьогодні.

Численні ініціативи існують - але лише деякі з них можуть бути негайно впроваджені з прямими екологічними перевагами. Airport CDM є однією з таких ініціатив. Цей факт визнаний IATA, CANSO, ACI Europe і EUROCONTROL в їх «Плані 74 Ефективності Польотів» 2008, який закликає до більш швидкого прийняття Airport CDM.

Основні завдання CDM:

- підвищити прогнозованість;
- поліпшити наявні робочі характеристики;
- знизити витрати на наземне пересування;
- оптимізувати/розширити використання ресурсів для наземного обслуговування;
- оптимізувати/розширити використання місць для стоянки, виходів на посадку та терміналів;
- оптимізувати використання інфраструктури аеропорту та знизити перевантаженість аеропорту;
- знизити рівень неефективного використання слотів;
- систематизувати планування операцій перед відправленням;
- знизити рівень перевантаженості майданчиків для стоянки ПС і руліжної доріжки (рис.1.5).

Ключові концептуальні зміни включають такі рішення: процес здійснення спільних рішень на стратегічному етапі забезпечить оптимізацію використання коштів для отримання максимальної віддачі та буде основою для прогнозованого розподілу і планування; процес колективного прийняття рішень, у міру можливості, на перед тактичному етапі дозволить коректувати використання коштів, розподіл ресурсів, прогнозовані траєкторії, структуризацію повітряного простору та планування часу прибуття / відправлення для аеродрому та району. повітряного простору з метою усунення будь-якого дисбалансу; на тактичному

етапі дії будуть включати динамічну зміну часу прибуття / відправлення для аеродрому і району повітряного простору та коригування розкладу користувачами.



Рисунок 1.5 - Переваги системи CDM для учасників процесу організації повітряного руху.

У комплексі процес CDM може застосовуватися для широкого спектра заходів від стратегічного планування (наприклад, інвестицій в інфраструктуру) і до операцій в реальному масштабі часу [9; 10]. Інформація, яка потребує відображення за допомогою CDM:

- ✓ графіки авіакомпаній та інформація по плануванню польотів; –прогнози, повідомлення про статус та оперативна інформація планування (стенд, виходи на перон, час посадки, час обороту);
- ✓ оповіщення та сигнали тривоги (наприклад, недостатньо часу, щоб завершити оборот);
- ✓ стан аеронавігаційних засобів / систем та погодних умов Важливою частиною інформаційного обміну CDM є «Інтерфейс користувача»

(рис.1.6), який повинен бути побудований навколо узгоджених процесів та процедур за участю всіх партнерів.

The screenshot displays the CDM interface with the following data:

ARRIVALS												
FLT ID	TYPE	REG	From	Delay	Sta	Landing S/E/A	R/W	In block S/E/A	STAND	Term	Link Flt	Remark
AZA236	A321	IBOXJ	LIRN	0	SCH	1725	2FR	1735	2R1	2	AZA237	
BAW317	A319	GEUPV	LFPG	20	PTO	1532	27L	1550	196	4	BAW318	
BMA108	A320	GMDOR	EHAM	-10		1522	2FR	1526	198 X	5	BMA108	
DLH4637	A350	DARAU	EDDF	2		1501	2FR	1508	219 X	2	DLH4638	Medivac
BAW450	A319	GEUPJ	EGCC	-5			27L	1510	177L 120	1	SH190	
UAF1	A380	A6R JL	OMBO	-70			27L			3	UAF2	Tow 512

DEPARTURES														
FLT ID	TYPE	REG	DEST	STAND	SOBT	E/T/A ORT	STS	Delay	CTOT	E/T/A TOT	R/W	ATC Take Off Order	LINK FLT	Remark
AZA237	A321	IBOXU	LIRN	203	1440			0	1450		27R		AZA236	
BAW318	A319	GEUPV	LFPG	456	1520			13	1450		27R		BAW317	
BMA108	A320	GMDOR	EHAM	110	1500			5	1455		27R		BMA107	
DLH4638	A350	DARAU	EDDF	210	1450			0	1500		27R		DLH4637	
BAW450	A319	GEUPJ	EGCC	177L	1450			-8			27L		SH190	
VIR007	A300	GVRDG	KJFK	323	1455		REA	2	1502		27L	2	VIR006	
SAS532	B7X7	OYYOU	EGCH	220	1500		GTC	2	1455		27L	3	SAS531	
ER715	A321	EICPG	ENR	308	1455		BRD	-10		1515	27L	4	ER714	
TIV1991	B738	TCJFE	LTBA	310	1415		GTO	-63	1527	1527	27L		TIV1991	
IBE3174	A320	ECFDB	LEMD	222	1510		GTO	0	1540	1540	27L		IBE3174	
UAF2	A380	A6R JL	OMBO	303	1625		SCH	-20	1635	1700	27L		UAF1	
AJM004	A343	GYJMC	LEBL	315	1655		SCH	0		1715	27L		AJM003	

LAND -27L		DEP -27R	
RVR	RVR	RVR	RVR
TD MP SE	TD MP SE	TD MP SE	TD MP SE
1500 750 800	800 750 1500		

Arrival Capacity	
Current	H+1
42	36

ATIS - H	TEMP
DNH 1007	+15C

AIRPORT NEWS
Taxiway A shut between A6-A7 until 1800Z

Рисунок 1.6 - Інтерфейс користувача CDM

Це не повинно бути складним ІТ-проектом. Це може бути проста веб-платформа, або адаптація існуючої локальної мережі або іншої системи. Досвід показав, що краще, якщо дисплей є однаковим для всіх, але з різним рівнем функціональності, адже, вона може бути доступна навіть для партнерів за межами аеропорту - для надання допомоги в плануванні і аналізі [6; 7]. Платформа може бути адаптована до місцевих потреб та мати вбудовану гнучкість, наприклад для перемикування активності між IATA та ІКАО, 77 сповіщення про буксирування літаків, сповіщення про ремонтні роботи на конкретних територіях аеропорту і так далі. В результаті загальна поінформованість є точною, актуальною та надійною. Система супроводжує потік інформації про кожен етап рейсу (рис.1.7)

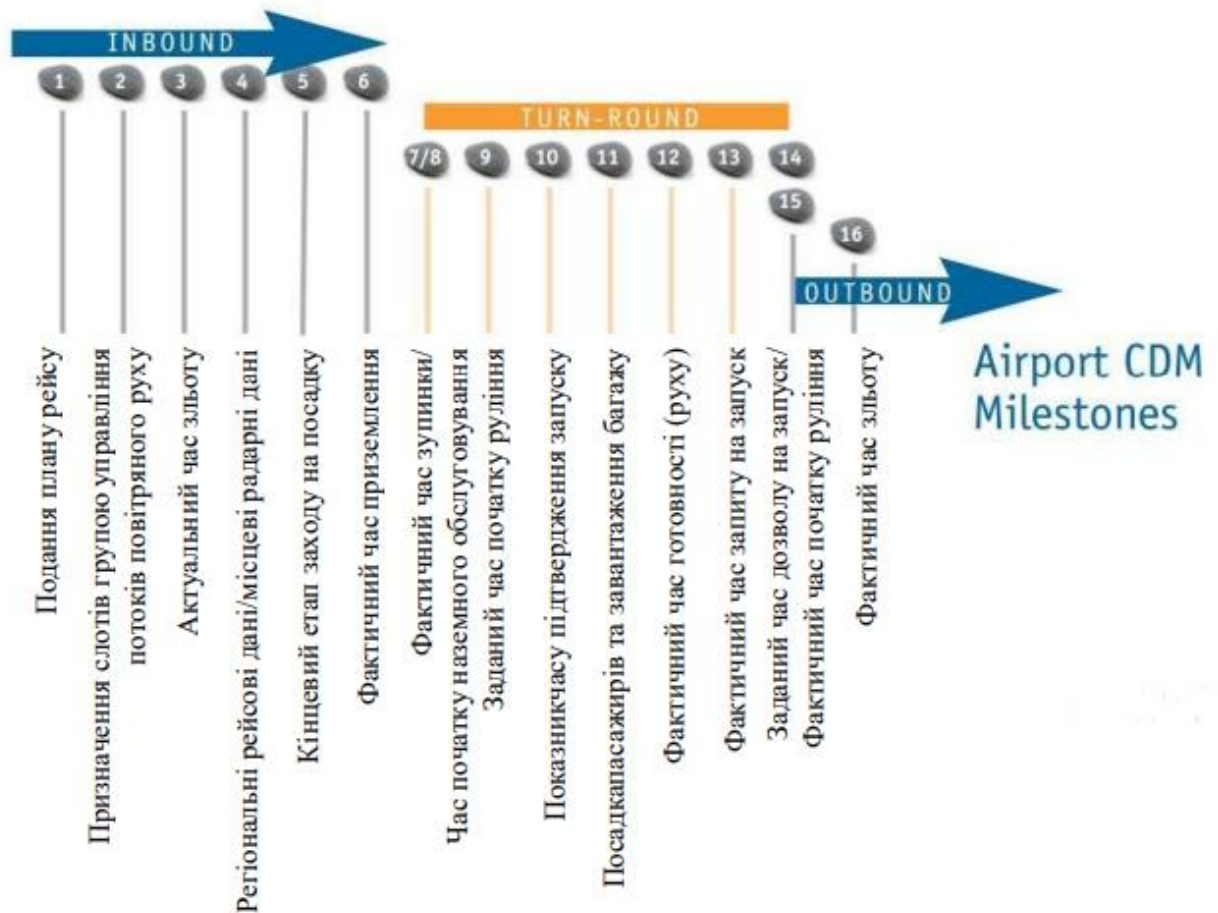


Рисунок 1.7 - 16 етапів Airport CDM

Airport CDM є гнучкою системою і є кілька елементів з Airport CDM, які допомагають впоратися з різними проблемами. Основні етапи Airport CDM: створення загальної ситуативної обізнаності шляхом обміну потрібної інформації в потрібний час з потрібними партнерами; створення загальної інформаційної платформи аеропорту; використання одного загального словникового запасу; розроблення інструментів та процедур, які є прийнятними для всіх партнерів [9; 10].

1.4 Висновок до розділу 1

У даному розділі проаналізовано систему спільного прийняття рішення – CDM.

Система має на меті підвищити ефективність і стійкість роботи аеропорту шляхом оптимізації використання ресурсів і підвищення передбачуваності повітряного руху. Це досягається шляхом заохочення партнерів аеропорту (операторів аеропорту, операторів повітряних суден, наземних операторів і диспетчерів) і Менеджера мережі до більш прозорої та спільної роботи, обмінюючись відповідною точною та своєчасною інформацією. Він особливо зосереджений на процесах розвороту літака та перед вильотом.

CDM працює на основі інтеграції виробничих баз даних партнерів аеропорту і алгоритмі оперативного прийняття рішень при збійних ситуаціях. Застосування CDM дозволяє партнерам поліпшити взаємодію, а також підвищити пропускну здатність у піковий період. CDM забезпечує комплексне відображення статусу всіх аеропортових операцій з урахуванням інформації про рейси, даних про пасажирів та інших параметрів в режимі реального часу.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ І ПРОБЛЕМИ СИСТЕМИ АЕРОПОРТІВ

Розділ 2.1 Оцінка сучасного стану пропускної спроможності транспортних систем

Питання більш ефективного оперативного та стратегічного управління авіаційними фірмами стає все більш актуальним у контексті становлення ринкових відносин. Комп'ютеризація аеропортів і впровадження нових інформаційних технологій дозволяють значно збільшити їх пропускну спроможність і, як наслідок, повний пасажирообіг, а також покращити рівень обслуговування[11; 12; 13]. Крім того, за допомогою інформаційної системи підвищується якість обслуговування пасажирів і літаків. Робота інформаційних служб цивільної авіації надає перевагу оперативності, якості наданих інформаційних послуг і підтримці користувачів.

Роботу інформаційних служб аеропорту можна вивчити, щоб краще зрозуміти організаційні характеристики (наприклад, кількість рівнів і персонал на кожному рівні підтримки) і оцінити, як система реагує на зміни значень ключових параметрів (кількість користувачів системи, інтенсивність запитів тощо). Інструменти комп'ютерного моделювання стають все більш важливими в усьому світі. У галузях промисловості, економіки та технологій існує явна потреба в таких програмних рішеннях. Це явище можна пояснити тим, що здатність підприємства існувати та функціонувати безпосередньо залежить від ефективного використання його ресурсів (технічних, фінансових, і людина). Однак через те, що аналітичне розв'язання проблем, пов'язаних з оптимізацією процесу, займає надто багато часу і часто є неможливим, це явище не можна повністю зрозуміти [16; 18]. Створення моделей організаційної системи не є дуже формально структурованим і потребує унікальної стратегії для кожної ситуації. Один тип організаційної структури, системи масового обслуговування, представляє методи вирішення проблем у формі спрощених моделей. У випадку

таких моделей виникають нездоланні математичні проблеми внаслідок необхідності більш точного імітування процесів у фізичній системі. Спеціальні програмні засоби використовуються для моделювання процесів, особливо в системах масового обслуговування, щоб їх обійти та створити можливості для вивчення відповідних моделей. У результаті стрімкого розвитку інформаційних технологій було створено ряд комп'ютерних засобів, спрямованих на автоматизацію різних аспектів людської поведінки. Про актуальність застосування методів комп'ютерного моделювання свідчить наявність кількох наукових праць з даної тематики. Численні програми часто використовують об'єкти, атрибути, черги та ресурси в структурі моделі. Ви можете створювати моделі, які враховують час, необхідний для виконання функцій, використовуючи універсальне програмне забезпечення для імітаційного моделювання [14; 15]. З розробленою моделлю можна «грати», щоб отримати статистику щодо процесів, які відбуваються так, як це було б у реальності. Події в імітаційній моделі пов'язані зі змінами процесів і даних. Послідовна зміна однієї події на іншу є «прогриванням» моделі. Імітаційні моделі зазвичай створюються для визначення найкращого рішення, коли доступні ресурси обмежені або коли інші математичні моделі надто складні. Одним із основних і найефективніших інструментальних методів дослідження складних процесів і об'єктів різного роду практичної діяльності є комп'ютерне моделювання. Численні практичні проблеми можна вирішити, поєднуючи їх із методами, заснованими на теорії масового обслуговування. Питання більш ефективного оперативного та стратегічного управління авіаційними фірмами стає все більш актуальним у контексті становлення ринкових відносин. Комп'ютеризація аеропортів і впровадження нових інформаційних технологій дозволяють значно збільшити їх пропускну спроможність і, як наслідок, повний пасажиропотік, а також покращити рівень обслуговування.



Рисунок 2.1 - Борт Icelandair обслуговує АК SAS в Гардермоен

Крім того, за допомогою інформаційної системи підвищується якість обслуговування пасажирів і літаків. У роботі інформаційних служб цивільної авіації особлива увага приділяється оперативності, якості надання інформаційних послуг та супроводу користувачів. Суттєві вимоги до обслуговування висувуються наземним обслуговуванням між часом прибуття на вихід і часом відправлення [22; 23; 24]. В наземному обслуговуванні оперативність, ефективність і своєчасність є вирішальними, оскільки вони скорочують час циклу обслуговування в аеропорту(рис 2.1). Операція обробки тим менша, чим коротша. Користуватися послугами зовнішніх агентів або інших АК є більш вигідним для АК з меншим робочим навантаженням або більшими перспективами в певних портах, тому що це зменшує витрати на утримання власного персоналу та активів.

Розділ 2.2 Аналіз служб аеропортів

В авіації наземним обслуговуванням (англ. Aircraft ground handling) є процедури догляду за повітряним судном під час перебування на землі як біля виходу аеропорту, так і на окремих його стоянках. Згідно з наказом ДАСУ наземним забезпеченням вважаються послуги, які необхідні для забезпечення прильоту, вильоту, переміщення, стоянки та обслуговування ПС, обслуговування пасажирів, екіпажів, багажу, пошти, вантажів та забезпечення авіаційних робіт [27; 28]. Більшість авіакомпаній укладають договори наземного обслуговування (хендлінгу) безпосередньо з аеропортами, агентами НО (або хендлінговими агентами) чи навіть з іншими АК. За найскромнішими оцінками ІАТА авіакомпанії здійснюють понад 50 % усіх аутсорсингових операцій НО по всьому світу. Наземне обслуговування накладає значні вимоги до послуг у проміжок часу між прибуттям до гейту і часом відправлення. Оперативність, ефективність та пунктуальність важливі в НО, так як зменшують тривалість циклу обслуговування в аеропорту. Чим коротша хендлінгова операція, тим вона менш витратна. АК з меншим навантаженням чи можливостями в певних портах вигідніше користуватися послугами сторонніх агентів чи служб інших АК, це зменшує витрати на утримання власних працівників та устаткування.

Більшість наземних операцій прямо не пов'язані із здійсненням польоту. Основні задачі наземного обслуговування розглядаються далі:

- Перонний сервіс
- Супровід ПС на та з місця стоянки (маршалінг),
- Буксирування
- Евакуація санітарних стоків
- Заправлення технічною водою (непитна, для туалетів)
- Кондиціонування
- Запускання двигунів
- Розвантаження багажу на транспортерах та візках

- Доставка багажу в зал видачі
- Обслуговування багажу по терміналу
- Обробка харчових вантажів
- Заправлення паливом
- Наземне електропостачання
- Пасажирські сходи або телетрап
- Підйомники для інвалідних візків
- Зовнішнє гідравлічне живлення
- Протиожеледна обробка
- Наземне обслуговування

Наземне адміністрування в аеропорту (Ground administration at the airport) – послуги екіпажам, представникам авіакомпаній, представництвам та іншим суб'єктам в офісному обслуговуванні, зв'язку, взаєморозрахунках та інших послугах, пов'язаних із взаємодією в аеропорту (діяльність, яка забезпечує організацію та координацію процесу наземного обслуговування, замовлення послуг з наземного обслуговування, контроль за дотриманням технологічного графіку наземного обслуговування, виконання представницьких функцій, взаємодія з центральними органами влади від імені авіаперевізника [33; 35].

Забезпечення обслуговування пасажирів та багажу (Passenger and baggage handling) – діяльність, яка забезпечує реєстрацію та оформлення пасажирів, багажу на авіарейс та їх обслуговування в терміналах аеропорту.

Реєстрація пасажирів та оформлення багажу (passenger check-in and baggage facilities) – діяльність, яка забезпечує реєстрацію пасажирів та оформлення багажу на авіарейс, забезпечує видачу кожному пасажирові посадкового талону, наявність на багажу багажної ідентифікаційної бирки, перевірку відповідних документів у пасажирів.



Рисунок 2.2. - Робота агента обслуговування пасажирів

Обслуговування пасажирів на приліт/виліт (passenger services for arrival and departure) – діяльність, яка забезпечує обслуговування усіх категорій пасажирів та їх багажу в терміналі аеропорту на виліт, приліт, в тому числі транзитних/трансферних пасажирів, обслуговування втраченого багажу, знайденого та пошкодженого багажу [37; 38].

3) обробка багажу в сортувальній зоні (Baggage handling in sorting area) – діяльність, яка забезпечує комплектування та сортування багажу на авіарейс відповідно до напрямків, категорій, відповідно даних багажних бирок, класів обслуговування пасажирів та пунктів трансферу, обробка багажу за допомогою автоматизованої системи обробки багажу.



Рисунок 2.3. - Заправка літака

Обслуговування на пероні та місцях стоянок ПС (Ground handling on ramp and parking stands) – діяльність, яка забезпечує обслуговування ПС на пероні та місцях стоянок по прильоту та перед вильотом, включає наступні види наземного обслуговування:

- 1) маршалінг ПС (marshalling) – діяльність, яка забезпечує зарулювання/вирулювання ПС на/з місця стоянки та комунікацію з екіпажем за допомогою стандартизованих сигналів;
- 2) паркування ПС (parking) – діяльність, яка забезпечує встановлення/прибирання колодок та конусів безпеки після/перед зарулювання/вирулювання ПС на/з місця стоянки;
- 3) зв'язок між місцем стоянки та кабіною екіпажу (ramp to flight deck communication) – діяльність, яка забезпечує зв'язок між наземним персоналом та кабіною екіпажу під час наземного обслуговування за допомогою спеціальної гарнітури;
- 4) обслуговування ПС з використанням наземного джерела електроживлення (ground power unit operations);

- 5) обслуговування ПС з використанням пристрою обігріву та охолодження (cooling and heating operations);
- 6) обслуговування ПС з використанням спецтехніки для обслуговування туалетів (toilet services operations);
- 7) обслуговування ПС з використанням спецтехніки для обслуговування систем водопостачання (water services operations)
- 8) обслуговування ПС з використанням установки повітряного запуску двигуна (air start unit operations);
- 9) обслуговування ПС з використанням установки зарядки стислим азотом (inflat gaseous oxygen operations);
- 10) обслуговування ПС з використанням установки заправки киснем (inflat nitrogen operations).
- 11) встановлення трапу/авіамоста (passengers stairs/air bridges) – діяльність, яка забезпечує встановлення/прибирання трапу до/від ПС, управління авіамостами з метою забезпечення посадки/висадки на борт ПС пасажирів та членів екіпажу;
- 12) транспортування та завантаження/розвантаження багажу, вантажу/пошти (ramp transportation and loading/unloading of luggage, cargo/mail) – діяльність, яка забезпечує транспортування багажу, вантажу/пошти між пасажирськими, вантажними та поштовими терміналами та ПС, завантаження/розвантаження багажу, вантажу/пошти з/до ПС.
- 13) буксирування ПС (towing of aircraft) – діяльність, яка забезпечує не самохідне зарулювання/вирулювання ПС на/з місця стоянки, та не самохідне переміщення ПС в межах льотного поля.
- 14) послуги з прибирання ПС: внутрішнє прибирання ПС (internal cleaning);
- 15) послуги з прибирання ПС: зовнішня мийка ПС (external cleaning);
- 16) протикригова обробка ПС (aircraft de-icing/anti-icing) – діяльність, яка забезпечує зняття з поверхні ПС обледеніння, обробка поверхні ПС

протикриговою рідиною, яка попереджує утворення обледеніння, перевірка стану поверхні ПС після протикригової обробки, зберігання протикригової рідини:

- протикригова обробка (de-icing/anti-icing);
- фінальна перевірка протикригової обробки (final check)

- 17) транспортування пасажирів від/до ПС (passenger transportation to/from aircraft) – діяльність, яка забезпечує перевезення пасажирів від/до ПС до/від терміналу, організація та контроль руху пасажирів, які йдуть пішки від /до ПС до/від терміналу.
- 18) постачання бортового харчування (catering services) – діяльність, яка забезпечує транспортування бортового харчування та його завантаження/розвантаження до/з ПС.
- 19) центрування та контроль завантаження ПС (Weight and balance and load control) – діяльність, яка забезпечує розрахунок ваги та центрування ПС, підготовка відповідної документації, контроль завантаження ПС, передачу відповідної інформації, статусних повідомлень зацікавленим сторонам.

Забезпечення обслуговування вантажів та пошти (Cargo and mail handling) – діяльність, яка забезпечує прийняття на зберігання, складське обслуговування, комплектування вантажу/пошти, які відправляються або надійшли повітряним транспортом, транспортування та завантаження/розвантаження вантажу/пошти до/з ПС, оформлення, обробка відповідної вантажно – супровідної документації:

- 1) складське обслуговування вантажу/пошти (cargo/mail warehouse handling) – діяльність, яка забезпечує прийняття на зберігання (до перевезення) вантажу/пошти, забезпечення зберігання відповідно до характеру вантажу, ведення обліку вантажу, оформлення, обробка відповідної вантажно-супровідної документації, видача вантажу для комплектування на авіарейс, прийняття на зберігання вантажу/пошти, які надійшли повітряним транспортом, інформування про статус вантажу вантажовідправників/вантажодержувачів та авіаційних перевізників.

- 2) комплектування/розкомплектування вантажу/пошти (built-up/breakdown of cargo/mail) – діяльність, яка забезпечує комплектування вантажу/пошти, які відправляються навалом або в СЗП з урахуванням характеру вантажу, центрування ПС, вимог авіаційних перевізників відповідно до вантажно-супровідної документації, розкомплектування вантажу/пошти, які надійшли повітряним транспортом та передача їх на зберігання.
- 3) транспортування та завантаження/розвантаження вантажу/пошти з/до ПС (ramp transportation and loading/unloading of luggage, cargo/mail to from AC) – діяльність, яка забезпечує транспортування вантажу/пошти між вантажними, поштовими терміналами та ПС, завантаження/розвантаження вантажу/пошти з/до ПС.



Рисунок 2.4. - Процес руління літака авіакомпанії Wizz Air на виліт

Авіапаливозабезпечення авіаційних перевезень і робіт (Air transportation provision by aviation fuel) – діяльність, яка забезпечує:

- 1) приймання, зберігання, підготовка до видачі, видача в паливозаправні засоби авіаційне паливо, авіаційне паливо з протитоксикаційної

присадкою та авіаційним бензином (acceptance, storage, preparation for delivery, delivery to fueling truck and equipment of aviation fuel, aviation fuel including with uncrystallized additives and avgas);

- 2) заправлення ПС авіаційним паливом, авіаційним паливом з противодокристалізаційної присадкою, та/або авіаційним бензином, забезпечення контролю якості авіаційного палива, та/або авіаційного бензину на всіх етапах, оформлення та перевірка відповідної документації (aircraft fueling with aviation fuel, aviation fuel including with uncrystallized additives and avgas).

Розділ 2.3 Аналіз пропускної спроможності аеропортів

Для аналізу я наведу статистику з трьох українських аеропортів:

- Київ;
- Бориспіль;
- Харків;



Рисунок 2.5 - Графік пасажиропотоку аеропорту Київ(Жуляни)

2014	6890,4 ^[14]	▼ 13 %
2015	7277,1 ^[14]	▲ 5,6 %
2016	8650,0 ^[14]	▲ 18,9 %
2017	10554,8 ^[14]	▲ 22,1 %
2018	12603,3 ^[14]	▲ 19,4 %
2019	15260,3 ^[14]	▲ 21,1 %
2020	5160,0 ^[15]	▼ 66,2 %
2021	9433,0 ^[2]	▲ 82 %

Рисунок 2.6 - Графік пасажиропотоку аеропорту Бориспіль

2014	437 500	▼ 27,7 %
2015	373 600	▼ 14,6 %
2016	599 700	▲ 60,5 %
2017	806 200 ^[9]	▲ 34,4 %
2018	962 500 ^[10]	▲ 19,0 %
2019	1 340 000	▲ 39,2 %
2020	659 300 ^[11]	▼ 50,8 %

Рисунок 2.7 - Графік пасажиропотоку аеропорту Харків

В цих трьох аеропортах після 2014 року і до часу початку пандемії коронавірусу Covid-19 помітне збільшення статистики пасажиропотоку, хоча система CDM-A присутня лише в аеропорту Бориспіль.

Самі значення в процентному співвідношенні майже рівні тому, що по розміру і авіакомпаніям, Бориспіль найбільший із 3 наведених. І саме із-за системи CDM-A, ми маємо такі значення.

2.4 Висновок до розділу 2

У цьому розділі проаналізовано інформаційні системи аеропортів, додаткову комп'ютерну організації і автоматизацію цієї системи. Після аналізу, навів опис кожної із служб аеропорту від входу до посадки в літак:

- Перонний сервіс
- Супровід ПС на та з місця стоянки (маршалінг),
- Буксирування
- Евакуація санітарних стоків
- Заправлення технічною водою (непитна, для туалетів)
- Кондиціонування
- Запускання двигунів
- Розвантаження багажу на транспортерах та візках
- Доставка багажу в зал видачі
- Обслуговування багажу по терміналу
- Обробка харчових вантажів
- Заправлення паливом
- Наземне електропостачання
- Пасажирські сходи або телетрап
- Підйомники для інвалідних візків
- Зовнішнє гідравлічне живлення
- Протипожеводна обробка.

РОЗДІЛ 3 СЛУЖБИ АЕРОПОРТУ

Розділ 3.1 Пропускна здатність аеровокзалів

Однією з небагатьох видів діяльності в авіаційній галузі, де служби аеропортів, підрозділи авіакомпаній і незалежні підрядники працюють разом, є наземне обслуговування в аеропортах. Те, як налаштовано наземне обслуговування, впливає на багато факторів, включаючи пропускну здатність аеропорту, безпеку польотів і регулярність вильотів літаків. Звичайно, кожна авіакомпанія, яка серйозно ставиться до своєї репутації, усвідомлює, наскільки відповідальна робота з пасажирями на землі [16; 17].

Аеропорт - комплекс споруд, що включає в себе аеродром, аеровокзал, інші споруди, призначений для прийому і відправлення повітряних суден, обслуговування повітряних перевезень і має для цих цілей необхідні обладнання, авіаційний персонал та інших працівників.

За пропускну здатності і одноразової місткості аеровокзали класифікуються на малі, середні, великі і великі. (рис 3.1).

Вокзали	Аеровокзали	
	в аеропортах	міські
	Розрахункова пропускна спроможність будівлі. пас / год	
Малі	До 400	До 200
Середні	Св. 400 до 1500	Св. 200 до 600
Великі	Св. 1500	Св. 600
	до 2000	до 1000
Великі	Св. 2000	Понад 1000

Рисунок 3.1. – Таблиця класифікації аеровокзалів

При розрахунку пропускну спроможності аеропорту, яка визначається як максимальне число обслуговуваних літаків протягом однієї години, використовуються методи теорії черг і досліджується послідовність черг, рух яких визначається числом обслуговуючих центрів (ВПП) та характеристиками послуг, що надаються [14; 15]. Простий аналогією цієї моделі є черга за

авіаквитками, в якій кожна угода займає кінцевий проміжок часу. Кількість квитків, що продаються за фіксований час, можна збільшити або збільшуючи кількість черг (касирів), або скорочуючи час обслуговування клієнта. Точно так само пропускну здатність аеропорту можна збільшити, збільшуючи число ВПП або скорочуючи час, необхідний для зльоту або посадки одного літака, шляхом поліпшення роботи служби управління повітряним рухом.

Для визначення пропускну спроможності аеропорту використовуються методи математичного моделювання на ЕОМ. У математичній моделі роботи аеропорту кожен літак рухається в черзі у відповідності з деяким зводом правил надання стандартних послуг, що визначають швидкість руху черги. Подібно продажу квитків, число літаків, які очікують своєї черги, залежить як від запланованих операцій, так і від випадкових обставин. Правила обслуговування (і, отже, час обслуговування) кожного літака складним чином залежать також від правил управління повітряним рухом, які відносяться як до пристрою аеропорту, так і до літаків. Розрахунок пропускну спроможності аеропорту виконується на комп'ютерах за допомогою спеціальних математичних моделей, які можуть відображати взаємодії закономірних і випадкових впливів, існуючих в реальній роботі аеропорту. Використовуючи ці моделі, аналітик може оцінити з високою точністю пропускну спроможність аеропорту [24; 25].

Аеропорти є важливими регіональними вузлами, де збираються послуги. У результаті вони пропонують механізм гарантування безпеки людей у літаках. Завдяки скоординованим зусиллям більших служб аеропорти по всьому світу вирішують ці завдання.

Територія та територія аеропорту належить до компетенції керівництва аеропорту. Він забезпечує аеровокзали та інші наземні засоби для обслуговування авіапасажирів, створює умови для безпечного зльоту і посадки повітряних суден (наприклад, очищення злітно-посадкової смуги від снігу або інших перешкод, утримання аварійних бригад і аварійного освітлення), забезпечує утримання повітряних суден на стоянці регулює рух на території

аеродрому, проводить технічне обслуговування будівель і магістралей, встановлює освітлення та інші засоби безпеки.

Співробітники авіакомпаній надають інформацію щодо оформлення квитків на літак, прийому та видачі багажу, допомагають пасажиром у зонах очікування, контролюють їх переміщення в будівлях аеровокзалів. Технічна відповідність повітряних суден авіакомпанії правилам, дотримання стандартів технічного обслуговування та експлуатації повітряних суден, оплата витрат на безпеку, кваліфікація інженерного персоналу та екіпажів, а також взаємодія з національними службами управління повітряним рухом – все це обов'язки авіакомпанії.

Ці послуги також гарантують працездатність управління повітряним рухом, радіозв'язку з літаками, метеорологічного обслуговування польотів і навігаційного обладнання (включаючи автоматизовані системи посадки, що використовуються в умовах недостатньої видимості).

Використання додаткових послуг багатьма приватними авіакомпаніями включає надання автомобілів напрокат, багажників, ресторанне обслуговування тощо [19; 20].

Платні і безкоштовні послуги, що надаються пасажиром в аеропорту. В аеропортах послуг пасажиром надається комплекс деякий. В аеровокзалах, в залежності від класу аеропорту, обладнуються: зали реєстрації, зали очікування, кімнати матері та дитини, каси, довідкове бюро, камери схову, а також ресторани, буфети, торговельні кіоски, перукарні, поштово-телеграфні відділення. В аеропортах, розташованих на значній відстані від населених пунктів, організуються готелі та інші приміщення для відпочинку транзитних пасажирів. У містах, на курортах і у великих населених пунктах організуються каси для продажу квітів. В окремих містах для обслуговування пасажирів організуються міські аеровокзали.

Перевізник безкоштовно надає пасажиром наступні послуги: доставляє багаж з аеровокзалу до повітряного судна і назад, а також виробляє навантаження (вивантаження) багажу в повітряне судно; надає кімнати

відпочинку, кімнати матері та дитини, а також місце в готелі при перерві в перевезенні з вини перевізника або при вимушеній затримці повітряного судна в дорозі; доставляє автотранспорт від аеропорту до готелю і назад в тих випадках, коли готель надається безкоштовно; доставляє автотранспорт з аеропорту вимушеної посадки в найближчий аеропорт, який не є для пасажирів аеропортом призначення; іншого на зберігання речей при вимушеній затримці повітряних суден; надає під час польоту харчування за нормами і в порядку, встановленому МГА; інформує про рух повітряних суден, вартість перевезення, інші умови використання повітряного транспорту, а також про рух ресурсів наземного транспорту між містом і аеропортом [12; 13].

Перевізник не видає усних і письмових довідок окремим громадянам про виліт та приліт пасажирів, про продані їм квитки, а також письмових довідок про наявність місця. Довідки видані лише за офіційними запитами підприємств, установ, організацій, якщо порушення зафіксовано нещасним випадком, затримкою вильоту, та з інших причин, визнаним перевізником поважними.

При оформленні на рейс пасажир повинен мати при собі такі документи: квиток, паспорт або інший документ, що засвідчує особу, а також документи, що засвідчують особливі умови перевезення (медичний висновок, ветеринарний сертифікат, доручення на дитину від одного (чи обох батьків) , нотаріально завірений дозвіл на вивезення дитини за кордон, документи, що дають право на носіння зброї та ін.) [28; 29].

Реєстрація квитків та оформлення багажу починається за 1 годину 30 хвилин (на ТУ-134, ТУ-154, Як-42), або за 1 годину (на Як-40, АН-24, МІ-8, Л-410) до часу вильоту рейсу. Закінчується реєстрація за 40 хвилин до вильоту, створеного у вашій квітці. Час у квітку вказується місцевий. Пасажири, які запізнилися на реєстрацію чи посадку в літак, до польоту не допускаються.

Перевізник має право відмовитися від перевезення:

- Якщо це необхідно для забезпечення безпеки та здоров'я пасажирів;

- З метою запобігання порушенню відповідних законів, постанов, правил та приписів державних органів будь-якої країни, на території, з території або через територію якої здійснюється перевезення;
- У зв'язку з відмовою пасажирів виконуються вимоги правил, інструкцій і вказівок перевізника;
- У зв'язку з хворобою пасажирів, якщо його стан здоров'я створює небезпеку для самого хворого або оточуючих;
- Коли пасажир має неправильно оформлені документи;

При відмові пасажирів від огляду:

- особам, що створює небезпеку чи здатним завдати шкоди іншим особам чи їх власності;
- Пасажирів, яка перебуває в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- Пасажирів, дії якого порушують встановлені правила використання повітряним транспортом.

Довжина шляху пасажирів з відкритого перону в будь-якому напрямку не повинна перевищувати 50 метрів (від зони очікування вильоту в аеровокзалі до автобуса, від автобуса до літака і т.п.).

Стійки реєстрації пасажирів на широкофюзеляжних і вузькофюзеляжних повітряних суднах мають бути відкритими не пізніше ніж за 2 години до вильоту.

Час фактичної реєстрації пасажирів не повинен перевищувати 2 хвилини. Час закінчення реєстрації для передачі відомостей про пасажирів і багаж диспетчера служби організації перевезення закінчується не пізніше ніж за 40 хвилин до часу вильоту на широкофюзеляжних літаках і за 30 хвилин - на вузькофюзеляжних.

Час закриття стійкої реєстрації - за 20 хвилин до розрахункового часу вильоту рейсу. Під час реєстрації повинні бути враховані та підтверджені всі спеціальні запити, зроблені пасажиром при бронюванні.

Організація обслуговування пасажирів у "збійних ситуаціях" та за масові затримки. З 2005 року на території ЄС набули чинності оновлені правила пасажирських авіаперевезень. У разі затримки або скасування рейсу з вини авіакомпанії пасажирам подається не лише пропуск на інший рейс, але і грошова компенсація. Це нововведення може обернутися серйозним ударом по бюджету авіакомпаній. Згідно зі статистикою, в Європі від подібного роду непорозумінь щорічно щорічно близько 250 тис. чоловік. Нові правила, найімовірніше, позначаються на роботі не тільки великих концернів, а й таких популярних сьогодні авіакомпаній-дискаунтів і чартерних рейсів. Відповідно до планів європейських транспортних чиновників у перспективі авіакомпаній реально нести фінансову відповідальність і за зміни в розкладі [38].

Розділ 3.2 Служби Аеропорту

У даному розділі наведу повну характеристику служб обслуговування, яку проходить пасажир від самого входу в термінал аеропорту до виходу на трап літака.

Для цього візьму аеропорт «Київ»(Жуляни).



Рисунок 3.2. - Аеропорт «Київ» термінал А

З самого початку пасажир повинен прибути в аеропорт за 3-4 години до вильоту. Раніше цей час був менше, а саме 2 години, але із-за Covid -19, правила реєстрації і отримання квитка змінилися.

Кожен пасажир повинен пройти контроль на температурний режим, агентом служби охорони, після чого йому дозволяється пройти в термінал.

Другий крок кожного пасажера полягає в тому, щоб знайти потрібні стійки реєстрації для отримання квитку (boarding pass) (Рис.3.3).



Рисунок 3.3. - Вид boarding pass авіакомпанії Wizz Air

Агент пасажирського обслуговування, після перевірки всіх документів, а саме дозволу на в'їзд в країну слідування, наявних документів про Covid -19, забирає валізи, які пасажир здає в багажний відсік і видає квиток з штрих кодом.

Виданий квиток дозволяє пасажирові пройти на контроль авіаційної безпеки і огляд речей, яких він бере з собою на борт літака.



Рисунок 3.4. - Приклад роботи служби авіаційної безпеки(САБ)

Далі іде проходження прикордонного і митного контролю (Рис.3.5).



Рисунок 3.5. - Зони прикордонного контролю в аеропорту "Київ"

Після завершення проходження всіх пунктів контролю пасажир потрапляє в зону очікування, де має знайти свій вихід (GATE) на літак (Рис.3.6).



Рисунок 3.6. - Ефективність розширення території аеропорту «Київ»

25 травня 2017 року в аеропорту «Київ» був закінчений ремонт, який представляв собою реконструкцію ЗПС та збільшення території та інфраструктури терміналу А (Рис.3.7).

Ця реконструкція привнесла нові робочі місця і нові можливості для обслуговування більшої кількості пасажирів одночасно. Внаслідок цього декілька авіакомпаній зайняли цей аеропорт і використовують його як свій основний, як для стоянки літаків так і для їх часткового обслуговування.

Перед початком ремонту пасажиропотік був 1.800.000 пасажирів за 2017 рік, а після переобладнання показник виріс майже до 3.000.000 пасажирів за 2018 рік.



Рисунок 3.7. - Фото нового терміналу

Розділ 3.3 Вплив надзвичайні ситуацій аеропорту на пасажиропотік

Надзвичайні ситуації на території аеропорту – це не від’ємна складова його функціоналу, яка регулюється введенням нових правил, наборами дій для вирішення або запобігання їх.

Людський фактор є невід’ємною частиною будь-якої служби в авіації, навіть наземної. В свою чергу, кожен хто працює в авіації повинен мати критичне мислення і максимальну швидкодію в різних ситуаціях.

На приклад можу навести роботу агентів пасажирського обслуговування. Кожен пасажир з яким агент контактує має свої проблеми, які, в свою чергу, агент має максимально швидко вирішити, щоб не зменшувати чи затримувати пасажиропотік.

Різні рейси різних авіакомпаній потребують різну кількість агентів обслуговування. Все залежить від заброньованих місць на рейсі.

У часи Covid -19, в аеропорту «Київ» (Жуляни) було прийнято рішення про об’єднання декількох рейсів в декілька різних стоек реєстрації із-за збільшення нових маршрутів слідування і також збільшення пакету документів для перевірки одним агентом. Наприклад для обслуговування 5 відкритих рейсів авіакомпанії «Wizz Air» відкривається 6 стоек реєстрації: 2 для пріоритетних пасажирів і 4 для звичайних. Кожен з рейсів має приблизно від 150 до 220 пасажирів.

Тема диплому полягає у тому, щоб ввести CDM-A до аеропорту «Київ» і покращити пасажиропотік, прийняттям спільного рішення та підвищенням узгоджених дій персоналу аеропорту. Тому я наведу приклад надзвичайної ситуації, проаналізувавши порядок дій для вирішення її, переводячи це в числове значення.

3.4 Висновок до розділу 3

У третьому розділі детально описав про всі ділянки контролю, які проходить пасажир, з якими труднощами може зіштовхнутися. Також навів приклади роботи різних компаній, які обслуговують пасажирів, склав повний аналіз роботи кожної служби.

Навів приклади НС, щоб ввести CDM-A до аеропорту «Київ» і покращити пасажиропотік, прийняттям спільного рішення та підвищенням узгоджених дій персоналу аеропорту. Тому наведу приклад надзвичайної ситуації, проаналізувавши порядок дій для вирішення її, переводячи це в числове значення.

РОЗДІЛ 4 СПІЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (CDM-A) В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ АЕРОПОРТУ

Розділ 4.1 Базовий концепт CDM-A

Що таке A-CDM? A-CDM – це принципово новий підхід до взаємодії учасників процесу виконання польотів в аеропорту: оператора аеропорту, авіакомпаній, органу ОВС, обслуговуючих компаній, органу планування та координування використання повітряного простору та організації потоків повітряного руху.

Існує думка, що впровадження A-CDM полягає в інтеграції існуючих інформаційних систем учасників процесу в єдину платформу для ефективного та своєчасного обміну актуальною інформацією між усіма заінтересованими сторонами. Частково це так, але це лише вершина айсбергу. В основі впровадження A-CDM лежить розробка єдиних процедур та технологій взаємодії учасників процесу. Це стає можливим через поетапну реалізацію шести ключових елементів A-CDM, кожен з яких відіграє важливу роль для досягнення кінцевого результату, при цьому процес впровадження даних елементів вимагає консолідації зусиль усіх його учасників [17; 18].

Базові елементи концепції A-CDM:

- «Обмін інформацією» забезпечує обмін актуальними даними, пов'язаними з підготовкою рейсу до відправлення між усіма залученими до процесу A-CDM сторонами за допомогою створеної єдиної інформаційної платформи A-CDM.
- «Поетапний підхід» розбиває процес «зліт рейсу з аеропорту відправлення – прибуття ВС до аеропорту A-CDM – підготовка рейсу до відправлення – зліт ВС з аеропорту A-CDM» на ключові етапи. Використання такого підходу дозволяє всім залученим до процесу A-CDM сторонам здійснювати моніторинг процесу виконання польоту

та своєчасно реагувати на зміни. На основі поетапного підходу визначається ряд ключових елементів, таких як заданий час відправлення з місця стоянки (TOBT), заданий час отримання дозволу на запуск двигунів (TSAT) та заданий час зльоту (TTOT).

- «Змінюється час рулювання» використовується замість стандартного часу рулювання (однакового для всіх ПС) і визначається з урахуванням таких факторів як тип ПС, його льотно-технічні характеристики, час буксирування з місця стоянки, маршрут рулювання, курс зльоту/посадки, пропускна спроможність елементів льотного поля та ін. Даний час використовується як для прибуваючих, так і ПС, що вилітають. Воно дозволяє підвищити точність розрахункових та заданих ключових часів, а отже, оптимізувати ресурси всіх партнерів по A-CDM.
- «Формування черговості відправлення ПС» передбачає перехід від принципу «перший прийшов – перший обслужений» до принципу «краще спланований – краще обслужений», згідно з яким оптимальна черговість відправлення ВС визначається з урахуванням повітряної, метеорологічної та аеронавігаційної обстановки, що склалася.
- «Спільне прийняття рішень у несприятливих умовах» забезпечує ефективне виконання польотів у періоди, коли пропускна спроможність аеропорту обмежена (складні метеоумови, дія обмежень тощо).
- «Оновлена інформація про політ» полягає в обміні інформацією про прибуття та відправлення ПС між аеропортом та регіональним органом планування потоків повітряного руху. Це забезпечує підвищення ефективності планування та координування використання повітряного простору та можливість управління пропускною спроможністю як на користь аеропорту, так і органів ОПР.

Варто наголосити, що використання А-СДМ не може здійснюватися «під копірку». Воно має ґрунтуватися на оцінці поточних обмежень кожного конкретного аеропорту та наявних ресурсів учасників процесу.

Тема моєї дипломної роботи – СДМ-А – це система для забезпечення належної взаємодії між різними службами аеропорту, визнаний як новий метод прийняття рішень тому, що такої системи в аеропорту «Київ» (Жуляни) не було впроваджено до сих пір [23; 24].

Для вивчення цього питання було проаналізовано декілька джерел інформаційних правил, для того як правильно діяти в критичних ситуаціях в авіації. Якщо взяти до уваги всі авіаційні надзвичайні події, то 80% з них є наслідком людського фактору.

Коли надзвичайна ситуація виникає під час роботи різних служб наземного обслуговування, вона відзначається неповнотою та неоднозначністю інформації, прийняття рішень відбувається в умовах жорстких часових обмежень та сильної психологічної атаки, що є однією з причин порушень адекватного прийняття рішення. За таких обставин вам потрібно продумати щодо ваших наступних рішень більше, ніж у типовій ситуації робочого стану, щоб знайти оптимальний варіант для вирішення.

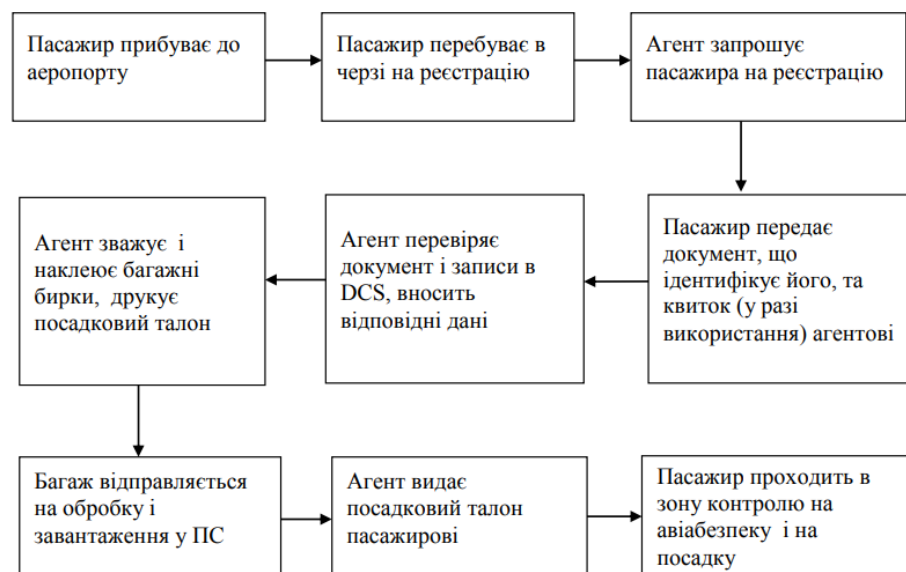


Рисунок 4.1. – Схема послідовності процедури реєстрації пасажи́ра

Створення моделей прийняття аварійних рішень є важливим для розвитку сучасних систем підтримки прийняття рішень (СППР). Слід створити систему підтримки для надання допомоги агентам обслуговування у складних (надзвичайних) обставинах. Для кожної обставини необхідно розробити кілька окремих процесів оцінки ситуації і ризиків.

Розділ 4.2 Приклад надзвичайної ситуації

Надзвичайна ситуація в аеропорту – це та ситуація, яка за собою несе затримку вильоту літака, або повну відміну рейсу. У цих ситуаціях має бути максимально швидке прийняття рішення і оперативне реагування всіх служб обслуговування, а саме правильне виконання своїх обов'язків на робочому місці.

Наведу приклад замінування аеропорту. За останні роки проблема замінування громадських та режимних об'єктів виросла в десятки разів. На кожному важливому для інфраструктури місці скупчення людей наявні плани евакуації або правила поведінки при такому випадку.

В аеропорті «Київ» (Жуляни) перший контакт з пасажирями літака, вступає агент пасажирського обслуговування, який знаходиться на стійках реєстрації.

Кожен з агентів має знати як себе поводити при замінуванні і має виконати певний порядок дій, для запобігання жертв.

На початку 2022 року була спроба замінування аеропорту:

15.01.2022 на пошту служби авіаційної безпеки аеропорту «Київ» (Жуляни), надійшов лист про замінування аеропорту і вказанні реквізити для отримання викупу, за інформацію про розташування бомби.

З самого початку агент САБ(служба авіаційної безпеки) сповістив старшого АПО (агент пасажирського обслуговування) про зупинку реєстрації пасажирів командою STOP CHECK-IN.

Команда STOP CHECK-IN запускає собою декілька дій:

1. Старший АПО сповіщає всіх агентів на всіх стійках про зупинку реєстрації із-за замінування.
2. В свою чергу агенти відводять пасажирів на безпечну відстань від стійок реєстрації(як правило то це 1.5-2 метри)
3. Старший АПО сповіщає прикордонників про замінування і закриває другий поверх на вхід новий пасажирів.

Після оголошення STOP CHECK-IN у зв'язку з замінуванням, деякі агенти закривають багажні стрічки, збирають розхідники зі стійок і відносять до кабінету Старшого АПО. Це все відбувається за 3-5 хв.

Старший АПО сповіщає про розподіл всіх наявних на змінні агентів на дві групи, для успішної евакуації пасажирів із терміналу:

- Перша група агентів прямує на другий поверх до прикордонників;
- Друга група залишається на першому поверсі і починає проводити людей на привокзальну площу;

До того як перша група добіжить до другого поверху старший АПО, сповіщає прикордонників, щоб вони згуртували всіх людей хто там знаходився, біля одного з виходів на перон.

Після прибуття першої групи на поверх, вони по рації викликають COBUS(спеціальний автобус для доставки пасажирів по території перону) до відповідного GATE (вихід на посадку).

По прибутті COBUS агенти починають евакуацію по 80 чоловік в один автобус. Після чого водій відвозить усіх на безпечну відстань на пероні. Агенти і прикордонники евакуюються в останню чергу.

Друга група виводить людей на привокзальну площу і відводить на безпечну відстань від входу в термінал.

В цей час приїжджає поліція з саперами і починають огляд терміналу.

Рекомендації:

- ✓ Видавати кожному агенту рації при заступанні на зміну для передачі інформації швидше, ніж по телефону;
- ✓ Встановити на кожній стійці реєстрації шухляду з замком, щоб в екстреній ситуації можна було сховати розхідники, а не вертатися в кабінет і втрачати час;
- ✓ Сповіщувати плани евакуації і дії при замінуванні агентам, стажуються для збільшення активних людей, які можуть допомогти в евакуації;

Примітка: у службі пасажирського обслуговування завжди велика плінність кадрів, тому до кожного агента, який стажується має бути прикріплений агент з досвідом роботи і реагування в таких ситуаціях.

Надзвичайна ситуація зі здоров'ям пасажирів. Одна з найбільшій проблем з обслуговуванням пасажирів є те, що всі люди різні і у кожного можуть бути свої проблеми зі здоров'ям, із-за яких переліт даного пасажирів може бути не можливим.

Для аналізу цієї ситуації наведу приклади дій персоналу аеропорту при надзвичайній ситуації зв'язаній з здоров'ям пасажирів.

У аеропорті «Київ» (Жуляни) є багато місць і пунктів контролю, яких пасажир має пройти для того щоб полетіти. На кожному із місць контролю є свій набір правил для того, щоб реанімувати пасажирів чи просто надати першу допомогу.

Якщо агент побачив, що пасажирів стало зле в залі очікування першого поверху потрібно:

1. Сповістити старшого АПО, щоб він викликав медичну допомогу аеропорту.
2. Агент має спробувати дізнатися, що відбулося і проаналізувавши інформацію надати першу медичну допомогу.
3. Якщо агент розуміє, людина помирає він має право взяти мобільний дефібрилятор, який знаходиться у критичних точках аеропорту і спробувати реанімувати постраждалого.
4. Після чого агент має залишитися на місці і чекати на прихід медичної допомоги.

Якщо агент побачив, що пасажирів стало зле в залі очікування другого поверху потрібно:

1. Набрати номер медичної служби аеропорту передати інформацію про точне своє знаходження.
2. Повідомити про випадок старшому агенту.

3. Постаратися надати першу медичну допомогу, якщо вдалося встановити із-за чого пасажиру стало погано.
4. Після чого агент має залишитися на місці і чекати на прихід медичної допомоги.

Коли медична служба аеропорту закінчить огляд і реанімацію пасажира, вона повинна винести вирок щодо можливості перельоту цього пасажиру. Агент повинен сповістити про результат огляду старшого агента.

Старший агент в свою чергу сповіщає начальника зміни і з ним узгоджує, що робити з даним пасажиром. Остаточне рішення приймає начальник зміни.

Одні із останніх робочих днів аеропорту «Київ» (Жуляни) була надзвичайна ситуація з пасажиром:

20.01.2022 року агенти реєстрації проводили посадку на рейс до Німеччини, Франкфурт авіакомпанії Wizz Air.

Gate для посадки пасажирів на рейс починається за 40 хвилин до вильоту. Посадку і перевірку ручної поклажі пасажирів на виході зазвичай проводять 2 агенти пасажирського обслуговування в супроводі одного прикордонника, який додатково перевіряє документи у разі необхідності.

Посадка на цей рейс почалась о 10.20, виліт мав відбутися в 11.00.

Десь о 10.40 майже всі пасажири були посаженні і залишилося приблизно 10% людей, які були заброньовані на рейс.

О 10.42 сталася неприємна ситуація: один із пасажирів втратив свідомість і упав на підлогу серед черги.

Один із агентів віддав команду другому про продовження посадки на рейс, а сам набрав номер медичної служби і повідомив про ситуацію, що сталася з пасажиром. Другий агент реєстрації сповістив старшого агента про випадок.

О 10.45 Другий агент пасажирського обслуговування закінчив посадку всіх наявних пасажирів біля виходу і в цей же час медичні працівники прибули до пасажира.

Якщо слідувати правилам пасажирського обслуговування потрібно передавати LMS(last man standing) інформацію про пасажирів, які залишились на виході.

Другим агентом було передано старшому агенту, що на виході залишилась одна людина, яка до сих пір не прийшла до свідомості. Старший агент передав інформацію про це начальнику зміни. Начальник зміни прийняв рішення щодо цього пасажира, і віддав наказ агентам зняти його з рейсу.

Примітка: пасажир на цей час прийняття рішення приходи до тями, коли його питали, що саме сталося він розказав, що напередодні добре напився з друзями і не спавши прийшов до аеропорту. Саме на цьому фоні йому стало зле.

О 10.46 другий агент передав списки пілоту і посадка закінчилася.

Рекомендації:

- ✓ Встановити одного медпрацівника в вигляді парамедика, для ще швидшого реагування на надзвичайні випадки зі здоров'ям пасажирів.
- ✓ Збільшити час на посадку до літаку до 1 години.
- ✓ Можна було постаратися знайти медика серед пасажирів і постаратися привести в свідомість пасажира, трохи раніше.

Розділ 4.3 Алгоритм визначення оптимального алгоритму дій при надзвичайних ситуаціях на території аеропорту методом експертних оцінок

Для початку розберемо ситуацію з сповіщенням про замінування терміналу.

Визначимо алгоритм вирішення проблеми:

1. Ознайомлення з надзвичайною ситуацією.
2. Алгоритм дій.
3. Мережевий графік.
4. Визначення критичного часу.

Складаємо такий алгоритм дій для ситуації:

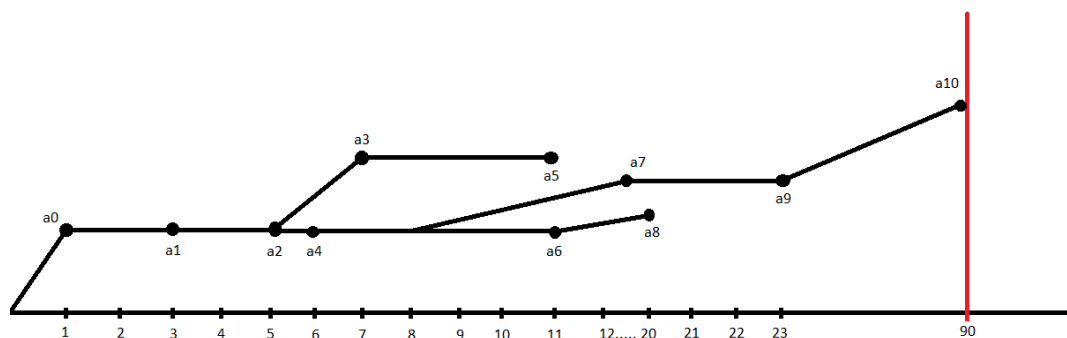
№	Опис
1.	Сповіщення про бомбу
2.	Сповіщення старшого АПО
3.	Сповіщення агентів про STOP-CHECK IN
4.	Забезпечення агентами безпечної відстані пасажирів від стійок реєстрації
5.	Сповіщення прикордонників страхом АПО
6.	Закриття всіх багажних стрічок і збирання розхідників
7.	Розподіл агентів на 2 групи
8.	Збирання всіх людей на другому поверсі прикордонниками
9.	Початок евакуації на першому поверсі
10.	Евакуація людей з другого поверху
11.	Перевірка терміналу саперами

Таблиця алгоритму дій.

З цих даних складаємо структурно-часову таблицю:

№	Дія	Спирається на	Час, хв
1.	a0	-	1
2.	a1	a0	3
3.	a2	a2	2
4.	a3	-	2
5.	a4	-	1
6.	a5	-	4
7.	a6	a4, a5	4
8.	a7	-	10
9.	a8	-	10
10.	a9	-	5
11.	a10	a8, a9	90

Таблиця структурно часового аналізу.



Графік 4.1 – мережевий графік часу.

Аналізуючи графік можна визначити критичний час: a0, a1, a2, a4, a5, a7, a9, a10. $T_{кр} = 90$ хв

Прийняття рішення в умовах ризику:

1. Формування набору альтернативних рішень $\{A\}$:

$$\{A\} = \{A_1 \cup A_{A2} \cup \{A_{3,4}\}\} = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\},$$

де A_1 – альтернативне рішення агент Служби безпеки знайшов бомбу A_1 ;

A_2 – альтернативне рішення бомба знаходилась біля стійок реєстрації A_2 ;

$\{A_{3,4}\}$ – повідомлення про бомбу надіслали по Email та пасажир сповістив про бомбу;

2. Формування сукупності факторів $\{\lambda\}$, що впливають на рішення у разі проведення алгоритму дій при евакуації:

$$\{\lambda\} = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j, \dots, \lambda_m,$$

де λ_1 – швидкість передачі інформації службою безпеки;

λ_2 – кількість прикордонників;

λ_3 – наявність рацій у агентів на стійках;

λ_4 – наявна кількість агентів на стійках;

λ_5 – кількість наявних пасажирів в аеропорту;

λ_6 – кількість вільних COBUS(автобусів) на пероні;

3. Формування набору можливих результатів $\{U\}$, що впливають на альтернативне рішення при різних випадках:

$$\{U\} = U_{11}, U_{12}, \dots, U_{ij}, \dots, U_{nm},$$

де U_{ij} – можливі результати, які були визначені методом експертних оцінок за рейтинговими шкалами відповідно до нормативних актів.

4.Формування матриці рішення

Альтернативні рішення		Фактори, що впливають на прийняття рішення					
		λ_1	λ_2	...	λ_j	...	λ_m
A1	A	u_{11}	u_{12}	...	u_{1j}	...	u_{1n}
A2	A	u_{21}	u_{22}	...	u_{2j}	...	u_{2n}
A3	A	u_{i1}	u_{i2}	...	u_{ij}	...	u_{in}
A4	A	u_{m1}	u_{m2}	...	u_{mj}	...	u_{mn}

Максимальна швидкість здійснення дій при евакуації здійснюється методами прийняття рішень в умовах невизначеності.

Вибір критерію прийняття рішень в умовах невизначеності проводиться відповідно до даного випадку та включає:

- а) критерій Вальда (В);
- б) критерій Лапласа (Л);
- в) критерій Гурвіца (Г);
- г) критерій Севіджа (С).

Альтернативні Рішення		Фактори, що впливають на прийняття рішення					
		швидкість передачі інформації службою	кількість прикордонників	наявність рацій у агентів на стійках	наявна кількість агентів на стійках	кількість наявних пасажирів в аеропорту	кількість вільних COBUS(автобусів) на пероні
A1	A	U11	U12	U13	U14	U15	U16
A2	A	U21	U22	U23	U24	U25	U26
A3	A	U31	U32	U33	U34	U35	U36
A4	A	U41	U42	U43	U44	U45	U46

Критерій Вальда заснований на принципі «консервативного ставлення» і застосовується, якщо необхідно знайти гарантоване рішення у випадку знаходження бомби. Він базується на обережній поведінці людини, яка приймає рішення, і зводиться до вибору найкращих альтернатив з гірших.

Найкраще рішення для критерію Вальда визначається правилом:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.1)$$

Критерій Лапласа базується на принципі «недостатньої причини»:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.2)$$

Критерій Гурвіца використовує коефіцієнт песимізму-оптимізму α ($0 < \alpha < 1$):

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \alpha \max_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) + (1 - \alpha) \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.3)$$

Оптимальне рішення для критерію Севіджа можна знайти, використовуючи матрицю “жалю”. У разі виграшу елементи матриці «жалю» $r_{ij}(A_i, B_j)$ визначаються як різниця між максимальним значенням U_{ij} в рядку та іншими значеннями в рядку:

$$r_{ij}(A_i, B_j) = \Delta = \max_{A_i} u_{ij}(A_i, B_j) - u_{ij}(A_i, B_j) \quad (4.4)$$

Після цього за допомогою матриці “жалю” за принципом min-max визначаються мінімальні відхилення:

$$A^* = \min_{B_j} \max_{A_i} r_{ij}(A_i, B_j) \quad (4.5)$$

Альтернативні Рішення		Фактори, що впливають на прийняття рішення					
		швидкість передачі інформації	кількість прикордонників	наявність рацій у агентів на стійках	наявна кількість агентів на стійках	кількість наявних пасажирів в	кількість вільних COBUS(автобусів)
A1	Агент Служби безпеки знайшов бомбу	3	4	1	1	3	10
A2	Бомба знаходилась біля стійок реєстрації	10	10	10	10	10	3
A3	Повідомлення про бомбу надіслали по Email	9	10	9	5	5	5

Продовження матриці:

A4	Пасажир сповістив про бомбу	8	5	5	8	10	2
----	-----------------------------------	---	---	---	---	----	---

Матриця можливих результатів рішень із параметрами.

Критерій Вальда

Використовуючи критерій Вальда кожна дія оцінюється за найгіршим станом для цієї дії і найоптимальнішою є та, яка призводить до найкращого з найгірших станів. Даний критерій використовує оціночну функцію, що відповідає позиції крайньої «обережності». Оптимальне рішення за критерієм Вальда визначається за максимінним правилом, забезпечує гарантійний результат і повністю виключає ризик.

Отримане рішення дає гарантований результат – найкраще рішення з найгірших альтернатив,

$$A^*i = \max \min_j \{U_{ij}\} = \max \{A1, A2, A3, A4\} = \max \{1, 2, 5, 6, 4, 5\} = A^*3 = 5,$$

$$\text{де } A^*1 = \min \{3, 4, 1, 1, 3, 10\} = 1;$$

$$A^*2 = \min \{10, 10, 10, 10, 10, 3\} = 3;$$

$$A^*3 = \min \{9, 10, 9, 5, 5, 5\} = 5;$$

$$A^*4 = \min \{8, 5, 5, 10, 2\} = 2;$$

Критерій Лапласа

Цей критерій застосовується у випадках, якщо людина часто приймає рішення або якщо всі фактори вважаються рівними. Критерій Лапласа є критерієм недостатнього обґрунтування, тобто коли ризик мінімальний. Оптимальне рішення в даному випадку визначається за правилом:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n u_{ij}(A_i, B_j) \right\} = \max \left\{ \frac{3+4+1+1+3+10}{6}, \frac{10+10+10+10+10+3}{6}, \frac{9+10+9+5+5+5}{6}, \frac{8+5+5+8+10+2}{6} \right\} = \max \{3,67; 8,83; 7,16; 6,33\} = 8,83 = A^*2,$$

де $n = 6$ – кількість факторів, що впливають порядок дій;

Критерій Севіджа

Один із критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності. Умовами невизначеності вважається ситуація, коли наслідки прийнятих рішень невідомі, і можна лише їх оцінити. Для ухвалення рішення використовуються різні критерії, завдання яких – знайти найкраще рішення, що максимізує можливий прибуток і мінімізує можливий збиток.

Оптимальне рішення за критерієм Севіджа визначаємо за наступним правилом:

$$A^* = \min \max r_{ij}, \text{ де матриця втрат : } r_{ij} = \max u_{ij} - u_{ij}.$$

Якщо група осіб, які приймають рішення, не вибере найкращий спосіб дій, тобто прийме певний ризик, ми отримаємо нову матрицю втрат. Щоб досягти цього, ми повинні спочатку ідентифікувати найбільший елемент $\max_j u$ у кожному рядку та відняти від нього всі інші компоненти. Ризик – це вимірювання суперечливої природи багатьох потенційних наслідків використання певної тактики.

Побудуємо матрицю:

$$r_{11} = 10 - 3 = 7; r_{21} = 10 - 10 = 0; r_{31} = 10 - 9 = 1; r_{41} = 10 - 8 = 2;$$

$$r_{12} = 10 - 4 = 6; r_{22} = 10 - 10 = 0; r_{32} = 10 - 10 = 0; r_{42} = 10 - 5 = 5;$$

$$r_{13} = 10 - 1 = 9; r_{23} = 10 - 10 = 0; r_{33} = 10 - 9 = 1; r_{43} = 10 - 5 = 5;$$

$$r_{14} = 10 - 1 = 9; r_{24} = 10 - 10 = 0; r_{34} = 10 - 5 = 5; r_{44} = 10 - 8 = 2;$$

$$r_{15} = 10 - 3 = 7; r_{25} = 10 - 10 = 0; r_{35} = 10 - 5 = 5; r_{45} = 10 - 10 = 0;$$

$$r_{16} = 10 - 10 = 0; r_{26} = 10 - 3 = 7; r_{36} = 10 - 5 = 5; r_{46} = 10 - 2 = 8;$$

		Фактори, що впливають на прийняття рішення						Критерій Севіджа $\min \max r_{ij} (a_i; \lambda_j)$
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	
Стратегії	A1	7	6	9	9	7	0	9
	A2	0	0	0	0	0	7	7
	A3	1	0	1	5	5	5	5
	A4	2	5	5	2	0	8	8

Матриця Севіджа.

Відповідно до критерію Севіджа оптимальне рішення для алгоритму:

$A^* = \min \max r_{ij} = \min \{9, 7, 5, 8\} = 5$ – A3 – повідомлення про бомбу надіслане по Email;

Критерій Гурвіца

Оптимальне рішення за даним критерієм визначаємо за наступним правилом:

$$A^* = \max a_i \{ \alpha \max \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} + (1 - \alpha) \min \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} \}$$

Якщо людина, яка приймає рішення вибирає нейтральний варіант, тобто ні песимістичний, ні оптимістичний, тоді коефіцієнт α вважається рівним 0.5.

Вибираємо коефіцієнт оптимізму-песимізму $\alpha = 0.5$, тоді:

$$A^* = \max a_i \{ 0,5 \max \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} + (1 - 0,5) \min \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} \}$$

Оптимальними стратегіями для $\alpha = 0.5$ будуть:

$$A1 = \{ 0,5 \max \{ 3,4,1,1,3,10 \} + (1-0,5) \min \{ 3,4,1,1,3,10 \} \} = 5.5 ;$$

$$A2 = \{ 0,5 \max \{ 10,10,10,10,10,3 \} + (1-0,5) \min \{ 10,10,10,10,10,3 \} \} = \{ 0,5*10 + 0,5*3 \} = 6.5 ;$$

$$A3 = \{ 0,5 \max \{ 9,10,9,5,5,5 \} + (1-0,5) \min \{ 9,10,9,5,5,5 \} \} = \{ 0,5*10 + 0,5*5 \} = 7,5 ;$$

$$A4 = \{ 0,5 \max \{ 8,5,5,10,2 \} + (1-0,5) \min \{ 8,5,5,10,2 \} \} = \{ 0,5*10 + 0,5*2 \} = 6$$

Згідно з розрахунками оптимальне рішення за критерієм Гурвіца:

$A^* = \max \{ 5,5; 6,5; 7,5; 6 \} = 7,5$ – A3 – повідомлення про бомбу надіслали по Email.

Отже, результати оптимального прийняття рішень дали такі результати, щодо найефективнішого альтернативного рішення, коли буде виконуватися алгоритм евакуації в зв'язку з замінуванням терміналу:

за критерієм Вальда – повідомлення про бомбу надіслали по Email;

за критерієм Лапласа – бомба знаходилась біля стійок реєстрації;

за критерієм Севіджа – повідомлення про бомбу надіслали по Email;

за критерієм Гурвіца – повідомлення про бомбу надіслали по Email

Розберемо ще одну ситуацію коли пасажиру стало зле при посадці.

Алгоритм вирішення проблеми у нас буде такий же, як і при замінуванні:

1. Ознайомлення з надзвичайною ситуацією.
2. Алгоритм дій.
3. Мережевий графік.
4. Визначення критичного часу.

№	Опис
1.	Перевірка обладнання на GATE(вихід на посадку)
2.	Сповіднення про початок посадки
3.	Початок посадки
4.	Посадка і перевірка ручної поклажі
5.	Втрата свідомості одного із пасажирів
6.	Виклик першим агентом медпрацівників
7.	Сповіднення старшого АПО про інцидент
8.	Прибуття медиків
9.	Огляд пасажирів і допомога
10.	Рішення начальника зміни стосовно пасажирів
11.	Передача списків пасажирів і закінчення посадки

Таблиця алгоритму дій.

З цих даних складаємо структурно-часову таблицю:

№	Дія	Спирається на	Час,хв	
1.	a0	Перевірка обладнання на GATE(вихід на посадку)	-	5
2.	a1	Сповіщення про початок посадки	a0	1
3.	a2	Початок посадки	-	5
4.	a3	Посадка і перевірка ручної поклажі	-	30
5.	a4	Втрата свідомості одного із пасажирів	-	1
6.	a5	Виклик першим агентом медпрацівників	-	1
7.	a6	Сповіщення старшого АПО про інцидент	-	1
8.	a7	Прибуття медиків	a5	5
9.	a8	Огляд пасажирів і допомога	a7	5
10.	a9	Рішення начальника зміни стосовно пасажирів	a8	2
11.	a10	Передача списків пасажирів і закінчення посадки	a9	1

Таблиця структурно часового аналізу.

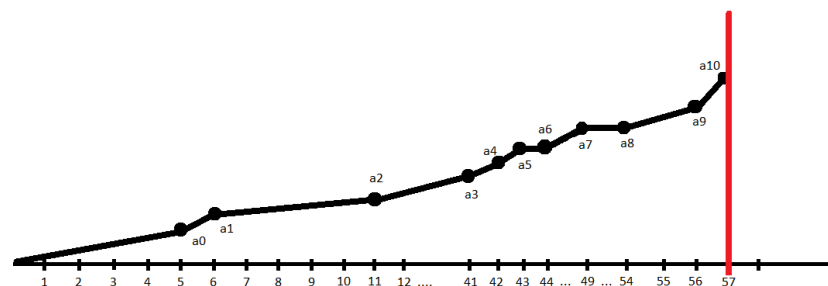


Рисунок 4.2 – Мережевий графік.

Аналізуючи графік можна визначити критичний час: a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8, a9, a10. $T_{кр} = 57$ хв

Прийняття рішення в умовах ризику:

1. Формування набору альтернативних рішень $\{A\}$:

$$\{A\} = \{A_1 \cup A_{A2} \cup \{A_{3,4}\}\} = \{A1, A2, \dots, Ai, \dots, An\},$$

де A_1 – альтернативне рішення допомога постраждалому на місці;

A_2 – альтернативне рішення пасажир звернеться до лікаря;

A_3 – альтернативне рішення виклик швидкої до терміналу;

A_4 – альтернативне рішення допомога іншого пасажиря;

2. Формування сукупності факторів $\{\lambda\}$, що впливають на рішення у разі огляду і допомоги :

$$\{\lambda\} = \lambda1, \lambda2, \dots, \lambdaj, \dots, \lambdam,$$

де $\lambda1$ – стан хворого пасажиря;

$\lambda2$ – наявність медпункту в терміналі аеропорту;

$\lambda3$ – наявність лікарів;

$\lambda4$ – швидкість знаходження хворого;

$\lambda5$ – швидкість реагування агентів ПО;

3. Формування набору можливих результатів $\{U\}$, що впливають на альтернативне рішення при різних випадках:

$$\{U\} = U11, U12, \dots, Uij, \dots, Unm ,$$

де Uij – можливі результати, які були визначені методом експертних оцінок за рейтинговими шкалами відповідно до нормативних актів.

4.Формування матриці рішення

Альтернативні рішення		Фактори, що впливають на прийняття рішення					
		λ_1	λ_2	...	λ_j	...	λ_m
A1	A	u11	u12	...	u1j	...	u1n
A2	A	u21	u22	...	u2j	...	u2n
A3	A	ui1	ui2	...	uij	...	uin
A4	A	um1	um2	...	umj	...	umn

Матриця рішення.

Максимальна швидкість здійснення дій при допомозі постраждалому здійснюється методами прийняття рішень в умовах невизначеності.

Вибір критерію прийняття рішень в умовах невизначеності проводиться відповідно до випадку постраждалого та включає:

- а) критерій Вальда (В);
- б) критерій Лапласа (Л);
- в) критерій Гурвіца (Г);
- г) критерій Севіджа (С).

Альтернативні рішення	Фактори, що впливають на прийняття рішення				
	стан хворого пасажира	наявність медпункту в терміналі аеропорту	наявність лікарів	швидкість знаходження хворого	швидкість реагування агентів ПО
A1	U11	U12	U13	U14	U15

Продовження таблиці альтернативних рішень:

A2	U21	U22	U23	U24	U25
A3	U31	U32	U33	U34	U35
A4	U41	U42	U43	U44	U45

Таблиця альтернативних рішень.

Критерій Вальда заснований на принципі «консервативного ставлення» і застосовується, якщо необхідно знайти гарантоване рішення у випадку знаходження пасажера без свідомості. Він базується на обережній поведінці людини, яка приймає рішення, і зводиться до вибору найкращих альтернатив з гірших. Найкраще рішення для критерію Вальда визначається правилом:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.1)$$

Критерій Лапласа базується на принципі «недостатньої причини»:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.2)$$

Критерій Гурвіца використовує коефіцієнт песимізму-оптимізму α ($0 < \alpha < 1$):

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \alpha \max_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) + (1 - \alpha) \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (4.3)$$

Оптимальне рішення для критерію Севіджа можна знайти, використовуючи матрицю «жалю». У разі виграшу елементи матриці «жалю» r_{ij} (A_i, B_j) визначаються як різниця між максимальним значенням U_{ij} в рядку та іншими значеннями в рядку:

$$r_{ij}(A_i, B_j) = \Delta = \max_{A_i} u_{ij}(A_i, B_j) - u_{ij}(A_i, B_j) \quad (4.4)$$

Альтернативні Рішення		Фактори, що впливають на прийняття рішення				
		стан хворого пасажира	наявність медпункту в	наявність лікарів	швидкість знаходження хворого	швидкість реагування агентів ПО
A1	допомога постраждалому на місці	10	7	5	7	8
A2	пасажир звернеться до лікаря	5	10	10	9	9
A3	виклик швидкої до терміналу	3	5	6	10	4
A4	допомога іншого пасажира	6	8	4	8	10

Матриця можливих результатів рішень із параметрами.

Критерій Вальда

Використовуючи критерій Вальда кожна дія оцінюється за найгіршим станом для цієї дії і найоптимальнішою є та, яка призводить до найкращого з найгірших станів. Даний критерій використовує оціночну функцію, що відповідає позиції крайньої «обережності». Оптимальне рішення за критерієм Вальда визначається за максиміним правилом, забезпечує гарантійний результат і повністю виключає ризик.

Отримане рішення дає гарантований результат – найкраще рішення з найгірших альтернатив:

$$A^*i = \max \min_j \{U_{ij}\} = \max \{A_1, A_2, A_3, A_4\} = \max \{1, 2, 5, 6, 4, 5\} = A^*3 = 3,$$

$$\text{де } A^*1 = \min \{10, 7, 5, 7, 8\} = 5;$$

$$A^*2 = \min \{5, 10, 10, 9, 9\} = 5;$$

$$A^*3 = \min \{3, 5, 6, 10, 4\} = 3;$$

$$A^*4 = \min \{6, 8, 4, 8, 10\} = 4;$$

Критерій Лапласа

Цей критерій застосовується у випадках, якщо людина часто приймає рішення або якщо всі фактори вважаються рівними. Критерій Лапласа є критерієм недостатнього обґрунтування, тобто коли ризик мінімальний. Оптимальне рішення в даному випадку визначається за правилом:

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n u_{ij}(A_i, B_j) \right\} = \max \left\{ \frac{10+7+5+7+8}{5}, \frac{5+10+10+9+9}{5}, \frac{3+5+6+10+4}{5}, \frac{6+8+4+8+10}{5} \right\} = \max \{7,4; 8,6; 5,6; 7,2\} = 8,6 = A^*2,$$

де $n = 5$ – кількість факторів, що впливають порядок дій;

Критерій Севіджа

Один із критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності. Умовами невизначеності вважається ситуація, коли наслідки прийнятих рішень невідомі, і можна лише їх оцінити. Для ухвалення рішення використовуються різні критерії, завдання яких – знайти найкраще рішення, що максимізує можливий прибуток і мінімізує можливий збиток.

Оптимальне рішення за критерієм Севіджа визначаємо за наступним правилом:

$$A^* = \min \max r_{ij}, \text{ де матриця втрат : } r_{ij} = \max u_{ij} - u_{ij}.$$

Якщо група осіб, які приймають рішення, не вибере найкращий спосіб дій, тобто прийме певний ризик, ми отримаємо нову матрицю втрат. Щоб досягти цього, ми повинні спочатку ідентифікувати найбільший елемент $\max_j u_{ij}$ у кожному рядку та відняти від нього всі інші компоненти. Ризик – це вимірювання суперечливої природи багатьох потенційних наслідків використання певної тактики.

Побудуємо матрицю:

$$r_{11} = 10 - 10 = 0; r_{21} = 10 - 5 = 5; r_{31} = 10 - 3 = 7; r_{41} = 10 - 6 = 4;$$

$$r_{12} = 10 - 7 = 3; r_{22} = 10 - 10 = 0; r_{32} = 10 - 5 = 5; r_{42} = 10 - 8 = 2;$$

$$r_{13} = 10 - 5 = 5; r_{23} = 10 - 10 = 0; r_{33} = 10 - 6 = 4; r_{43} = 10 - 4 = 6;$$

$$r_{14} = 10 - 7 = 3; r_{24} = 10 - 9 = 1; r_{34} = 10 - 10 = 0; r_{44} = 10 - 8 = 2;$$

$$r_{15} = 10 - 8 = 1; r_{25} = 10 - 9 = 1; r_{35} = 10 - 4 = 6; r_{45} = 10 - 10 = 0;$$

		Фактори, що впливають на прийняття рішення					Критерій Севіджа $\min \max r_{ij} (a_i; \lambda_j)$
		λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	
Стратегії	A1	0	3	5	3	1	5
	A2	5	0	0	1	1	5
	A3	7	5	4	0	6	7
	A4	4	2	6	2	0	6

Матриця можливих результатів рішень із параметрами.

Відповідно до критерію Севіджа оптимальне рішення для алгоритму:

$$A^* = \min \max r_{ij} = \min \{5, 5, 7, 6\} = 5 - A3 - \text{виклик швидкої до терміналу.}$$

Критерій Гурвіца

Оптимальне рішення за даним критерієм визначаємо за наступним правилом:

$$A^* = \max a_i \{ \alpha \max \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} + (1 - \alpha) \min \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} \}$$

Якщо людина, яка приймає рішення вибирає нейтральний варіант, тобто ні песимістичний, ні оптимістичний, тоді коефіцієнт α вважається рівним 0.5.

Вибираємо коефіцієнт оптимізму-песимізму $\alpha = 0.5$, тоді:

$$A^* = \max a_i \{ 0,5 \max \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} + (1 - 0,5) \min \lambda_j \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} \}$$

Оптимальними стратегіями для $\alpha = 0.5$ будуть:

$$A1 = \{ 0,5 \max \{ 10, 7, 5, 7, 8 \} + (1 - 0,5) \min \{ 10, 7, 5, 7, 8 \} \} = 7,5;$$

$$A2 = \{0,5 \max\{5,10,10,9,9\} + (1-0,5)\min\{5,10,10,9,9\}\} = \{0,5*10 + 0,5*5\} = 7,5;$$

$$A3 = \{0,5 \max \{3,5,6,10,4\} + (1-0,5) \min \{3,5,6,10,4\}\} = \{0,5*10 + 0,5*3\} = 6,5;$$

$$A4 = \{0,5 \max \{6,8,4,8,10\} + (1-0,5) \min \{6,8,4,8,10\}\} = \{0,5*10 + 0,5*4\} = 7;$$

Згідно з розрахунками оптимальне рішення за критерієм Гурвіца:

$$A^* = \max \{7,5; 7,5; 6,5; 7\} = 7,5$$

У розрахунках за критерієм Гурвіца ми отримали оптимальне рішення маємо в двох варіантах:

- допомога постраждалому на місці
- пасажир звернеться до лікаря

Отже, результати оптимального прийняття рішень дали такі результати, щодо найефективнішого альтернативного рішення, коли буде виконуватися алгоритм допомоги постраждалому:

- за критерієм Вальда – виклик швидкої до терміналу;
- за критерієм Лапласа – пасажир звернеться до лікаря;
- за критерієм Севіджа – виклик швидкої до терміналу;
- за критерієм Гурвіца – допомога постраждалому на місці та рішення коли пасажир звернеться до лікаря.

4.4 Висновок до розділу 4

У 4 розділі дипломної роботи ми проводили розрахунки задля результату визначення оптимального прийняття рішення. Для цього навів приклади НС, які алгоритми використовуються для її вирішення, примітки та рекомендації.

З метою забезпечення безпеки та ефективності під час прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях, необхідно не лише розробити метод, який дасть нам найкращий результат у будь-якій надзвичайній ситуації, а й оцінити готові результати за допомогою використання процесу спільного прийняття рішень.

Для розрахунків вибору оптимального прийняття рішення під час вибору запасного аеродрому в даному розділі були використані наступні моделі прийняття рішень: критерій Вальда, критерій Лапласа, критерій Севіджа, критерій Гурвіча.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ:

Розділ 5.1 Автоматизована обробка аеронавігаційних даних великої розмірності

Автоматизована обробка даних є типовою задачею що вирішується сучасними аеронавігаційними системами. Обробка аеронавігаційних даних забезпечується як на борту у певних блоках авіоніки так і у наземних обчислювальних комплексах. Навігаційні параметри у сучасних системах вимірюються за допомогою значної кількості різних сенсорів, що забезпечують створення архіву даних, обробка яких потребує застосування спеціалізованих алгоритмів статистичної обробки. Кожен сенсор виконує вимірювання з певною величиною похибки, дію якої не можна виключили, проте її можна зменшити до прийняттого рівня. Отже сумісна обробка даних у аеронавігаційній системі виконується з врахуванням дії похибок кожного з сенсорів. Для цього використовують довірчі інтервали, що гарантують знаходження певного інтервалу у проміжку з певною ймовірністю [42]. Найбільш застосовуваними довірчими інтервалами є подвійне середньоквадратичне значення, що забезпечує 95% локалізації виміряних значень, виходячи з припущення про нормальний закон розподілу похибок.

Кожен блок авіоніки у своїй структурі більш схожий до архітектури персонального комп'ютера з відповідними елементами: процесор, пам'ять, аналого-цифрові /цифро-аналогові перетворювачі, що дозволяє виконувати обробку виміряних даних на програмному рівні [43]. Дані сенсорів переводяться до цифрового вигляду за допомогою дискретизації аналогових значень. Результати вимірювань у цифровому вигляді зберігаються у відповідних регістрах, змінних, матрицях чи архівах даних.

Визначення точного місцеположення повітряного корабля (ПК) є однією з найважливіших задач цивільної авіації [44-45]. Зростаючі обсяги авіаперевезень вимагають постійного перегляду норм ешелонування для задоволення росту потреб авіаційного транспорту. Норми ешелонування ПК визначають максимально допустимі межі розділення ПК у просторі у вертикальній площині, боковому та повздовжньому відхиленнях. Єдиним можливим шляхом вирішення питання перевантаженості повітряного простору є збільшення пропускної здатності певної частини повітряного простору за рахунок зменшення безпечних відстаней між ПК. На практиці це реалізується шляхом введення більш точних вимог до визначення місцеположення ПК у просторі. Введення більш точних вимог до позиціонування ПК можливе лише за умови наявності відповідних систем здатних задовільнити їх. Функціонування систем позиціонування ПК цивільної авіації забезпечується полем аеронавігаційних сигналів, що створюється у просторі різними системами.

У якості прикладу обробки даних великої розмірності розглянемо траєкторію руху літального апарату та виконаємо її розрахунок за допомогою програмного забезпечення MATLAB.

Вхідні дані

Сучасний літак цивільної авіації обладнаний цілою групою різноманітних датчиків, що забезпечують визначення координат місцеположення ПК у просторі. Відповідно до концепції автоматичного залежного спостереження (ADS-B) користувачі повітряного простору повинні періодично повідомляти своє місцеположення у просторі в автоматичному режимі. Найбільш поширеним бортовим обладнанням ADS-B є літаковий відповідач режиму 1090ES. Літаковий відповідач виконує функції автоматичного генерування цифрових повідомлень відповідно до налаштувань системи (стандартні налаштування забезпечує випромінювання сигналу з частотою у 1 Гц) та виконує їх випромінювання через всеспрямовані антени системи [46, 47]. Поширене цифрове повідомлення містить ідентифікацію літака, координати місцеположення, барометричну висоту та інші

дані. Координати ПК отримуються з обчислювальної системи літаководіння після вибору оптимальної системи позиціонування для певного повітряного простору виходячи з точності, що забезпечується системою та специфікаційних вимог які діють у повітряному просторі де знаходиться літак.

Наземна мережа програмно керованих приймачів приймає і декодує дані передані за концепцією ADS-B. Зокрема, ідентифікаційний код літака з координатами місцеположення та барометричною висотою архівується у глобальних базах даних [48, 49]. Зокрема, обчислювальний кластери компаній Flightradar24 та Flightaware забезпечує одночасну обробку даних від більше ніж 30 тис програмно-керованих приймачів [50] сигналів ADS-B розміщених по всій планеті (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Мапа глобального трафіку [50]

Доступ до глобальних баз даних траєкторної інформації є відкритим і забезпечується на комерційній основі. Програмно керований інтерфейс дозволяє отримати будь-який сегмент траєкторних даних для подальшого аналізу.

У якості вхідних даних я використаю дані траєкторії польоту ITY77 / AZ77 (ITA Airways 77), що забезпечуються авіакомпанією ITA Airways зі сполученням Барселона Іспанія(BCN) та Рим Італія(FCO) . Дата вильоту 5 листопада 2022 о 11:42 AM (CET). Дата посадки 5 листопада 2022 о 01.28 PM(CET). Політ завершився вчасно. Політ виконувався на Airborne 32 S. Вхідні дані отримано з архіву за посиланням

<https://flightaware.com/live/flight/ITY77/history/20221105/1050ZZ/LEBL/LIRF>. У таблиці 5.1 наведено перші та останні 15 рядків даних траєкторії польоту.

Таблиця 5.1. Траєкторні дані рейсу ITY77 від 05 листопада 2022

Час (EEST)	Широта	Довгота	Курс	Швидкість (kts)	Швидкість (mph)	Висота (фут)
Sat 06:55:47 AM	41.2844	2.0806	☑ 244°	161	185	162
Sat 06:56:03 AM	41.2791	2.0677	☑ 227°	159	183	837
Sat 06:56:19 AM	41.2679	2.0611	↓ 182°	162	186	1,375
Sat 06:56:35 AM	41.2556	2.0641	↓ 169°	182	209	1,700
Sat 06:56:51 AM	41.2420	2.0628	↓ 196°	204	235	2,050
Sat 06:57:07 AM	41.2274	2.0564	↓ 200°	232	267	2,325
Sat 06:57:24 AM	41.2076	2.0471	↓ 199°	261	300	2,825
Sat 06:57:47 AM	41.1814	2.0351	↓ 199°	273	314	3,900
Sat 06:58:15 AM	41.1478	2.0200	↓ 200°	282	325	5,400
Sat 06:58:31 AM	41.1285	2.0113	↓ 199°	282	325	6,375
Sat 06:58:51 AM	41.1030	1.9998	↓ 199°	283	326	7,525
Sat 06:59:08 AM	41.0795	1.9959	↓ 176°	302	348	8,150
Sat 06:59:26 AM	41.0558	2.0093	☒ 139°	309	356	8,950
Sat 06:59:43 AM	41.0429	2.0346	☒ 112°	306	352	9,750
Sat 07:00:10 AM	41.0428	2.0837	→ 83°	309	356	10,825
Sat 06:56:03 AM	41.2791	2.0677	☑ 227°	159	183	837
Sat 06:56:19 AM	41.2679	2.0611	↓ 182°	162	186	1,375
Sat 06:56:35 AM	41.2556	2.0641	↓ 169°	182	209	1,700
Sat 06:56:51 AM	41.2420	2.0628	↓ 196°	204	235	2,050
Sat 06:57:07 AM	41.2274	2.0564	↓ 200°	232	267	2,325
Sat 06:57:24 AM	41.2076	2.0471	↓ 199°	261	300	2,825
Sat 06:57:47 AM	41.1814	2.0351	↓ 199°	273	314	3,900
Sat 06:58:15 AM	41.1478	2.0200	↓ 200°	282	325	5,400
Sat 06:58:31 AM	41.1285	2.0113	↓ 199°	282	325	6,375
Sat 06:58:51 AM	41.1030	1.9998	↓ 199°	283	326	7,525
Sat 06:59:08 AM	41.0795	1.9959	↓ 176°	302	348	8,150
Sat 06:59:26 AM	41.0558	2.0093	☒ 139°	309	356	8,950
Sat 06:59:43 AM	41.0429	2.0346	☒ 112°	306	352	9,750
Sat 07:00:10 AM	41.0428	2.0837	→ 83°	309	356	10,825
Sat 06:55:47 AM	41.2844	2.0806	☑ 244°	161	185	162

Візуалізація траєкторних даних у програмному забезпеченні

Виконаємо імпорт траєкторних даних рейсу ITY77 від 05 листопада 2022 у програмне забезпечення MATLAB [51]. Результати візуалізації даних траєкторії польоту наведені на рис.5.2., а вертикальний профіль представлено на рис. 5.3.

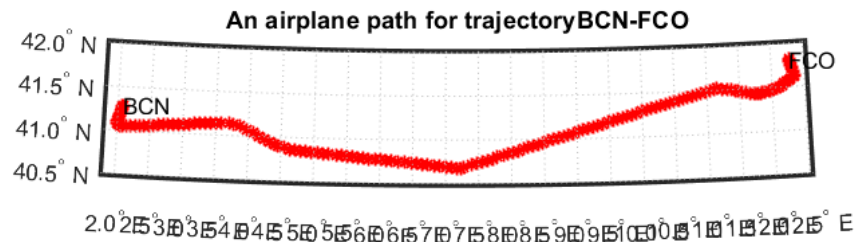


Рисунок 5.2 – Траєкторія руху рейсу ITY77 від 05 листопада 2022

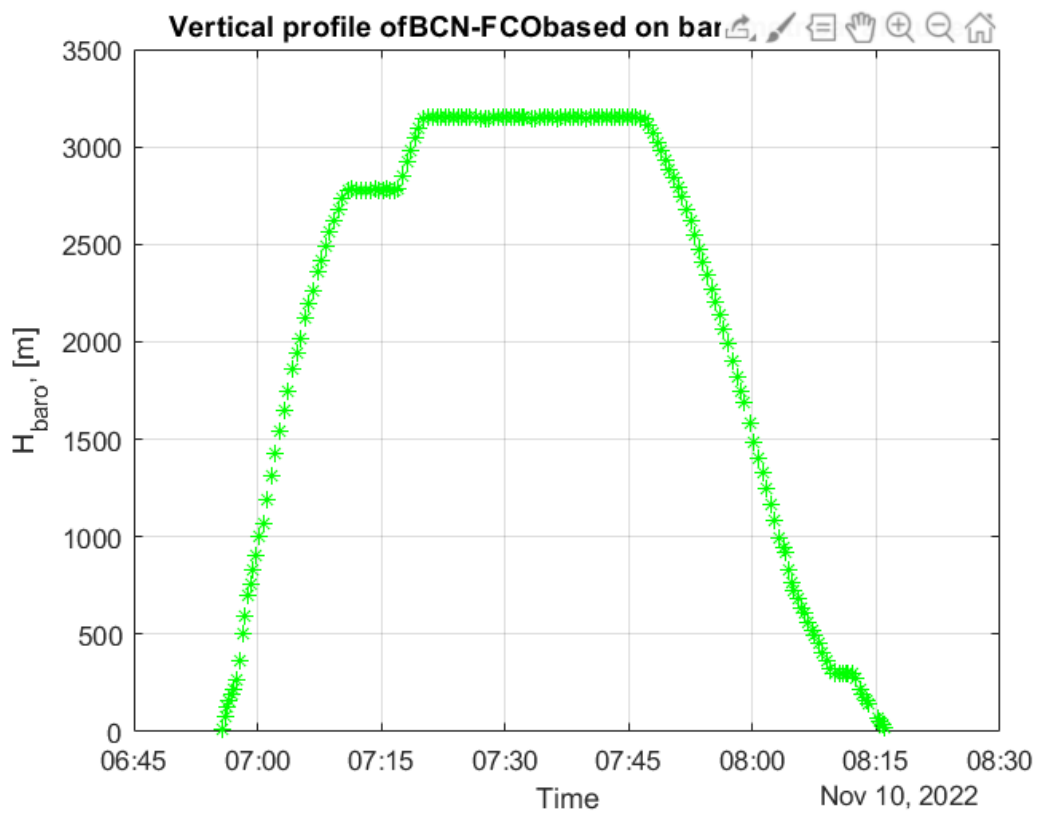


Рисунок 5.3 – Вертикальний профіль рейсу ITY77 від 05 листопада 2022

Інтерполяція траєкторних даних

Цифрові повідомлення передані за концепцією ADS-B є несинхронізованими за часом. Кожин передавач може бути налаштований на свою частоту видачі цифрових повідомлень. Крім того слід відмітити що частота 1090МГц є доволі завантаженою, оскільки на ній працюють вторинні

радіолокатори, системи попередження зближень літаків та ADS-B. Це призводить до того, що певні цифрові повідомлення можуть накладатися один на одне спотворюючись. Тож траєкторні дані є несинхронізовані з багатьма «битими» повідомленнями. Для вирішення цієї проблеми застосовують методи інтерполяції даних. У якості інтерполюючої функції можуть виступати поліноми чи сплайн-функції. Результати інтерполяції вхідних даних на частоту 1 Гц наведені на рис. 5.4 – 5.6. Усі наступні обчислення будемо виконувати з інтерпольованими даними. Відобразимо дані у локальній системі NEU. У якості центра системи використаємо координати першої точки траєкторії. Результати візуалізації траєкторії у локальній системі показано на рис. 5.7 та рис. 5.8.

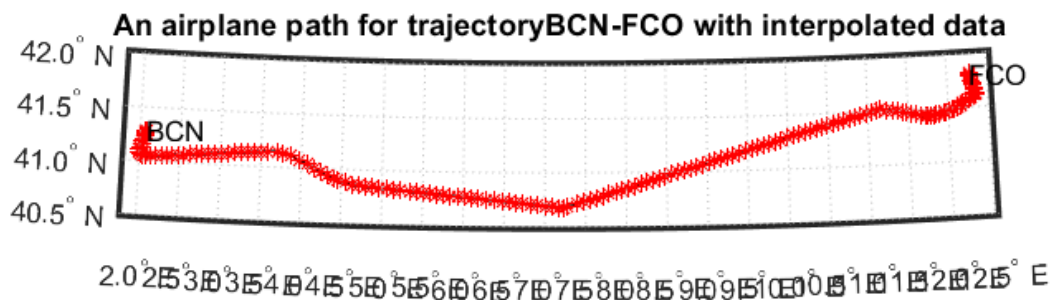


Рисунок 5.4 – Інтерпольована траєкторія руху ПК рейсу ІТУ77 від 05

листопада 2022

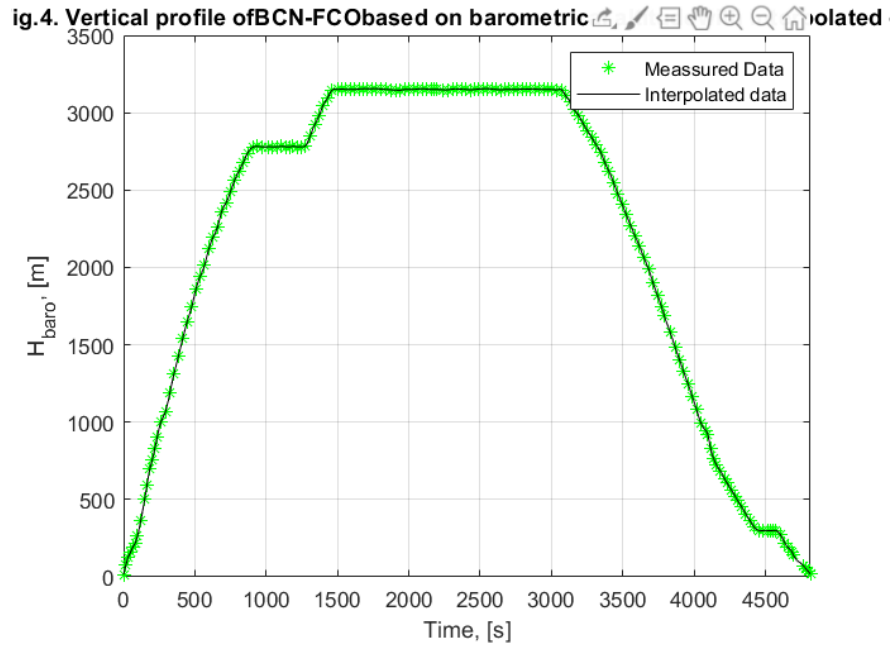


Рисунок 5.5 – Интерпольований вертикальний профіль ПК рейсу ІТУ77 від 05 листопада 2022

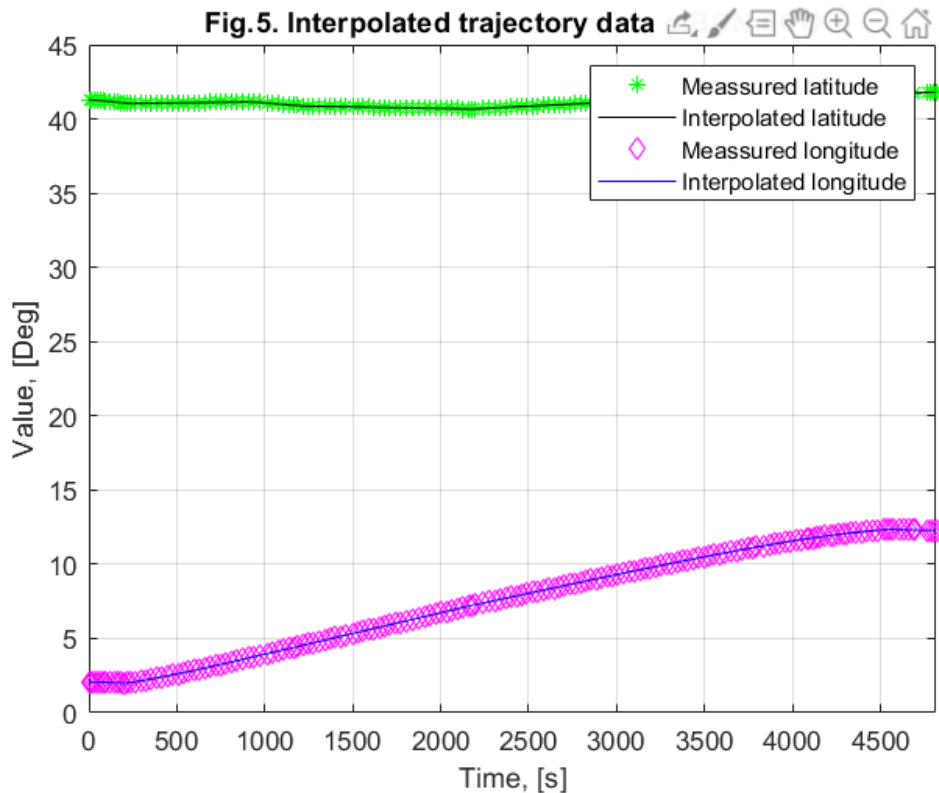


Рисунок 5.6 – Интерпольовані траєкторні дані на частоту 1 Гц рейсу ІТУ77 від 05 листопада 2022

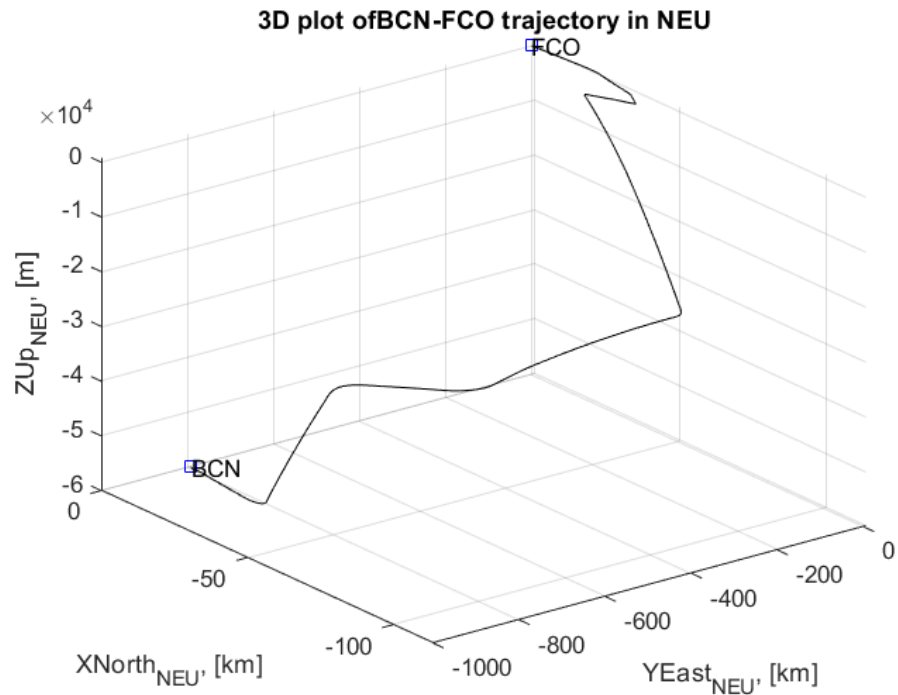


Рисунок 5.7 – Траекторія руху рейсу ІТУ77 у локальній системі координат

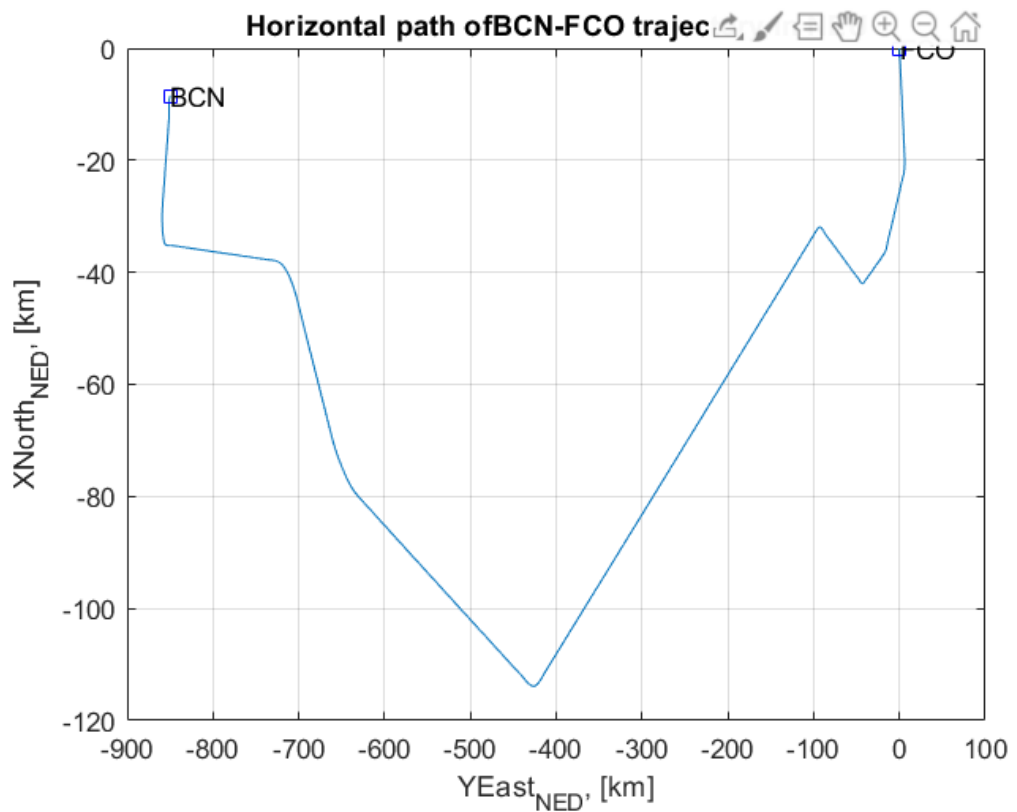


Рисунок 5.8 – Шлях руху рейсу ІТУ77 у локальній системі координат

Розрахунок параметрів траєкторії

За набором даних тривимірної траєкторії руху виконаємо розрахунок компонентів швидкості, зокрема розрахуємо повну швидкість ПК, вертикальний та горизонтальний компонент. Результати розрахунку швидкості наведено на рис. 5.9., а оцінений курс літака на рис. 5.10. Також підрахуємо загальний час польоту, та довжину маршруту та траєкторії.

Загальний час польоту рейсу ІТУ77 від 05 листопада 2022 склав 1 години 46 хв. Довжина траєкторії – 947.9 км, а довжина маршруту (горизонтальної проекції) – 848.1 км.

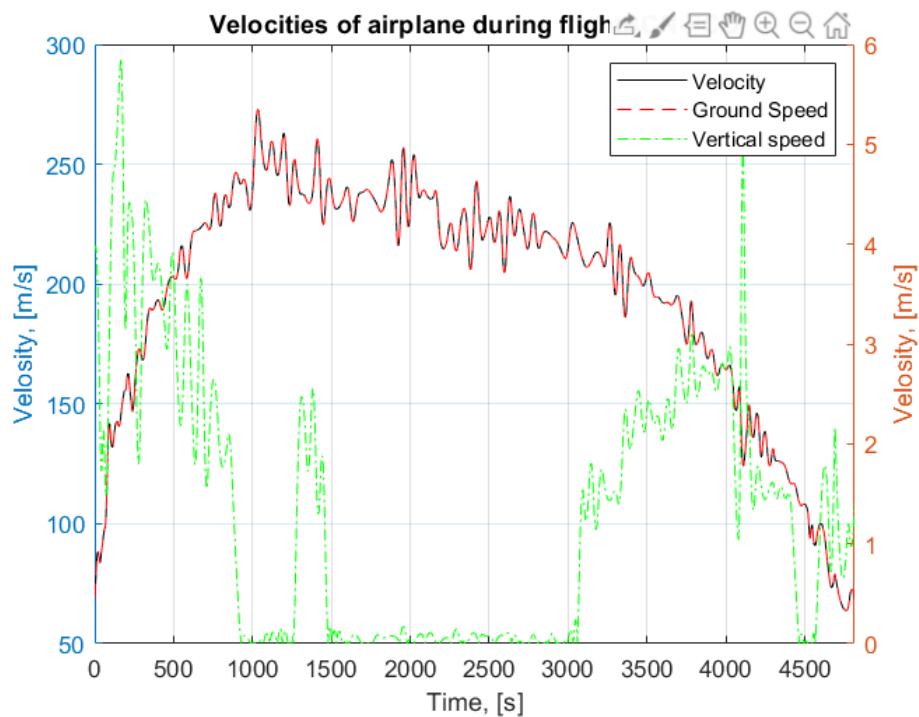


Рисунок 5.9 – Результати розрахунку швидкості польоту для ІТУ77 від 05 листопада 2022

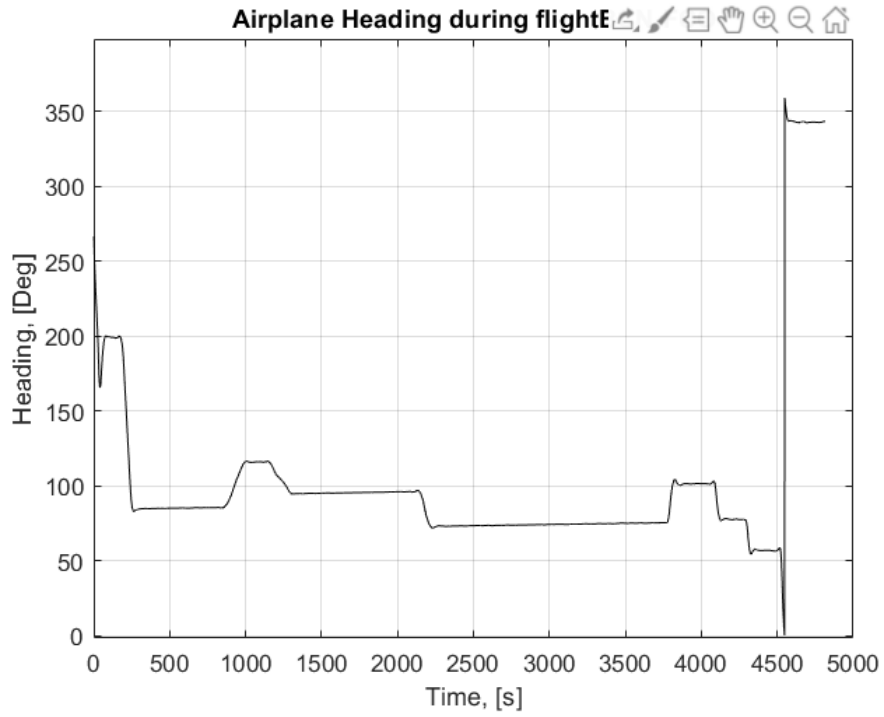


Рисунок 5.10 – Результати розрахунку курсу для рейсу ІТУ77 від 05 листопада 2022

5.2 Ефективність системи оптимізації інфраструктури аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM (A-CDM)»

5.2.1 Економічна ефективність. Розрахунок економічної ефективності

Ефективність – очікуваний і фактичний результат. Синергетичний результат за рахунок системної інтеграції різних видів ефективності (економічна, технічна, інформаційна, математичне моделювання і прийняття рішень, психологічна, технологічна, соціальна, культурна, екологічна, ергономічна та ін.)

1. *Розрахунок економічної ефективності проекту.* Система CDM-A повинна бути економічно ефективною, в той же час вона повинна задовольняти різноманітні інтереси спільноти АТМ. Вартість послуг для користувачів повітряного простору завжди повинна враховуватися при оцінці будь-яких пропозицій щодо покращення якості або продуктивності послуг АТМ. Політика та принципи ІКАО повинні дотримуватись плати за користування.

Для того щоб розрахувати ефективність CDM-A, як системи яка допоможе автоматизувати і збільшити пропускну спроможність, візьмемо базу для встановлення аеропорт «Київ» (Жуляни). Прикладом буде закупівля 300 нових комп'ютерів для встановлення на них системи CDM-A. В альтернативу візьмемо купівлю не нових, а бувших в використанні комп'ютерних деталей.

Ефективність розглядається як операційна та економічна ефективність роботи під час польотів від початкової точки польоту до кінцевої точки польоту. На всіх етапах польоту користувачі повітряного простору хочуть мати змогу обирати час відльоту та прильоту, а також оптимальний маршрут.

Алгоритм розрахунку рентабельності проекту.

1. Витрати на основний варіант:

$$a. Z_{прб} = C_6 + E_n \cdot K_6 \quad (5.1)$$

2. Витрати на альтернативний (новий) варіант:

$$a. Z_{пра} = C_a + E_n \cdot K_a \quad (5.2)$$

C_b - базові витрати;

K_b – капіталовкладення;

E_n - норматив коефіцієнта ефективності інвестицій, $E_n = 0,15$.

1. Термін окупності додаткових капітальних вкладень

2. Річний економічний ефект від впровадження нової системи.

$$T_{ок} = \frac{K_a - K_b}{C_b - C_a} \quad (5.3)$$

3. Річний економічний ефект від впровадження нової системи

$$E_r = Z_{прб} - Z_{пра} = (C_b + E_n \cdot K_b) - (C_a + E_n \cdot K_a) \quad (5.4)$$

		Комп'ютери	
		Новий	Б/У
Кількість ПК		300	300
Вартість ПК		550	250
Зпт		100	600
		Новий	Б/У
Базові витрати	C	160000	75000
Капіталовкладення	K	30000	180000
Витрати	Зпр	164500	102000
Термін окупності		2,4	
Річний ефект		62500	

Рисунок 5.11 - Річний економічний ефект від впровадження нової системи (розрахунок за допомогою MS Excel)

5.2.2 Прогнозування попиту на авіаційні перевезення

Для прийняття рішень щодо прогнозування явищ та у разі визначення взаємозалежностей і багатомірними вимірами застосовується метод кореляційно-регресивного аналізу. При проведенні багатовимірних вимірів дуже важливо визначити взаємозалежності між вимірюваними характеристиками, наприклад для прогнозування пасажиропотоків в авіапортах.

Основними характеристиками кореляційно - регресійного аналізу є коефіцієнт кореляції r і лінія регресії. Коефіцієнт кореляції r лежить в межах $-1 \leq r \leq 1$. Якщо $r = 0$, то зв'язок між ознаками досліджуваного об'єкта (явища) відсутній. Якщо $r = 1$, то зв'язок сильний і прямий. Якщо $r = 0,7...0,8$ зв'язок гарний. Якщо $r = -1$, то це зворотний сильний зв'язок.

Лінія регресії визначає вид залежності і пов'язує середнє значення функції відгуку $f(x)$ зі значеннями фактора x .

Етапи кореляційно-регресійного аналізу

1. Збір статистичних даних (проведення експерименту).
2. Кореляційний аналіз. За допомогою коефіцієнта кореляції r визначаємо тісноту зв'язку (сильна, слабка тощо) і характер зв'язку (прямий, зворотній).
3. Регресійний аналіз. Визначення виду залежності. На кореляційне поле наносять результати експерименту (статистичних даних) і візуально визначається вид залежності. Наприклад, для прямої записуємо аналітичний вид залежності

$$y = b_0 + b_1x,$$

де b_0, b_1 - коефіцієнти регресії

4. Визначення значень коефіцієнтів регресії.
5. Визначення значущості отриманих значень коефіцієнтів кореляції і регресії за допомогою критеріїв Стьюдента і Фішера.
6. Побудова лінії регресії.
7. Прогнозування (екстраполяція і інтерполяція).

Розглянемо приклад щодо прогнозування попиту на авіаційні перевезення.

Вихідні дані. Статистичні дані щодо пасажиропотоків в аеропортах Бориспіль (Київ), Жуляни (Київ), Харків представлені в табл. 5.2. Прогнозування пасажиропотоків приводить до прийняття рішень щодо скорочення або розширення наявного парку повітряних суден. З цією метою були зібрані статистичні дані про попит на послуги з повітряних перевезень, які надавалися авіакомпанією впродовж 2014 -21 рр (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 - Статистичні дані щодо пасажиропотоків в аеропортах Бориспіль (Київ), Жуляни (Київ), Харків

Аеропорт Київ		Аеропорт Бориспіль		Аеропорт Харків	
2014	1.090.120	2014	6.890.400	2014	437.500
2015	944.305	2015	7.277.710	2015	373.600
2016	1.127.500	2016	8.650.000	2016	599.700
2017	1.851.600	2017	10.554.800	2017	806.200
2018	2.812.30	2018	12.603.300	2018	962.500
2019	2.617.90	2019	15.260.300	2019	1.340.000
2020	690.300	2020	5.160.000	2020	659.300
2021	1.418.153	2021	9.433.000		
2022	170.981				

За результатами статистичних даних спрогнозували показники попиту на авіаційні послуги до кінця року за допомогою методу кореляційно-регресивного аналізу. Пасажиропотоки аеропортів Бориспіль (Київ), Жуляни (Київ), Харків представлені на рис. 5.12, 5.13, 5.14.

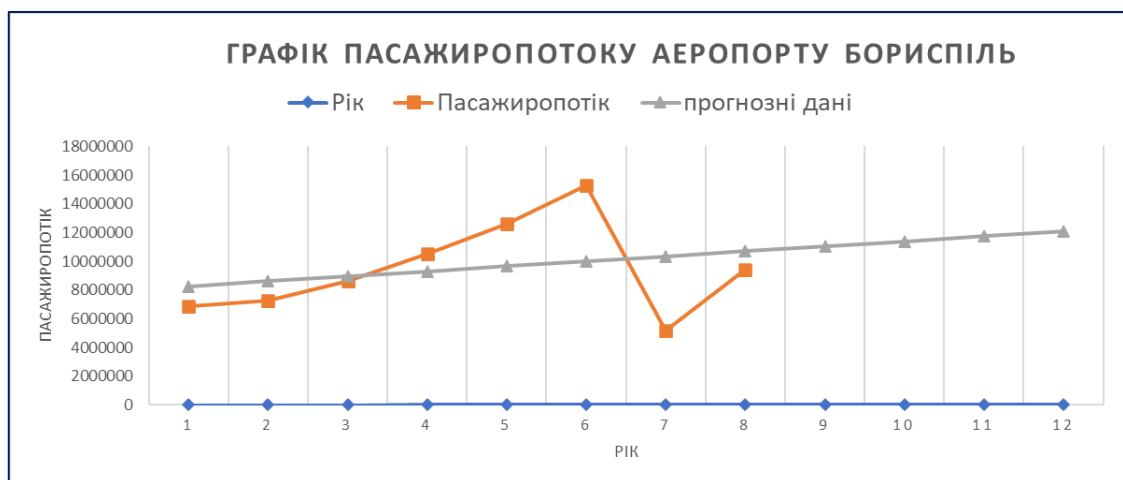


Рисунок 5.12 – Прогнозування пасажиропотоків аеропорту Бориспіль (Київ)

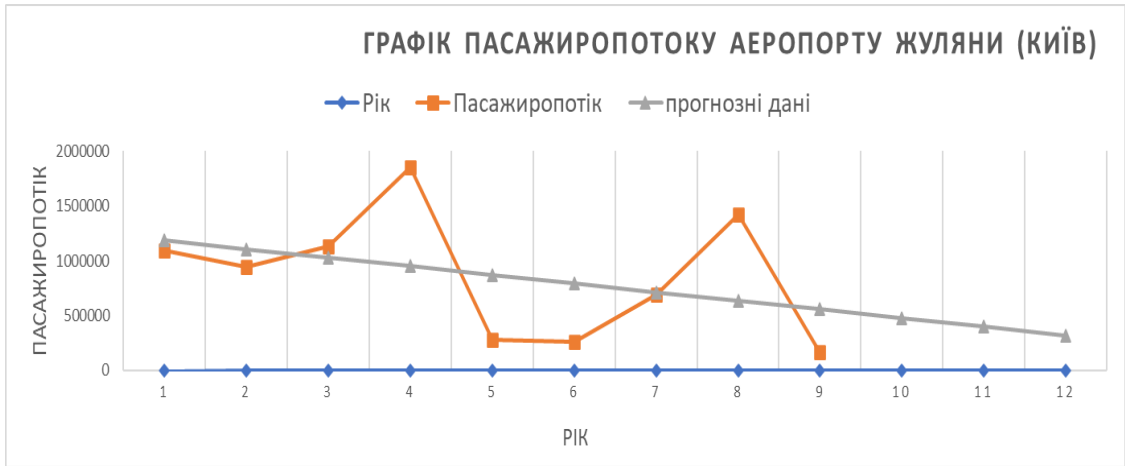


Рисунок 5.13 – Прогнозування пасажиропотоків аеропорту Жуляни (Київ)

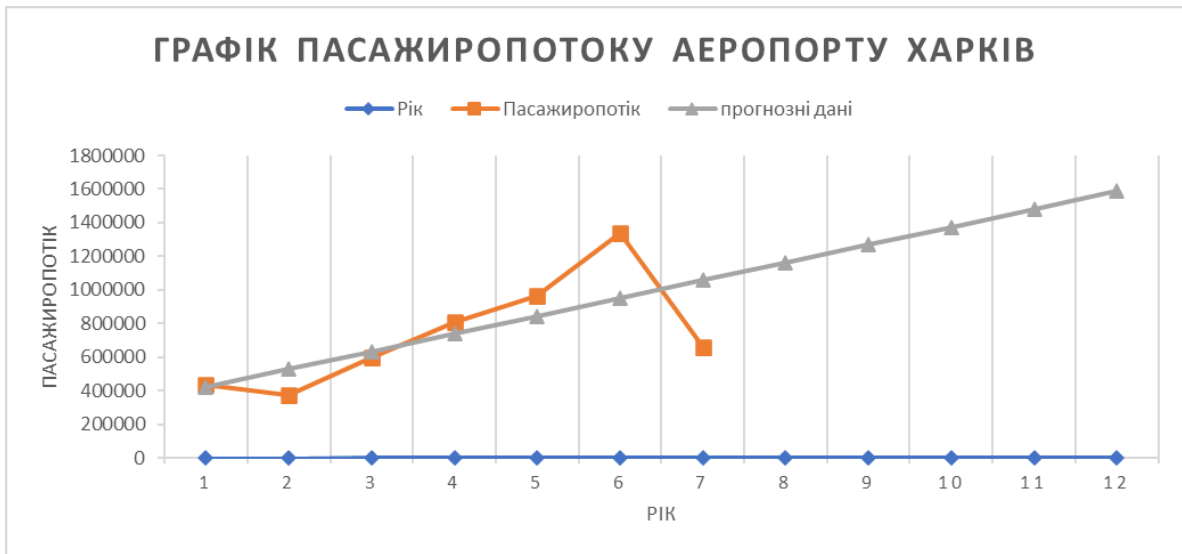


Рисунок 5.14 – Прогнозування пасажиропотоків аеропорту Харків
Розрахункові дані – в Додатку А

5.3 Висновок до розділу 5:

У спеціальному розділі 5 провели обробку аеронавігаційних даних великої розмірності і економічну ефективність, а саме розрахунок економічної ефективності проектів в АНС.

- обробка аеронавігаційних даних проходила в декілька етапів:
- збір вхідних даних;
- формування траєкторних даних рейсу;
- імпорт даних у систему matlab;
- візуалізація траєкторних даних через програмне забезпечення;

Як результат отримали точні параметри польоту вибраного рейсу, аналіз яких може допомогти нам покращити щільність повітряного руху.

У підрозділі «економічна ефективність» провели обчислення на закупівлю автоматизованої системи CDM-A, в аеропорт «Київ» (Жуляни). За альтернативу було взято купівлю комп'ютера, бувшого в використанні, для економії бюджету, так як система автоматизації не вимагає потужних ресурсів ПК.

Розділ 6 Охорона праці та охорона навколишнього середовища

Метою науково-прикладної діяльності під назвою «безпека життєдіяльності» є вивчення:

- широкі схеми виникнення ризиків, їх характеристики, наслідки таких впливів на людей і навколишнє середовище;
- захист здоров'я і життя людини від небезпеки, а також середовища, в якому вона проживає;
- створення та підтримка безпечного та здорового середовища для життя та діяльності людини, як у звичайному житті, так і в надзвичайних обставинах, шляхом розробки та впровадження відповідних методів та процедур.

Безпека життєдіяльності стосується великого обсягу знань про захист своєї діяльності, суспільства та фізичного середовища від потенційно шкідливих природних і створених людиною елементів. Пожежна безпека, санітарно-епідеміологічне благополуччя, охорона здоров'я, екологічна та ядерна безпека, запобігання надзвичайним ситуаціям, цивільний захист, безпека руху, якість і безпека товарів і послуг, безпека споруд, будівель та інженерних мереж тощо – все це приклади життя. безпеки. Він також включає запобігання надзвичайним ситуаціям, реагування на надзвичайні ситуації та запобігання надзвичайним ситуаціям.

Будь-яка система УПР є прикладом великомасштабної системи «людина-машина», створеної для забезпечення безпечного, упорядкованого та швидкого потоку повітряного руху. Безпечна та ефективна система контролю потребує відповідних технічних засобів (сучасних автоматизованих) і кваліфікованих диспетчерів.

Дослідження психології людини при автоматизації та управлінні є передумовою для дослідження ряду теоретично і практично значущих питань.

Перше з цих питань:

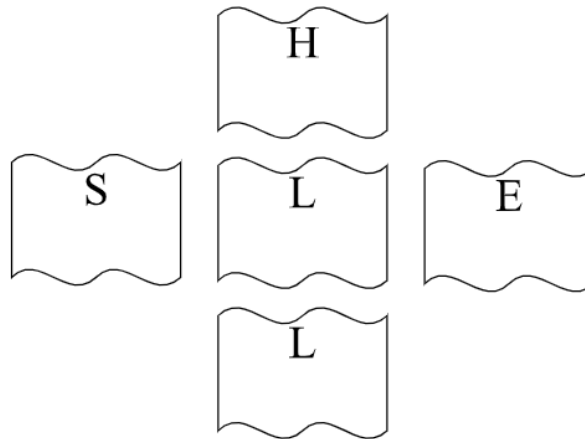
1. диспетчерські навички, здатність як професіонал виконувати завдання з УПР в автоматизованих умовах;
2. ретельний відбір претендентів на програму підготовки диспетчерів АС УПР;
3. психологічне тестування майбутніх співробітників;
4. розвиток навичок диспетчерів системи управління повітряним рухом, освіта, надійні та адаптивні управлінські здібності;
5. професійне виснаження, надмірне виснаження, психопатологічні межі; психологічні умови, необхідні для авіаційних подій, і способи їх запобігання.

Більшість проблем з людським фактором в УПР в автоматизованих умовах не є новими; скоріше вони спричинені тими самими фундаментальними людськими обмеженнями та можливостями. Першим кроком у пошуку рішень проблем із людським компонентом в УПР є узгодження людських навичок і обмежень із технічними аспектами системи керування АС УПР та структурою системи керування.

У той час як багато людей вважають, що пілот є єдиною «людиною», яка бере участь у системі польоту, інші включають усіх тих, хто бере безпосередню участь перед зльотом літака, наприклад льотний і наземний екіпаж, диспетчери повітряного руху та метеорологи.

Цю ідею слід розуміти, як охоплюючи всі аспекти участі людей в авіаційній діяльності, особливо на таких етапах, як проектування, виробництво, технічне обслуговування, експлуатація та управління.

Професор Елвін Едвардс представив модель SHELL у 1972 році як спосіб дослідження та розуміння людського фактору. Цю модель можна використати для ілюстрації ключових компонентів людського фактору та їх взаємозв'язку щодо УПР. Основні способи взаємодії людини з іншими компонентами системи розкриває модель SHELL(рис 5.1).



Модель SHELL:

S (software) – настанови (правила, символи);

H (hardware) – об'єкт (машина);

E (environment) – середовище;

L (liveware) – суб'єкт (людина)

Рисунок 6.1 - модель SHELL

Автоматизація робочого місця диспетчера авіакомпанії спрямована на підвищення надійності, ефективності та безпеки авіаперевезень. Зусилля щодо автоматизації мають враховувати людський фактор, покращувати умови праці для авіаційного персоналу та підвищувати рівень обслуговування клієнтів.

Модуль відстеження добового розкладу польотів авіакомпанії входить до складу комплексу автоматизованих систем забезпечення та виконання польотів, тому його включення в діяльність виробничо-диспетчерської служби значно підвищить продуктивність роботи борт диспетчерів, гарантуючи ефективне використання людських ресурсів та підвищення рівня обслуговування польотів і, як наслідок, їх безпеки.

Складне поняття, яке описує окремий аспект системи, безпека повітряного руху складається з кількох частин, кожна з яких визначає одну з її сторін. Важливо мати на увазі, що розробка комплексу заходів щодо попередження нещасних випадків, підвищення ефективності процесу забезпечення АТ на є основною метою навчання уявлень та кількісних характеристик безпеки польотів.

Визначити характеристики повітряної транспортної системи за БП (АТС), полягає в його здатності здійснювати авіап перевезення без загрози життю чи здоров'ю пасажирів. БП — це широкий термін, який описує всю АТС. Безпека повітряного руху — здатність системи працювати за заздалегідь визначених обставин, щоб її параметри не перевищували дозволених (безпечних) рівнів. основні параметри системи: місцезнаходження літака, швидкість і запас палива. Таке рішення було прийнято з огляду на те, що на безпеку повітряного руху впливають різноманітні фактори, зокрема значення координат повітряного судна щодо поверхні землі, координати інших повітряних суден, межі небезпечних погодних явищ.

Для забезпечення безпеки польотів (БП), здоров'я диспетчерів і їх професійної довголіття необхідно і вкрай важливо вирішити питання оцінки, моніторингу та підтримки продуктивності. Ефективність члена команди залежить від моральної атмосфери в команді, умов праці, професійної етики, міжособистісних стосунків диспетчерів і всіх інших аспектів людської природи. Умови зайнятості людини, а саме ергономічні особливості робочого місця, мають значний вплив на забезпечення зазначених особистісних якостей, зокрема з появою роботи та навчання керівника комп'ютера.

Основні поняття техніки безпеки та їх значення. Термін «безпека», який тісно пов'язаний із поняттям «ризик», лежить в основі набору понять. Абсолютна безпека означатиме відсутність ризику в усіх відношеннях. У техніці це неможливо, як і в житті загалом. Технічно та економічно це можливо, але лише за умови мінімального обмеження ризику. Щоб краще зрозуміти поняття безпеки, ми побудуємо концептуальне дерево, яке складається з послідовно змінюваних понять шкоди, ризику, мінімального ризику, безпеки, небезпеки та захисту. Формулюючи «ймовірнісні твердження», пояснюється ідея «ризик». Ці твердження включають наступне: «очікувана частота виникнення події, що призводить до створення шкоди; коли подія відбувається, очікуваний розмір береться до уваги збиток».

За допомогою цього формулювання можна теоретично уявити значення ризику R як добуток відносної частоти виникнення P та очікуваної шкоди S , принаймні в деяких ситуаціях:

$$R = PS$$

Однак часто це неможливо. Отже, в таких оцінка ризику певним чином має бути якісною, а не кількісною.

Мінімальна небезпека. Найбільша прийнятна небезпека полягає в цьому. Ліміт ризику зазвичай неможливо визначити кількісно. Виходячи з вимог безпеки, це зазвичай описується непрямим чином.

Небезпека. Ризик у цій ситуації вищий, ніж допустимо. Ситуація вважається безпечною, коли небезпека не перевищує максимально допустимий рівень захист. Це зниження ризику через дії, які обмежують частоту подій, кількість шкоди, яку вона може завдати, або те й інше.

Пошкодження. Зрештою поняття «збитки» належить до техніки безпеки. Чим далі його деталізувати, тим ширшою буде область техніки безпеки. У всякому разі, розглядається шкода тілу та життя людини, рівний вплив розглядається і щодо навколишнього середовища, що відображено у нових нормах. Авіаційна промисловість використовує критерії безпеки польотів, усереднюючи всі вищезазначені фактори та враховуючи ці показники включають абсолютні (кількість АР, кількість загиблих пасажирів і членів екіпажу повітряного судна за певний проміжок часу) і статистичні (ймовірність аварій в польоті, середній час польоту на один інцидент) показники, які дозволяють провести апостеріорну оцінку рівня безпеки польотів.

З метою попередження АП та інцидентів, підвищення надійності УПР та безпеки польотів рекомендується проводити наступні заходи:

- вдосконалення організації повітряного простору в АЦ та РЦ УПР;
- проведення міжвідомчих нарад користувачів повітряного простору (ВП) та органів УВС з питань організації та обслуговування

діяльності з використання ВП під час проведення польотів (авіаційних робіт) на висотах нижче за нижній ешелон;

- проведення міжвідомчих нарад з користувачами ОП Одеси з метою вдосконалення процесів забезпечення діяльності з використання ОП та виконання спільного наказу «Про введення в дію системи вертикального ешелонування ІСАО»;
- удосконалення тренажерної підготовки;
- соціальне забезпечення фахівців УВС, покращення умов праці та відпочинку диспетчерів, уточнення графіка роботи змін;
- проведення занять на курсах з вивчення розмовної англійської персоналом УПР;
- проводиться постійна робота щодо підготовки груп спеціалістів служби руху для тестування з метою визначення рівня знань розмовної англійської мови;
- виконання плану заходів щодо усунення недоліків
- виробничо-господарську діяльність РЛС;
- проведення заходів щодо розробки та затвердження Карт тривожного оповіщення відповідно до вимог наказу «Украероруху» «Про введення в дію Інструкції про порядок подання інформації про нещасні випадки, пожежі, екологічні лиха, несанкціоновані втручання в авіаційну діяльність та інші НП»;
- вивчення та виконання планів заходів щодо виконання наказів «Украероруху».

Необхідність здійснення експлуатаційного нагляду та інспектування льотної придатності парку повітряних суден на національному рівні обумовлена зобов'язаннями держави відповідно до Чиказької Конвенції про цивільну авіацію, національними авіаційними правилами України.

Специфіка національних умов породжує необхідність адаптації рекомендацій ІКАО щодо побудови системи експлуатаційного нагляду та

інспектування до збалансованого розподілу обов'язків між державою та експлуатантами у питаннях збереження льотної придатності та безпеки польотів. Тому розробка підходів до забезпечення експлуатаційного нагляду та інспектування має бути орієнтована як на специфіку існуючої ситуації, і на очікувану перспективу її розвитку. Системний опис управління експлуатаційним наглядом та інспектуванням льотної придатності повітряних суден на національному рівні дозволить більш результативно організувати роботу щодо вдосконалення чинної системи.

Процес експлуатаційного нагляду та інспектування можна як результат взаємодії основних компонентів, що утворюють систему:

- організацій (експлуатантів та підприємств з технічного обслуговування), які мають сертифікати, видані відповідним органом державного регулювання;
- повітряних суден, внесених до національного реєстру та у відповідні сертифікати експлуатантів та які мають сертифікати (свідоцтва) льотної придатності;
- інспекторів органів регулювання національної авіаційної влади, які здійснюють нагляд та інспектування організацій та (або) повітряних суден;
- національних авіаційних правил та основного законодавства, що формують вимоги та процедури управління, перелік допустимих керуючих впливів.

Методи та принципи вирішення завдань управління у зазначених циклах належать до компетенції національної авіаційної влади та повинні мати відповідне (нормативно-методичне, інформаційне) забезпечення.

Подана ієрархія процесів управління експлуатаційним наглядом та інспектуванням на національному рівні може бути основою для характеристики комплексів завдань управління, властивих кожному з підрівнів та циклів управління.

Результати проведеного нами аналізу проблем управління експлуатаційним наглядом та інспектуванням на національному рівні в умовах України дозволяють зробити висновок, що основними об'єктами експлуатаційного нагляду та інспектування є:

- сертифіковані експлуатанти - організації з технічного обслуговування;
- реєстровий парк повітряних суден, що має сертифікати (свідоцтва) льотної придатності.

Об'єктами нагляду та інспектування мають виступати також і інспектори, оскільки їхня діяльність багато в чому визначає результативність процесів експлуатаційного нагляду та інспектування. На практиці функції контролю діяльності інспекторів часто закладені у процедурах подання та розгляду апеляцій та скарг.

6.1 Висновки до розділу 6

У розділі номер 6 розглянули тему: «Охорона праці та охорона навколишнього середовища», де навів приклади як розвивалася ця галузь в сфері авіації. Як головним з прикладів взаємодії навів модель SHELL, яка передбачує собою дослідження та розуміння людського фактору. Навів приклади автоматизації робочого місця працівників аеропорту і приклади наказів, які змінили правила охорони праці.

Процеси експлуатаційного нагляду та інспектування характеризуються ієрархічністю, тому забезпечення їх ефективності має базуватися як на змістовному аналізі реалізованих процедур, так і на кількісній оцінці їх результативності.

При цьому якість такої кількісної оцінки, яка може базуватися на статистичних методах, значною мірою залежить від повноти, однозначності та достовірності наявних даних та використовуваної формалізованої моделі, що описує структуру процесів експлуатаційного нагляду та інспектування. Побудова формалізованої моделі процесів експлуатаційного нагляду та інспектування є ключовим елементом для вирішення завдань їх удосконалення.

Загальний висновок:

В даній науковій роботі було представлено оптимізація використання ресурсів інфраструктури аеропортів за рахунок моделювання спільного прийняття рішень «Аеропорт CDM(A-CDM)». Більшість проектів покращення роботи аеропортів зосереджені на підвищенні продуктивності одного партнера. Аеропорт CDM (A-CDM) — це партнери, які співпрацюють і приймають рішення на основі більш точної та якісної інформації, де кожна частина інформації має однакове точне значення для кожного партнера. Очікуваними результатами є більш ефективне використання ресурсів, покращена передбачуваність подій і підвищена їх пунктуальність. Простіше кажучи: «Це гарантує, що відповідні партнери отримають відповідну інформацію в належний час».

Європейський A-CDM базувався на американській концепції спільного прийняття рішень, яка була введена в січні 1998 року, щоб впоратися зі значним скороченням пропускну здатності, головним чином через погані погодні умови на маршруті або в аеропорту. Затримки під час програм наземної затримки були зменшені на 15 відсотків протягом експериментального періоду. На початку 2000 року в кількох великих європейських аеропортах були проведені випробування з метою вивчення та розробки концепції CDM для Європи. Це призвело до створення робочої групи CDM аеропорту під управлінням пропускну здатності аеропорту (АРТ) ЕАТМ для керівництва командою з експлуатації аеропорту (АОТ) у питаннях А-CDM і виконання конкретної роботи.

Результатом став Європейський посібник А-CDM, у якому детально описано елементи обміну інформацією CDM аеропорту, процес повороту (підхід етапів), змінний час руління, послідовність перед вильотом та несприятливі умови. Керівництво А-CDM було використано для успішного керівництва кількома великими аеропортами щодо впровадження А-CDM, і багато аеропортів знаходяться в процесі впровадження.

Обмін інформацією між партнерами аеропорту CDM для створення спільної обізнаності про ситуацію та підвищення передбачуваності трафіку називається «обмін інформацією CDM аеропорту». Він служить основою для інших аспектів CDM аеропорту та є основним компонентом CDM А. Підхід до процесу відновлення CDM, заснований на етапах. Визначаючи етапи для забезпечення ретельного моніторингу важливих подій, це підсумовує прогрес польоту від раннього планування до зльоту з CDM-А. Метою кожного польоту є розвиток загальної обізнаності про ситуацію та прогнозування майбутніх подій. Решта елементів А-CDM побудовані на процедурі повернення CDM та елементі обміну інформацією.

В ході виконання роботи провели розрахунки алгоритму визначення оптимального алгоритму дій при надзвичайних ситуаціях на території аеропорту методом експертних оцінок.

По результатам обчислень знайшли альтернативне рішення, коли буде виконуватися алгоритм, як з евакуації в зв'язку з замінуванням терміналу, так і при допомозі постраждалому.

В результаті проведеної роботи було проаналізовано використання ресурсів інфраструктури аеропортів за рахунок спільного прийняття рішення(CDM-А) в різних надзвичайних ситуацій для визначеного аеропорту – Київ(Жуляни).

Список використаних джерел:

1. Харченко В.П. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт/В.П. Харченко, В.Ю. Ларін – К.: НАУ, 2012. – 52 с.
2. Бойченко С В., Положення про дипломні роботи (проекти) випускників Національного авіаційного університету / С В. Бойченко, О.В. Іванченко К.: НАУ, 2017. – 63 с.
3. Харченко В.П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – 292 с.
4. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К. : НАУ, 2016. – 308 с.
5. Strategic Imperatives and Core Competencies in the Era of Robotics and Artificial Intelligence Chapter 9. Decision-Making Models of the Human-Operator as an Element of the Socio-Technical Systems / Nina Rizun, Tatyana Shmelova. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2016. – P. 167-204
6. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Abdel-Badeeh M. Salem, Yury N. Kovalyov. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2017. - P. 305
7. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 1 Analysis of Decision-Making of Operators in Socio-Technical Systems / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P.1-32

8. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 2 Models of Decision Making Operators of Socio-Technical System /Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P. 33-75
9. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 3 Analysis of the Development Situation and Forecasting of Development of Emergency Situation in Socio-Technical Systems / Yuliya Sikirda, Tetiana Shmelova, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P. 76-107
- 10.Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 4 Socionic and Sociometric Diagnosting of Air Navigation System's Operators Yuliya Sikirda, Tetiana Shmelova, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P. 108-137
- 11.Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 6 Applications of Decision Support Systems in Socio-Technical Systems / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P.182-214
- 12.Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript Chapter 7 Intelligent Expert Decision Support Systems: Methodologies, Applications and Challenges /Abdel-Badeeh M. Salem, Tetiana Shmelova - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P. P.215-242
- 13.Stochastic Methods for Estimation and Problem-Solving in Engineering: Stochastic Methods of Decision Making in Aviation, / Tetiana Shmelova -

- International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania.2018. – P.139-160
14. Advanced Macroergonomics and Sociotechnical Approaches for Optimal Organizational Performance Chapter 3. Socio-Technical Approaches for Optimal Organizational Performance: Air navigation systems as socio-technical systems / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2018. – P. 39-70
 15. Cases on Modern Computer Systems in Aviation / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 305
 16. Cases on Modern Computer Systems in Aviation Chapter 3 Artificial Neural Network for Pre-Simulation Training of Air Traffic Controller / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Togrul Rauf oglu Jafarzade. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 20-58
 17. Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Dmytro Kucherov, Konstantin Dergachov. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P.486
 18. Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries Chapter 1 Machine Learning and Text Analysis in Artificial Intelligent System for Training of Air Traffic Controllers / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Nina Rizun, Vitaliy Lazorenko, Volodymyr Kharchenko. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 1-50
 19. Handbook of Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries / Editors: Tetiana Shmelova, Arnold Sterenharz,

- Yuliya Sikirda. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 390
20. Handbook of Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. Chapter 1: Artificial Intelligence in Aviation Industries: Methodologies, Education, Applications, and Opportunities / Tetiana Shmelova, Arnold Sterenharz, Serge Dolgikh. - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. 2019. - P. 1 – 35
21. Evaluating Mental Workload for Improved Workplace Performance. Chapter 9: Artificial Intelligence for Evaluating the Mental Workload of Air Traffic Controllerst / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2019. – P. 184-214
22. Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport. Chapter 10: Machine Learning and Text Analysis in an Artificial Intelligent System for the Training of Air Traffic Controllers / T. Shmelova, Yu. Sikirda, N. Rizun, V. Lazorenko, V. Kharchenko // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 237–286. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch010
23. Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 11: Models of Decision-Making Operators of Socio-Technical System / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 287–319. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch011
24. Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport . Chapter 29: Analysis of Decision-Making of Operators in Socio-Technical Systems / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 768–792. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch029

25. Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 32: Analysis of the Development Situation and Forecasting of Development of Emergency Situations in Socio-Technical Systems / Yu. Sikirda, T. Shmelova // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 827–851. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch032
26. Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport Chapter 49 Socio-Technical Approaches for Optimal Organizational Performance: Air Navigation Systems as Sociotechnical Systems: / T. Shmelova, Yu. Sikirda // Ed. D.B.A. Mehdi Khosrow-Pour. – USA : IGI-Global Publ, 2021. – P. 1201–1232. DOI: 10.4018/978-1-7998-5357-2.ch049
27. Research Anthology on Decision Support Systems and Decision Management in Healthcare, Business, and Engineering Chapter 24 Intelligent Expert Decision Support Systems: Methodologies, Applications, and Challenges / Abdel-Badeeh M. Salem, Tetiana Shmelova – USA: IGI-Global Publ, 2021. – P. 510-531.
28. Research Anthology on Decision Support Systems and Decision Management in Healthcare, Business, and Engineering Chapter 56 Applications of Decision Support Systems in Aviation / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda – USA: IGI-Global Publ, 2021. – P. 1177-1195
29. Research Anthology on Artificial Neural Network Applications Chapter 65 Artificial Neural Network for Pre-Simulation Training of Air Traffic Controller / Tetiana Shmelova, Yuliya Sikirda, Togrul Rauf Oglu Jafarzade – USA: IGI-Global Publ, 2022. – P. 1334-1358.
30. Shmelova, T., Sikirda, Y., Scarponi, C., & Chialastri, A. (2018). Deterministic and stochastic models of decision making in air navigation socio-technical system. In CEUR Vol 2805 Workshop Proceedings (Vol. 2104, pp. 649–656). CEUR-WS.

31. Sikirda Y., Shmelova T., Kharchenko V. and Kasatkin M. Intelligent System for Supporting Collaborative Decision Making by the Pilot/Air Traffic Controller in Flight Emergencies In CEUR Workshop Proceedings Vol 2853, pp. 127–141, 2021 <http://ceur-ws.org/Vol-2853/paper12.pdf>
32. Shmelova, T., Chialastri, A., Sikirda, Y., Yatsko, M. Models of Decision-Making by the Pilot in Emergency “Engine Failure During Take-Off” In CEUR Vol 3101 Workshop Proceedings, CEUR-WS 2021 <http://ceur-ws.org/Vol-3101/Paper26.pdf>
33. Shmelova, T., Sechko, O. (2021) Hybrid Expert System for Collaborative Decision-Making in Transportation Services of Healthcare Needs In CEUR Vol 3038 Workshop Proceedings pp. 127-135. CEUR-WS <http://ceur-ws.org/Vol-3038/short6.pdf>
34. Shmelova, T., Lohachova, K., Yatsko, M. Integration of Decision-Making Stochastic Models of Air Navigation System Operators in Emergency Situations CEUR Workshop Proceedings [this link is disabled](#), 2022, 3137, pp. 211–226 <http://ceur-ws.org/Vol-3137/paper18.pdf>
35. Shmelova, T., Sikirda, Y., Yatsko, M., Kasatkin, M. Collective Models of the Aviation Human-Operators in Emergency for Intelligent Decision Support System CEUR Workshop Proceedings [this link is disabled](#), 2022, 3156, сtp. 160–174 <http://ceur-ws.org/Vol-3156/paper10.pdf>
36. Collaborative Decision-Making Uncertainty Models of Air Navigation System Operators in Conflict Situations Shmelova T. Yatsko M., Logachova K. //CMiGIN 2020 Conflict Management in Global Information Networks // Proceedings of the International Workshop on Conflict Management in Global Information Networks (CMiGIN 2020) co-located with 1st International Conference on Cyber Hygiene and Conflict Management in Global Information Networks (CyberConf 2020),
37. Sikirda, Y., Shmelova, T., & Tkachenko, D. (2018). Automated System for Evaluation of the Organizational Risk Factors Influence on Flight Safety in Air Traffic Control. In 2018 IEEE 5th International Conference on

- Methods and Systems of Navigation and Motion Control, MSNMC 2018 - Proceedings (pp. 171–174). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/MSNMC.2018.8576317>
38. Shmelova, T., Sikirda, Y., & Kasatkin, M. (2019). Modeling of the Collaborative Decision Making by Remote Pilot and Air Traffic Controller in Flight Emergencies. In 2019 IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD 2019 - Proceedings (pp. 230–233). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/APUAVD47061.2019.8943877>
39. Optimization of the Strategies of Collaborative Decision Making by Remote Pilot and Air Traffic Controller in the Conflict Situations Tetiana Shmelova; Yuliya Sikirda; Mykola Kasatkin; Oleksandr Burlaka 2020 IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC) Year: 2020 | Conference Paper | Publisher: IEEE
40. Collaborative Decision-Making Models for UAV Operator's Intelligent Decision Support System in Emergencies Tetiana F. Shmelova, Yuliya V. Sikirda /ICAIIS 2021: 2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Information Systems May 2021 Article No.: 9 Pages 1–7. <https://doi.org/10.1145/3469213.3469222> Published: 28 May 2021
41. Shmelova, T., Sikirda, Y., Yatsko M. & Kasatkin, M. (2021). Synthesis of the Collaborative Decision-Making Models for Remote Pilot in Flight Emergency . In 2021 IEEE 6th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments, APUAVD 2021 - Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers October 19-21, 2021 DOI: 10.1109/APUAVD53804.2021.9615175
42. Ostroumov I.V., Kuzmenko N.S. Outliers detection in Unmanned Aerial System data. 2021 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). 2021. P. 591-594..

43. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка. Київ: НАУ, 2013. 281с. ISBN: 978-966-598-573-0.
44. Ostroumov I.V., Kuzmenko N.S. Performance Modeling of Aircraft Positioning System. Conference on Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering–Synergetic Engineering – ICTM 2021. ICTM 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. № 367. P. 297-310 DOI: 10.1007/978-3-030-94259-5_26.
45. Ostroumov I.V., Marais K., Kuzmenko N.S. Aircraft positioning using multiple distance measurements and spline prediction. Aviation. 2022. № 26(1). P. 1-10 DOI: 10.3846/aviation.2022.16589.
46. Ostroumov I.V., Kharchenko V.P., Kuzmenko N.S. An airspace analysis according to area navigation requirements. Aviation. 2019. № 23(2). P. 36-42 DOI: 10.3846/aviation.2019.10302 .
47. Ostroumov I.V., Kuzmenko N.S. Statistical Analysis and Flight Route Extraction from Automatic Dependent Surveillance-Broadcast Data. 2022 Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS). 2022. P. 1-9. DOI: 10.1109/ICNS54818.2022.9771515.
48. Ostroumov I.V., Ivashchuk O. Risk of mid-air collision estimation using minimum spanning tree of air traffic graph. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings of the 2st International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems CITRisk-2021. 2022. № 3101. P. 322-334.
49. Ostroumov I.V., Kuzmenko N.S. A Probability Estimation of Aircraft Departures and Arrivals Delays. Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021. ICCSA 2021. Lecture Notes in Computer Science. 2021. № 12950. P. 363-377 DOI: 10.1007/978-3-030-86960-1_26 .
50. Ostroumov I.V., Kuzmenko N.S. Incident detection systems, airplanes. In Vickerman, Roger. International Encyclopedia of Transportation. vol. 2.

4569 p. . UK: Elsevier Ltd., 2021. 351-357p. DOI: 10.1016/B978-0-08-102671-7.10150-2. ISBN: 9780081026717.

51. Flightaware. Офіційний веб сайт компанії. [Електронний ресурс]. URL : <https://flightaware.com/adsb/>

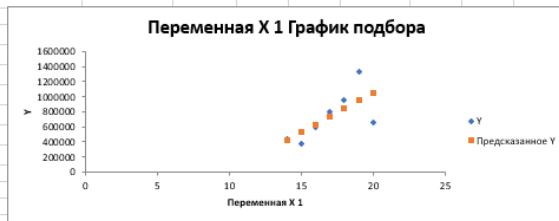
52. Software for Air Navigation analysis. Visualization of airplane trajectory based on ADS-B data messages. [Електронний ресурс]. URL : https://www.ostroumov.sciary.com/codes_airplane-trajectory-visualization

ДОДАТКИ:

Додаток А:

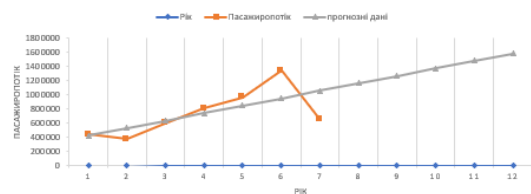
Графік пасажиропотоку аеропорту Харків

Рік	Рік	Пасажиропотік	прогнозовані дані
2014	14	437500	422579
2015	15	373600	528329
2016	16	599700	634079
2017	17	806200	739829
2018	18	962500	845579
2019	19	1340000	951329
2020	20	659300	1057079
2021	21		1162829
	22		1268579
	23		1374329
	24		1480079
	25		1585829



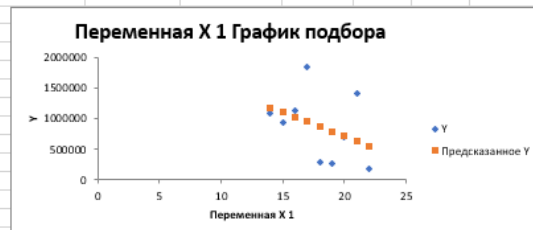
коэф.кореляції	0,685763493	Коефициент	дартная ош.	t-статистика	Значени <th>Нижние 95%</th> <td>Верхние 95% <th>Нижние 95,0%</th> <td>Вхние 95,0%</td> </td>	Нижние 95%	Верхние 95% <th>Нижние 95,0%</th> <td>Вхние 95,0%</td>	Нижние 95,0%	Вхние 95,0%
Y-пересечение	-1057921,4	859174,669	-1,231322881	0,273	-3266500,2	1150657,4	-3266500,2	1150657	
Переменная X	105750	50193,5201	2,106845661	0,089	-23276,551	234776,55	-23276,551	234777	
коэф.регресії									
v0	-1057921,4								
v1	105750								
Рівняння регресії	$y = -1057921 + 105750 * x$								

ГРАФІК ПАСАЖИРОПОТОКУ АЕРОПОРТУ ХАРКІВ



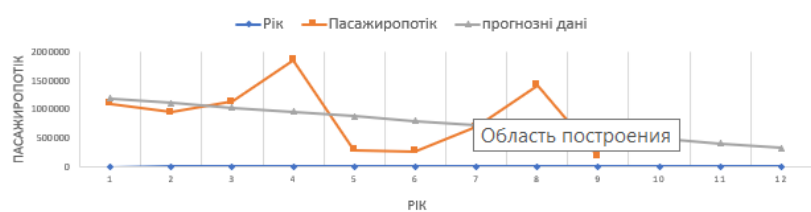
Графік пасажиропотоку аеропорту Жуляни (Київ)

Рік	Рік	Пасажиропотік	прогнозовані дані
2014	14	1090120	1185279,2
2015	15	944305	1106625,5
2016	16	1127500	1027971,8
2017	17	1851600	949318,1
2018	18	281230	870664,4
2019	19	261790	792010,7
2020	20	690300	713357
2021	21	1418153	634703,3
2022	22	170981	556049,6
	23		477395,9
	24		398742,2
	25		320088,5



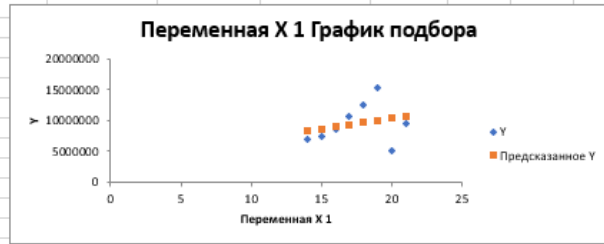
коэф.кореляції	-0,376267762	Коефициент	дартная ош.	t-статистика	Значени <th>Нижние 95%</th> <td>Верхние 95% <th>Нижние 95,0%</th> <td>Вхние 95,0%</td> </td>	Нижние 95%	Верхние 95% <th>Нижние 95,0%</th> <td>Вхние 95,0%</td>	Нижние 95,0%	Вхние 95,0%
Y-пересечение	2286430,93	1331125,18	1,71766785	0,1296	-861179,96	5434041,8	-861179,96	5434042	
Переменная X	-78653,7	73202,1255	-1,074472899	0,3182	-251749,22	94441,821	-251749,22	94441,8	
коэф.регресії									
v0	2286431								
v1	-78653,7								
Рівняння регресії	$y = 2286431 - 78653,7 * x$								

ГРАФІК ПАСАЖИРОПОТОКУ АЕРОПОРТУ ЖУЛЯНИ (КИЇВ)



Графік пасажиропотоку аеропорту Бориспіль

Рік	Рік	Пасажиропотік	прогнознi дані
2014	14	6890400	8266644,8
2015	15	7277710	8612943
2016	16	8650000	8959241,2
2017	17	10554800	9305539,4
2018	18	12603300	9651837,6
2019	19	15260300	9998135,8
2020	20	5160000	10344434
2021	21	9433000	10690732,2
	22		11037030,4
	23		11383328,6
	24		11729626,8
	25		12075925



коэф. кореляції	0,258746536							
	<i>Коефіцієнт</i>	<i>стандартна оцінка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>Значення</i>	<i>Нижніє 95%</i>	<i>Верхніє 95%</i>	<i>Нижніє 95,0%</i>	<i>Верхніє 95,0%</i>
Y-пересечення	3418470	9314973,429	0,366986554	0,72622	-19374448,88	26211388,88	-19374448,88	26211389
Переменная X	346298,2143	527779,5943	0,656141727	0,53607	-945131,9297	1637728,358	-945131,9297	1637728
коэф. регресії								
b0	3418470							
b1	346298,2143							
Рівняння регресії	$y=3418470+14285714*x$							

