

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

«__» _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО РУХУ»

**Тема: «Спільні моделі прийняття рішення в особливому випадку в польоті
«Незаконне втручання». Комплексна СППР»»**

Виконав: _____ **О.С. Полякова**

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

Нормоконтролер _____ **Г. Ф. Аргунов**

Київ 2023

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра аеронавігаційних систем
Навчальний ступінь «Магістр»
Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт»
Освітньо-професійна програма «Обслуговування повітряного руху»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д-р техн. наук, професор

_____ В. Ларін

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

ПОЛЯКОВОЇ ОЛЕКСАНДРИ СЕРГІЇВНИ

1. Тема дипломної роботи: **«Спільні моделі прийняття рішення в особливому випадку в польоті «Незаконне втручання». Комплексна СППР»** затверджена наказом ректора від “_” ____ 2023 № ____.
2. Термін виконання проекту:
3. Вихідні дані до проекту: теоретичні дані керівних документів Міжнародної організації цивільної авіації та національних документів України у сфері забезпечення та виконання польотів цивільних повітряних суден.
4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз дій авіадиспетчера при виникненні аварійної ситуації у польоті. Методи дослідження. Моделювання системи підтримки прийняття рішення авіадиспетчера в особливому випадку в польоті «незаконне втручання. Ефективність авіаційної системи. Охорона праці та охорона навколишнього середовища в авіації.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: рисунків, таблиць, блок-схема.

Календарний план-графік

Дата видачі завдання: «__» ____ 2023 року

Завдання	Терміни виконання	Відмітка про виконання
Підготовка та написання 1 розділу «Аналіз дій авіадиспетчера при виникненні аварійної ситуації у польоті»		Виконано
Підготовка та написання 2 розділу «Методи дослідження»		Виконано
Підготовка та написання 3 розділу «Моделювання системи підтримки прийняття рішення авіадиспетчера в особливому випадку в польоті «незаконне втручання»		Виконано
Підготовка та написання 4 розділу «Ефективність авіаційної системи»		Виконано
Підготовка та написання 5 розділу «Охорона праці та охорона навколишнього середовища в авіації»		Виконано
Оформлення пояснювальної записки та ілюстрованого матеріалу		
Попередній захист дипломної роботи		

Керівник: д-р техн. наук, проф.

_____ Т.Ф. Шмельова

Завдання прийняла до виконання

_____ О.С. Полякова

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Спільні моделі прийняття рішення в особливому випадку в польоті «Незаконне втручання». Комплексна СППР»: _ рисунків, _ таблиць, _ блок-схема, _ додатки, _ використане джерело.

Об'єкт дослідження – – технологія рекомендованих дій диспетчера ОПР в особливому випадку (у разі незаконного втручання).

Предмет дослідження – моделювання процесу прийняття рішення авіадиспетчера в аварійних ситуаціях, у випадку незаконного втручання.

Мета роботи – розробка системи підтримки прийняття рішення диспетчера ОПР, в особливому випадку в польоті «Незаконне втручання», для вдосконалення ситуаційної досвідченості та процесу прийняття рішень фахівцями ОПР.

Метод дослідження – теоретичні методи, математичне та комп'ютерне моделювання, математичні обчислення, розрахунки.

Дипломна робота спрямована на аналіз даних, отриманих через опитування експертів, та на створення системи підтримки прийняття рішень на основі цих даних. Ця система призначена для спільного прийняття рішень і може бути використана для прийняття важливих рішень в авіації, незаконне втручання.

При виникненні особливого випадку, такого як, незаконне втручання задля забезпечення безпеки польотів стає необхідним ухвалити обґрунтоване та оптимальне рішення з метою зменшення ризиків і негативних наслідків. У такому особливому випадку корисним інструментом є системи підтримки прийняття рішень (СППР).

НЕЗАКОННЕ ВТРУЧАННЯ, ОСОБЛИВИЙ ВИПАДОК, ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР, СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ, МЕТОД ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК, БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ, СПІЛЬНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

АРКУШ ЗАУВАЖЕНЬ

ЗМІСТ

Список аббревіатур	8
Вступ	10
Розділ 1. Аналіз дій авіадиспетчера при виникненні аварійної ситуації у польоті.....	12
1.1. Рекомендації щодо дій диспетчера ОПР при виникненні надзвичайних ситуацій	12
1.2. Аналіз подій в авіації з використанням інформації від міжнародних організацій.....	16
1.3. Аналіз дій авіадиспетчера в особливому випадку «незаконне втручання».....	19
1.4. Приклади авіаційних подій незаконного втручання	22
Висновок до розділу 1	25
Розділ 2. Методи дослідження	27
2.1. Методи прийняття рішення в умовах невизначеності	27
2.1.1. Критерій Вальда.....	27
2.1.2. Критерій Лапласа.....	28
2.1.3. Критерій Гурвіца.....	29
2.1.4. Критерій Севіджа.....	30
2.2. Метод експертних оцінок	31
2.3. Метод кореляційно-регресивного аналізу.....	32
Висновок до розділу 2	34
Розділ 3. Моделювання системи підтримки прийняття рішення авіадиспетчера в особливому випадку в польоті «незаконне втручання».....	36
3.1. Моделювання ПР в умовах визначеності методом мережевого планування	36
3.2. Моделювання ПР в умовах ризику	40
3.3. Моделювання СППР в умовах невизначеності для пошуку оптимального аеродрому посадки	43

3.4.	Побудова прототипу системи підтримки прийняття рішення авіадиспетчером в особливому випадку в польоті.....	46
3.4.1.	Опис процесу розробки прототипу системи підтримки прийняття рішень для авіадиспетчера в особливих випадках в польоті.....	46
3.4.2.	Аналіз потреб авіадиспетчерів в особливих ситуаціях в польоті.....	48
3.4.3.	Опис архітектури системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливих випадках в польоті.....	55
3.4.4.	Визначення інтерфейсу користувача для системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливих випадках в польоті.....	56
	Висновок до розділу 3	59
	Розділ 4. Ефективність авіаційної системи	61
4.1.	Кореляційно-регресивний аналіз	61
4.2.	Багатокритеріальне оцінювання ефективності системи.....	65
	Висновок до розділу 4	74
	Розділ 5. Охорона праці та охорона навколишнього середовища	76
5.1.	Різновиди впливу на довкілля та заходи для його збереження.....	76
5.2.	Вплив авіаційного транспорту на екологію.....	78
5.3.	Норми та вимоги щодо забезпечення безпеки праці при роботі з моніторами, радіолокаторами та електротехнікою	80
5.4.	Робочий процес і система організації праці на робочому місці.....	83
	Висновок до розділу 5	88
	Загальні висновки	89
	Список використаної літератури	91

СПИСОК АБРЕВІАТУР

- AIP – Aeronautical Information Publication (Публікація аеронавігаційної інформації)
- ATC – Air Traffic Control (Управління повітряним рухом)
- ATM – Air Traffic Management (Організація повітряного руху)
- ATS – Air Traffic Service (Обслуговування повітряного руху)
- ACN – Aircraft Classification Number (Класифікаційний номер повітряного судна)
- DM – Decision-Making (Прийняття рішень)
- EUROCONTROL – The European Organisation for the Safety of Air Navigation (Європейська організація з безпеки аеронавігації)
- FAA – Federal Aviation Administration (Федеральне управління авіації)
- FPL – Flight Plan (План польоту)
- IATA – International Air Transport Association (Міжнародна асоціація повітряного транспорту)
- ICAO – International Civil Aviation Organization (Міжнародна організація цивільної авіації)
- PCN – Pavement Classification Number (Класифікаційне число покриття)
- АД – Аеродром
- АС КІР – Автоматизована система керування повітряним рухом
- АДП - Аналіз дерева подій
- ДП - Дерево подій
- БзП - Безпека польотів
- ЗПС – Злітно-посадкова смуга
- ЛА - Літальний апарат
- НЦУ - Наземний центр управління
- НС - Надзвичайна ситуація
- ОПР – Обслуговування повітряного руху

ПВП – Правила візуальних польотів

ППП – Правила польотів за приладами

ПР – Прийняття рішення

ПС – Повітряне судно

СППР – Система підтримки прийняття рішень

УПР – Управління повітряним рухом

УР - Управління ризиком

ВСТУП

Організація повітряного руху забезпечується шляхом надання засобів та безперервного обслуговування з метою здійснення безпечного, економічного та ефективного функціонування. Це досягається шляхом співпраці та взаємодії всіх зацікавлених сторін, а також використання бортових і наземних функцій.

Управління повітряним рухом вимагає готовності диспетчерського персоналу працювати не лише в звичайних умовах, але й у випадку нестандартних та аварійних ситуацій, що виникають на борту повітряних суден або в системі управління повітряним рухом. Основним завданням диспетчера є надання своєчасної та кваліфікованої допомоги екіпажам повітряних суден, які потрапили у складні ситуації або стали жертвами лиха. В таких ситуаціях важливо, щоб диспетчер мав знання про аеродинаміку та конструкцію повітряних суден, а також про метеорологію, навігацію та радіоелектронні засоби спостереження та зв'язку. Це допомагає диспетчеру приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності та обмеженого часу.

СППР є обов'язковими для забезпечення оптимальних дій авіадиспетчерів у надзвичайних аварійних ситуаціях. Ці системи сприяють авіаційній галузі в підтримці безпеки, ефективності та надійності польотів, сприяючи поліпшенню процесів прийняття рішень і підвищенню рівня координації та комунікації.

У дипломній роботі буде розглянуто розробку системи підтримки прийняття рішень для диспетчера в особливому випадку польоту, а саме - незаконного втручання. Такі ситуації вирізняються обмеженим часовим проміжком для прийняття рішення та підвищеною психофізіологічною напругою оператора, а також характеризуються високим рівнем невизначеності та неповною інформацією. Саме тому важливою стає задача оцінки можливих варіантів завершення польоту, що дозволить авіаційному оператору вибрати оптимальну стратегію дій з мінімальним ризиком потенційних збитків.

Виконання цієї дипломної роботи буде мати практичне застосування в авіаційній індустрії, зокрема у диспетчерських центрах та оперативних пунктах

керування польотами. Вона може бути використана як основа для подальших досліджень та розробки нових рішень у галузі авіаційної безпеки.

Темою дипломної роботи є «Спільні моделі прийняття рішення в особливому випадку в польоті «Незаконне втручання». Комплексна СППР»

Метою дипломної роботи є розробка системи підтримки прийняття рішення диспетчера ОПР, в особливому випадку в польоті «Незаконне втручання», для вдосконалення ситуаційної досвідченості та процесу прийняття рішень фахівцями ОПР.

Для досягнення мети роботи необхідно виконати наступні задачі:

- 1) проаналізувати події в авіації з використанням інформації від міжнародних організацій
- 2) проаналізувати дії авіадиспетчера в особливому випадку «незаконне втручання»
- 3) дослідити методи прийняття рішення в умовах невизначеності, ризику та невизначеності
- 4) змоделювати власну систему підтримки прийняття рішення авіадиспетчера в особливому випадку в польоті «незаконне втручання»
- 5) побудувати прототип СППР авіадиспетчером в особливому випадку в польоті

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДІЙ АВІАДИСПЕТЧЕРА ПРИ ВИНИКНЕННІ АВАРІЙНОЇ СИТУАЦІЇ У ПОЛЬОТІ

1.1. Рекомендації щодо дій диспетчера ОПР при виникненні надзвичайних ситуацій

Злочинні втручання в повітряному просторі представляють серйозну загрозу для безпеки польотів та можуть призвести до авіаційних катастроф. В надзвичайних ситуаціях диспетчери повинні негайно та ефективно реагувати, застосовуючи необхідні заходи для забезпечення безпеки польотів.

Районний диспетчерський центр (РДЦ) та Центр польотної інформації (ЦПІ) є головними пунктами збору всієї інформації, пов'язаної з аварійними ситуаціями в повітряному коридорі в межах відповідного диспетчерського району з метою передачі цієї інформації відповідному Координаційному Центру Пошуку і Рятуння (КЦПР).

Якщо потрібно надати негайну допомогу повітряному коридору, відповідний орган АДВ або органу підходу, за командою керівника польотів (старшого диспетчера), повідомляє всі місцеві служби аварійного рятуння (відповідно до аварійного плану обслуговування) та потім повідомляє про це РДЦ.

У випадку аварійної ситуації з повітряним коридором, який відповідає певному сектору ОПР, сектор Оперативного відділу диспетчерського обслуговування (ОВД) негайно інформує сусідній сектор ОВД, що знаходиться в напрямку руху даного повітряного коридору, з метою максимально швидкого повідомлення.

Кожен орган Оперативно-розшукового ресурсу (ОРР) має обов'язок негайно сповістити про будь-яку аварійну ситуацію, яка виникла або вже сталася в повітряному коридорі. Відповідальність за запуск аварійних процедур покладається на той ОРР, який відповідає за район (зону) відповідальності, де виникла аварійна ситуація, або на того, хто першим отримав інформацію про неї.

Орган ОРР повинен старатися отримати будь-яку відсутню інформацію, яка була недоступною під час передачі повідомлення до Координаційного Центру Пошуку і Рятування (КЦПР) або до оголошення початку аварійної стадії, якщо є обґрунтована впевненість, що така стадія наступить.

Якщо протягом 30 хвилин з моменту, коли екіпаж повинен був з'явитися на зв'язку або з моменту першої невдалої спроби зв'язатися з екіпажем, диспетчер повітряного руху повинен виконати наступні дії:

- Отримати від суміжних диспетчерів повітряного руху інформацію про наявність інших повітряних суден у районі (зоні), яку вони обслуговують.
- Запитати екіпажів інших повітряних суден, які знаходяться на зв'язку, чи не мають вони інформації щодо зв'язку з екіпажем того повітряного судна, яке втратило зв'язок.
- Сповістити керівника польотів про таку інформацію:
- Характер аварійної ситуації або події.
- Тип повітряного судна, номер рейсу, радіотелефонний позивний, маршрут польоту.
- Час останнього зв'язку з повітряним судном.
- Місцезнаходження повітряного судна або останній звіт про його позицію.
- Отримати від керівника польотів директиви щодо подальших дій і діяти згідно з цими директивами.

Коли диспетчер отримує повідомлення від екіпажу повітряного судна про аварійну ситуацію на борту, яка не вимагає негайної вимушеної посадки, йому належить:

- Повідомити керівника польотів про таку інформацію:
- Характер аварійної ситуації або події.
- Тип повітряного судна, номер рейсу, радіотелефонний позивний, маршрут польоту.
- Час останнього зв'язку з повітряним судном.

- Місцезнаходження повітряного судна або останній звіт про його місцеперебування.
- У разі наявності радіолокаційного обслуговування, віддати вказівку екіпажу повітряного судна на встановлення відповідного коду відповідача (за потреби).
- Встановити режим радіомовчання (за потреби).
- Надавати обслуговування повітряному судну, що знаходиться в аварійній ситуації, з пріоритетним принципом.
- Інформувати, за потреби, екіпажі інших повітряних суден, які перебувають під контролем, про повітряне судно, що знаходиться в аварійній ситуації.
- Отримати від керівника польотів директиви щодо подальших дій і діяти відповідно до цих директив.

В повідомленні, яке орган Оперативно-розшукового ресурсу (ОРР) передає Координаційному Центру Пошуку і Рятування (КЦПР), повинна бути включена наступна інформація:

- Ступінь серйозності аварійної ситуації: "невизначеність", "тривога" або "критична ситуація", відповідно до ступеня загрози.
- Вказівка на орган або особу, яка надсилає повідомлення.
- Опис характеру аварійної ситуації або події.
- Важлива інформація, яка може бути виділена з плану польоту.
- Вказання на орган або повітряне судно, яке останнім разом було на зв'язку з повітряним судном, яке потребує рятування. Вказується час останнього контакту та використана частота зв'язку.
- Останнє звітне повідомлення щодо місцезнаходження та методу його визначення.
- Інформація про колір та розпізнавальні знаки повітряного судна.
- Дії, які були вжиті органом, що передає повідомлення.
- Інші важливі зауваження, які стосуються ситуації.

Якщо це можливо, диспетчер з Центру підтримки інфраструктури (ЦПІ) має намагатися сповістити експлуатанта, якщо одне з його повітряних суден перебуває в аварійному стані. У випадку, коли експлуатант Повітряного Коридору (ПК) надає інформацію щодо загрози на борту (наприклад, вибуховий пристрій або можливі пошкодження структури ПК) або рекомендації щодо подолання аварійної ситуації, диспетчер ЦПІ має передати цю інформацію екіпажу ПК без змін і найшвидше, як це можливо.

Орган Оперативно-розшукового ресурсу (ОРР), у міру можливості, найшвидше повідомляє інші повітряні судна, які перебувають поблизу аварійного ПК, про характер аварійної ситуації.

Якщо Орган оперативно-пошукової рятувальної служби (ОПР) знає або має підозри щодо незаконного втручання в повітряному коридорі, в повідомленнях, що передаються по каналах "земля-повітря", ОПР має утриматися від розголошення будь-яких подробиць стосовно аварійного стану, якщо така інформація не була надана екіпажем повітряного судна і якщо існують підстави вважати, що ця інформація може погіршити ситуацію.

Коли пошук за допомогою засобів зв'язку або іншої доступної інформації свідчить, що ПК не перебуває у небезпеці, Центр підтримки інфраструктури повідомляє головний Центр підтримки інфраструктури про подію, інформує керівництво Державної адміністрації цивільної авіації та інформує експлуатанта ПК.

Після отримання повідомлення (сигналу, інформації) про аварійну ситуацію на повітряному судні, керівники підприємств цивільної авіації мають негайно інформувати Координаційний центр підтримки інфраструктури цивільної авіації. У цьому повідомленні слід включити таку інформацію:

- Час отримання інформації про аварійну ситуацію та джерело цієї інформації.
- Дата, час, місце та опис аварійної ситуації.
- Тип повітряного судна, аеропорт вильоту та призначення.

- Вказівка на те, чи належить повітряне судно певному підприємству або має державну реєстрацію.
- Інформація про наявність аварійно-рятувального обладнання серед постраждалих.
- Номер рейсу, склад екіпажу та кількість пасажирів.
- Заходи, які вже були прийняті щодо пошуку та рятування.

1.2. Аналіз подій в авіації з використанням інформації від міжнародних організацій

Авіаційний транспорт вважається однією з найбільш вразливих сфер з погляду безпеки, і може становити серйозну загрозу для населення навіть у разі дотримання всіх встановлених норм і стандартів безпеки. Незаконне втручання в авіаційну сферу - це неправомірні дії, які порушують нормальну та безпечну функціонування авіаційної діяльності та авіаційних об'єктів, і можуть призвести до нещасних випадків з людьми, матеріальних збитків, захоплення або викрадення повітряних суден, або створення ситуацій, що призводять до подібних наслідків.

Акти незаконного втручання в авіаційну сферу можуть призвести до серйозних людських жертв, руйнувань, екологічних катастроф, завдати шкоди важливим, стратегічним або особливо небезпечним об'єктам, порушити їхню діяльність, спричинити паніку серед населення, завдати значних матеріальних збитків і підірвати довіру громадськості до авіаційного транспорту. Тому боротьба з актами незаконного втручання в авіаційну сферу має вельми важливе значення і привертає увагу світової спільноти.

Акти незаконного втручання включають в себе такі дії або спроби дій, які створюють загрозу для безпеки цивільної авіації, і вони охоплюють, серед іншого, такі ситуації:

1. Незаконне захоплення повітряних суден.
2. Руйнування повітряного судна, яке знаходиться в експлуатації.

3. Захоплення заручників на борту повітряних суден або на аеродромах.
4. Насильницьке проникнення на борт повітряного судна, в аеропорт або на місце розташування аеронавігаційних засобів або служби.
5. Розміщення на борту повітряного судна або в аеропорту зброї, небезпечних пристроїв або матеріалів, призначених для здійснення злочинних дій.
6. Використання повітряного судна, яке перебуває в експлуатації, з метою завдання тілесних ушкоджень, інших травм особам, смерті або значних матеріальних збитків чи шкоди довкіллю.
7. Представлення навмисно неправдивої інформації, яка ставить під загрозу безпеку повітряного судна під час польоту або на землі, а також безпеку пасажирів, членів екіпажу, наземного персоналу або громадськості в аеропорту або на місцях розташування засобів або підрозділів цивільної авіації."

Проводячи аналіз актів незаконного втручання в авіаційну сферу, можна класифікувати їх наступним чином:

1. Терористичні акти, які вважаються найбільш небезпечними для суспільства і призводять до значних збитків, зазвичай супроводжуються людськими жертвами.
2. Незаконне захоплення повітряних суден (за визначенням статті 1 Гаазької конвенції), угон і піратство. У таких випадках злочинець зазвичай не має на меті завдати шкоди людям чи повітряному судну, але це може траплятися.
3. Інші протиправні дії, які створюють загрозу безпеці цивільної авіації, можуть відбуватися не тільки на борту повітряних суден, але й на аеропортах.

Однією з найпоширеніших форм актів незаконного втручання в авіаційну діяльність є захоплення (угон) повітряних суден. Термін "незаконне захоплення

повітряного судна" означає дії, коли особа, яка перебуває на борту, незаконно за допомогою насильства або загрози насильством вживає акції, щоб отримати контроль над повітряним судном під час польоту. Важливо відзначити, що визначення незаконного захоплення повітряного судна розширюється на випадки, коли ці дії не обов'язково супроводжуються "насильством або загрозою насильством", а можуть приймати інші форми залякування. Ця точка розрізняє різні способи незаконного захоплення повітряного судна, які не обов'язково включають в себе "насильство чи загрозу насильством".

Так, угон або незаконне захоплення повітряного судна — це серйозна загроза безпеці авіаційної системи. Це може стати загрозою для пасажирів та екіпажу, а також для безпеки на землі.

Ці атаки можуть мати різні форми. Насильство або загрози можуть бути одними з найвідоміших, проте незаконне захоплення може включати й інші форми психологічного тиску чи змушування, від яких потерпілий може відчувати ризик та небезпеку для своєї особистої безпеки або безпеки оточуючих.

Угон повітряного судна — це тяжкий злочин, оскільки це не лише порушує закон, а й створює серйозні загрози для життя та безпеки. Такі події потребують негайної реакції та спеціалізованого навчання для екіпажу та персоналу, а також систем безпеки для запобігання та врегулювання подібних інцидентів.

Захоплення повітряних суден породжує серйозні наслідки для авіаційної безпеки. Відразу ж після сповіщення про такий інцидент важливо вжити заходів для негайного реагування та мінімізації загрози. Це може включати спеціальні процедури, які дозволяють здійснити зв'язок з відповідними авіаційними органами безпеки та правоохоронними агентствами для координації дій у такій критичній ситуації.

Поряд із запобіганням, важливо регулярно проводити тренування для персоналу авіакомпаній, щоб вони могли ефективно реагувати на ситуації захоплення. Це включає такі аспекти, як навички комунікації з пасажирями та

співробітниками під час кризових ситуацій, здатність визначати підозрілі дії та сприймати загрозу.

Тренування повинні охоплювати широкий спектр аспектів, включаючи комунікаційні навички під час стресових ситуацій, розпізнавання підозрілих дій або загроз, а також вміння приймати ефективні рішення в умовах обмеженого часу та під тиском. Ці тренування допомагають персоналу не лише знати протоколи безпеки, але й розвивати навички та інтуїцію, необхідні для адекватної реакції в кризових ситуаціях.

Поєднання управління кризовими ситуаціями зі стратегіями запобігання — це ключ до забезпечення безпеки в авіації. Чим більше підготовлений персонал, тим ефективніше можна реагувати на непередбачені обставини та забезпечувати безпеку у всіх сферах авіаційної діяльності.

Управління кризовими ситуаціями в авіації — це складний, але надзвичайно важливий аспект безпеки. Його важливо поєднувати зі стратегіями запобігання і прийняттям заходів для підвищення навичок персоналу в умовах непередбачуваних обставин.

1.3. Аналіз дій авіадиспетчера в особливому випадку «незаконне втручання»

У рекомендаціях Євроконтролю щодо навчання диспетчерів ОПП у роботі з надзвичайними ситуаціями (EUROCONTROL Guidelines for Controller Training in the Handling of Unusual/Emergency Situations), вказується, що для надання допомоги екіпажу під час надзвичайної ситуації, рекомендується використовувати абрєвіатуру ASSIST.

Абрєвіатура ASSIST є загальновідомою серед авіаційних фахівців. Диспетчери ОПП в усьому світі використовують її для випадків надзвичайних ситуацій, оскільки код ASSIST є найбільш зручним і зрозумілим у таких випадках.

Порядок дій авіадиспетчера під час аварійної ситуації зображений на рис. 1.1.

Розшифровка аббревіатури ASSIST подана на рис 1.2.

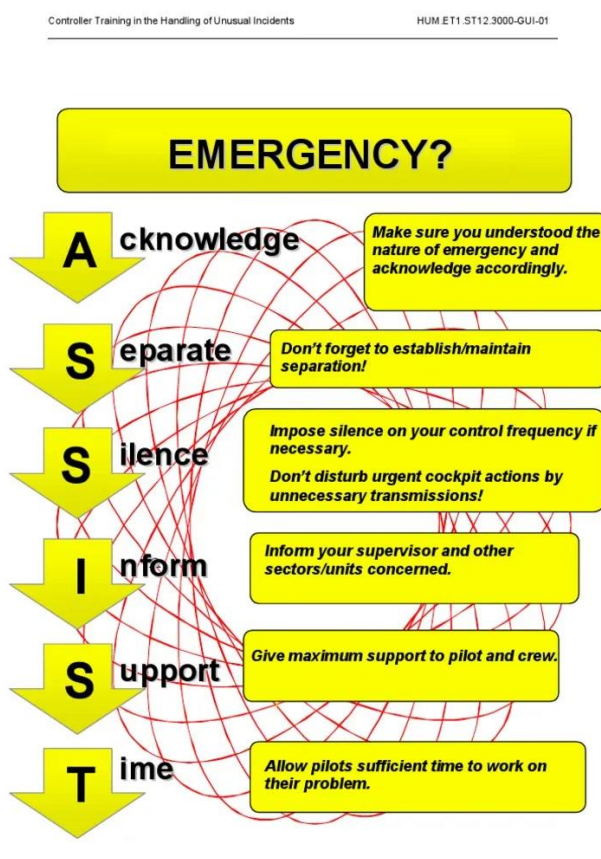


Рисунок 1.1 - Порядок дій авіадиспетчера під час аварійної ситуації згідно

ASSIST

ASSIST (A – підтвердження; S – відокремлення, S – мовчання; I – інформування, S – підтримка, T – час).

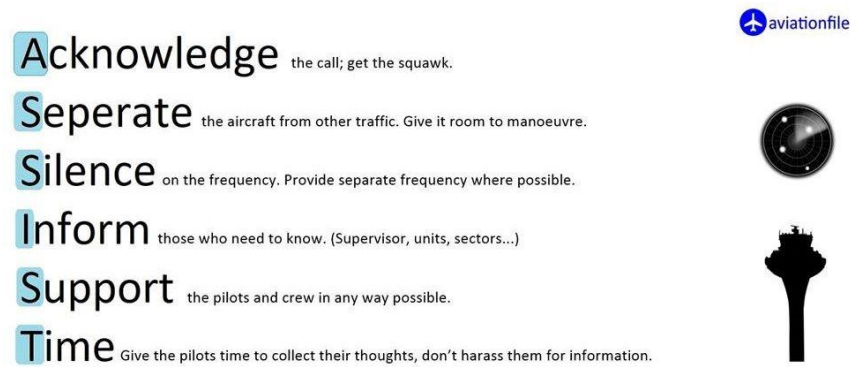


Рисунок 1.2 – абрєвіатура ASSIST

A (Acknowledge) - підтвердити, отримати дзвінок;

S (Separate) - відокремити літак від іншого транспорту, дати йому простір для маневру;

S (Silence) - забезпечити окрему частоту (тиша), де це можливо (запобігає непотрібному безладу для пілотів);

I (Inform) - інформувати тих, хто повинен знати, і тих, хто може допомогти, інформувати інших за необхідності;

S (Support) - підтримати пілотів будь-яким можливим способом, почати думати про альтернативні маршрути;

T (Time) - дати пілотам час зібратися з думками, не переслідувати їх за інформацію.

В особливому випадку «незаконне втручання» у польоті слід використовувати принцип роботи ASSIST:

A - отримати та підтвердити інформацію про незаконне втручання на борту літака, запитати про наміри екіпажу, якщо це можливо, перевірити готовність пілота до управління літаком та встановити кількість пасажирів на борту, а також визначити обсяг пального;

S - Забезпечити відокремлення повітряного судна від інших учасників авіаційного руху, визначити його пріоритет для посадки, зберігати вільність

робочої злітно-посадкової смуги від інших літаків, що здійснюють посадку або зліт, і транспорту;

S - відключити несрочні дзвінки за необхідності і використовувати окремий радіочастотний канал, якщо це можливо;

I - повідомити негайно екстрені служби аеропорту, керівнику польотів та всім зацікавленим сторонам відповідно до встановлених процедур, з метою негайного виконання посадки;

S - надавати повітряному судну та екіпажу, які потрапили під незаконне втручання, усю необхідну інформацію, яку вони можуть потребувати (наприклад, інформацію про тип процедури посадки, довжину злітно-посадкової смуги та деталі аеродрому і таке інше);

T - забезпечити можливість оцінити ситуацію без відволікання.

1.4. Приклади авіаційних подій з незаконним втручанням

Один із прикладів незаконного втручання в авіаційну історію відбувся 11 вересня 2001 року, коли сталася трагедія. У цьому інциденті чотири пасажирські літаки були захоплені терористами, майже одночасно та в різний час після зльоту. Один з цих літаків був рейсом 77 авіакомпанії American Airlines. Він став третім літаком, що був задіяний у терористичному акті. Цей Boeing 757-223 виконував своєчасний внутрішньоконтинентальний рейс AAL77 із Вашингтона до Лос-Анджелесу. У літака відбулося захоплення менш ніж через 35 хвилин після зльоту. Загарбники вигнали обох пілотів із кабіни та змушували всіх пасажирів та членів екіпажу перейти у задню частину літака. Деякі з пасажирів змогли зв'язатися з рідними за допомогою мобільних телефонів і повідомити про захоплення літака. Цей літак зіткнувся з західним крилом Пентагону о 09:37 за восточноамериканським часом. Унаслідок цього події загинули всі 64 особи на борту літака, включаючи 5 терористів, та 125 людей у будівлі Пентагону, а ще 106 осіб отримали поранення. Трагедія 11 вересня 2001 року була великим ударом для всього світу та авіаційної галузі. Цей жахливий акт тероризму спричинив

неймовірну втрату життів і викликав перегляд і підвищення безпекових заходів у галузі авіації на рівні всього світу.

Цей випадок показав вразливість системи безпеки та підкреслив необхідність посилення заходів з протидії тероризму в авіації. Після цієї трагедії було впроваджено ряд нових протоколів та технологій для забезпечення безпеки пасажирів і запобігання подібним ситуаціям. Це включало поліпшення процедур перевірки пасажирів, зміни в кокпіт-контролі та сильне збільшення обсягів тренувань для персоналу, спрямованих на реагування на захоплення та інші надзвичайні ситуації. [23]

Другий випадок, велика авіаційна трагедія, яка сталася 21 грудня 1988 року через теракт. Літак Boeing 747-121 від авіакомпанії Pan American здійснював запланований міжконтинентальний рейс PA103 за маршрутом Франкфурт-на-Майні—Лондон—Нью-Йорк—Детройт. Однак через 58 хвилин після вильоту з Лондона відбувся вибух у вантажному відсіку в передній частині літака, що призвело до його руйнування. Уламки літака впали на місто Локербі в Шотландії. Коли літак перебував на висоті FL310 (9450 метрів) над Шотландією, стався вибух в передній частині літака, що викликав різницю у тиску між внутрішнім тиском у літаку і тиском повітря на цій висоті. В результаті у лівій частині фюзеляжу (під буквою "P" логотипу "PAN AM") виникла дірка шириною 50 сантиметрів. Пошкодження керувальних тросів призвело до нахилу літака вліво і входження його в пікірування. Унаслідок цієї катастрофи загинули 270 людей - всі 259 осіб, що перебували на борту літака (243 пасажирів і 16 членів екіпажу), а також 11 осіб на землі. [24]

Наостанок, розглянемо третій випадок незаконного вручення, який відбувся У Карачі, Пакистан, 5 вересня 1986 року відбулося подія, коли палестинські бойовики захопили літак Boeing 747, що належав авіакомпанії Pan American. Ця група утримувала заручників протягом понад 17 годин, і після цього виникла конфліктна ситуація. Літак виконував рейс з Бомбея до Нью-Йорка та приземлився в аеропорту Карачі о 5:25 ранку. Зловмисники прикидалися

працівниками служби безпеки пакистанського аеропорту, були одягнуті в блакитну уніформу. Ці особи були членами терористичної організації Абу Нідала, яку підтримувала влада Лівії. Їх дії були спрямовані проти політики США та Ізраїлю на Близькому Сході. Терористи, збуджені, відкрили вогонь і вбили одного з пасажирів-американців. Вони також наказали стюардесам зібрати всі паспорти пасажирів, особливо американські, та окремо їх зберегти. Палестинські бойовики планували використати цей літак для перевезення палестинських в'язнів на Кіпр і в Ізраїль, були озброєні автоматами, пістолетами і гранатами. У результаті цієї події загинуло 43 людини, а приблизно 120 отримали поранення. Ця подія, подібно до інших подібних терористичних актів, змусила авіаційну галузь переглянути та підвищити рівень безпеки для захисту пасажирів, екіпажу та літаків від подібних загроз. Це також підкреслило важливість співпраці між країнами та міжнародних організацій у боротьбі з тероризмом та забезпеченні безпеки в цілому.

Запам'ятовуючи та аналізуючи такі події, авіаційна галузь намагається підвищити свій рівень готовності до непередбачених ситуацій та реагування на них, щоб забезпечити максимальний рівень безпеки для пасажирів та персоналу.

[25]

Висновок до розділу 1

Розглядаючи конкретний випадок в авіації, а саме "незаконне втручання", можна зазначити, що злочинні втручання в повітряному просторі представляють серйозну загрозу для безпеки польотів та можуть спричинити авіаційні катастрофи. У виняткових ситуаціях диспетчери повинні негайно та ефективно реагувати, застосовуючи необхідні заходи для забезпечення безпеки авіапольотів.

При аналізі документів Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) і Правил польотів в повітряному просторі України було виявлено основні функції диспетчерського обслуговування повітряного руху, в яких основний акцент робиться на забезпеченні безпеки повітряного руху, а також на правилах польотів в умовах незаконного втручання.

Здійснення актів незаконного втручання в авіаційній сфері може призвести до серйозних наслідків, таких як загибель людей, матеріальні збитки, екологічні катастрофи, пошкодження важливих, стратегічних та особливо небезпечних об'єктів, порушення їхньої діяльності, паніка серед населення та підірвання довіри громадськості до авіаційного транспорту. Тому боротьба з актами незаконного втручання в авіаційній сфері є надзвичайно важливою.

У випадку виникнення надзвичайної ситуації, диспетчери ОПР діють відповідно до принципу "ASSIST," який означає "Acknowledge" (визнати) – "Separate" (відокремити) – "Silence" (зберігати тишу) – "Inform" (повідомити) – "Support" (підтримати) – "Time" (час), на основі якого розробляється комп'ютерна система для оперативного управління ситуацією під час складних умов польоту.

Розгляд сценаріїв незаконного втручання під час авіапольотів — важлива частина стратегії забезпечення безпеки в авіації. Цей аналіз включає в себе ретельне розглядання подій, що сталися, та їх наслідків для розробки кращих стратегій запобігання подібним ситуаціям у майбутньому.

Це означає вивчення різних сценаріїв захоплення, їхніх особливостей та впливу на безпеку польотів. Наприклад, аналіз конкретних інцидентів захоплення може включати в себе дослідження дій захопників, вплив на пасажирів, реакцію екіпажу, способи взаємодії з відповідними авіаційними органами та поліцією, а також ефективність заходів управління кризовою ситуацією.

Такий аналіз надає можливість поглиблено розібрати окремі інциденти, виявити недоліки в системі безпеки та знайти способи покращення реагування на подібні ситуації у майбутньому. Він служить основою для вдосконалення навчальних програм для екіпажів, розробки стратегій безпеки та реагування на непередбачені випадки.

В рамках аналізу також розглядалися різні сценарії незаконного втручання, які трапилися під час авіапольотів.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи прийняття рішення в умовах невизначеності

При роботі авіадиспетчера, який займається керуванням повітряним рухом, особливо важливим стає вміння приймати рішення в умовах невизначеності. Методи прийняття рішень в цій сфері є важливим елементом, що впливає на забезпечення безпеки та ефективності повітряного руху.

Умови невизначеності в авіаційній діяльності виникають через непередбачувані зміни у погодних умовах, технічних поломок, аномальних ситуацій або інших факторів, які можуть виникнути під час польоту або на землі. Особливо важливою стає здатність ефективно реагувати та приймати рішення в умовах невизначеності для забезпечення безпеки пасажирів та повітряного простору[1;2].

В цьому розділі буде детально розглянуто чотири критерія, які застосовуються для прийняття рішень в умовах невизначеності:

- а) Критерій Вальда;
- б) Критерій Лапласа;
- в) Критерій Гурвіца;
- г) Критерій Севіджа.

2.1.1 Критерій Вальда

Основна ідея критерію Вальда полягає в тому, щоб забезпечити максимальну гарантію у найгіршому можливому сценарії. Для авіадиспетчерів це означає вибір такого рішення, яке максимізує мінімальне очікуване значення, тобто гарантує максимальний результат, навіть у самих поганих обставинах.

Критерій Вальда робить прийняття рішень більш простим у ситуаціях, де важко передбачити розвиток подій чи оцінити ймовірності різних сценаріїв. Це особливо корисно в умовах невизначеності, де диспетчер повинен швидко та ефективно реагувати на зміни у ситуації.

У сфері авіадиспетчерського обслуговування критерій Вальда може бути застосований для вибору рішень, що максимізують гарантований мінімум у ситуаціях, де немає чіткої інформації про можливі наслідки.

Однією з головних переваг є простота використання критерію Вальда. Він не вимагає докладного розгляду ймовірностей чи великої кількості даних. Це дозволяє диспетчерам швидко реагувати та приймати рішення в обмежений час.

Однак, критерій Вальда може бути недостатньо чутливим до ймовірностей різних подій, ігноруючи можливість настання різних сценаріїв. Це обмеження важливе, оскільки у авіаційній сфері різні події можуть мати різні ймовірності виникнення[1;2].

Розраховується критерій Вальда за такою формулою (2.1):

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (2.1)$$

2.1.2 Критерій Лапласа

Критерій Лапласа — це метод прийняття рішень в умовах невизначеності, який базується на розрахунку середнього арифметичного очікуваного прибутку (або втрат) для кожної альтернативи. Цей метод часто використовується в теорії прийняття рішень для вирішення проблем, пов'язаних із невизначеністю.

Основна ідея критерію Лапласа полягає в тому, щоб прийняти рішення, для якого очікуване значення прибутку (чи втрати) є найбільшим. Щоб розрахувати очікуване значення, необхідно визначити ймовірність кожної можливої події та її вплив на прибуток (чи втрату).

Критерій Лапласа може бути використаний в ситуаціях, коли нам потрібно приймати рішення в умовах невизначеності, і ми не маємо достатньої інформації для точного визначення ймовірностей подій. В цьому випадку ми припускаємо, що всі можливі події мають однакову ймовірність.

Принципові переваги критерію Лапласа включають його простоту та інтуїтивність. Цей метод не вимагає складного визначення ймовірностей чи детального аналізу ризиків. Він може бути швидким і простим інструментом для прийняття рішень в ситуаціях, де інші дані недоступні.

Однак важливо зазначити, що критерій Лапласа має свої обмеження. Він передбачає рівномірний розподіл ймовірностей, що може бути нереалістичним в багатьох сценаріях. Крім того, він може не враховувати важливі деталі чи взаємозв'язки між подіями.

У складних ситуаціях, де ризики і ймовірності можуть відрізнятися, інші методи, такі як аналіз ризиків, дерева рішень чи байєсівське прийняття рішень, можуть бути більш адекватними. Критерій Лапласа часто використовується як початковий підхід для швидкого оцінювання ситуації перед більш детальним аналізом[1;2].

Розраховується критерій Лапласа за такою формулою (2.2):

$$A_i^* = \max a_i \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N u(a, \lambda) \right\} \quad (2.2)$$

2.1.3 Критерій Гурвіца

Критерій Гурвіца є методом прийняття рішень у теорії прийняття рішень, який допомагає вибрати оптимальний варіант з множини альтернатив. Цей критерій був розроблений італійським економістом Марселло Гурвіце.

Основна ідея критерію полягає в тому, щоб враховувати як оптимістичний, так і песимістичний підхід при прийнятті рішень. Кожній альтернативі присвоюється числова оцінка, що відображає її вартість або вигоду. Параметр " α " (альфа) визначає ступінь оптимізму чи песимізму приймаючого рішення. Якщо $\alpha = 0$, то особа повністю песимістична і вибирає альтернативу з максимальним значенням мінімальної оцінки. Якщо $\alpha = 1$, то вона є повністю оптимістичною і обирає альтернативу з максимальним значенням максимальної оцінки[1;2].

Деякі властивості критерію Гурвіца:

- а) **Чутливість до параметра α :** Значення параметра α визначає ступінь оптимізму чи песимізму приймаючого рішення. Зміна цього параметра може вплинути на кінцевий вибір альтернативи, надаючи можливість приймаючому рішенню враховувати свої власні ступені оптимізму чи песимізму.

- б) **Здатність до адаптації:** Критерій Гурвіца може бути легко адаптований до різних ситуацій або вимог, змінюючи значення параметра α . Це робить його корисним інструментом для врахування різних ступенів толерантності до ризику чи песимізму.
- в) **Збереження інформації про максимальну та мінімальну оцінки:** Критерій Гурвіца враховує як максимальну, так і мінімальну оцінку альтернатив, що дозволяє уникнути втрати інформації про екстремальні значення.
- г) **Залежність від розподілу оцінок:** Ефективність критерію Гурвіца може залежати від конкретного розподілу оцінок серед альтернатив. В окремих випадках цей критерій може призводити до вибору альтернативи, яка не є оптимальною з точки зору конкретної ситуації.
- д) **Простота обчислення:** Розрахунок критерію Гурвіца є досить простим, що робить його зручним для використання в практичних ситуаціях.

Критерій Гурвіца розраховується за формулою (2.3):

$$A^* = \max_{A_i} \left\{ \alpha \max_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) + (1 - \alpha) \min_{B_j} u_{ij}(A_i, B_j) \right\} \quad (2.3)$$

2.1.4 Критерій Севіджа

Критерій Севіджа є одним із методів прийняття рішень в теорії прийняття рішень. Цей критерій був розроблений американським статистиком Леонардом Джимом Севіджем. Головна ідея критерію полягає в тому, щоб максимізувати очікувану корисність (очікувану вигоду) при виборі рішення.

Вибір альтернативи, що мінімізує величину максимальних втрат, є характерною особливістю критерію Севіджа. Цей критерій базується на ідейному підході, відомому як "максимін" (maximin), де вибирається та альтернатива, яка мінімізує максимальні можливі втрати[1;2].

Основні кроки застосування критерію Севіджа з врахуванням максимін підходу:

1. **Формулювання альтернатив:** Визначення різних альтернатив або рішень, які можуть бути прийняті.
2. **Визначення станів природи:** Опис можливих станів природи або подій, які можуть відбутися в майбутньому.
3. **Оцінка втрат:** Для кожної пари (альтернатива, стан природи) визначаються можливі втрати. Це може включати вигоди або втрати, пов'язані з кожним можливим варіантом.
4. **Побудова матриці втрат:** Створення матриці, де в кожній комірці вказані величини втрат для відповідної пари (альтернатива, стан природи).
5. **Визначення максимальних втрат:** Для кожного рядка матриці втрат визначається максимальне значення.
6. **Вибір альтернативи:** Вибирається та альтернатива, для якої максимальне значення максимальних втрат є мінімальним.

Розраховується критерій Севіджа за такою формулою (2.4):

$$A^* = \min_{B_j} \max_{A_i} r_{ij}(A_i, B_j), \quad (2.4)$$

2.2. Метод експертних оцінок

Метод експертних оцінок — це підхід до прийняття рішень, який базується на залученні експертів з відповідною компетентністю для отримання їхніх оцінок і думок щодо конкретної проблеми чи ситуації. Цей метод може використовуватися в різних областях, включаючи технології, науку та управління[1;2].

Основні кроки методу експертних оцінок включають:

1. **Визначення проблеми чи завдання:** Яка конкретна проблема чи ситуація потребує рішення чи оцінки?
2. **Вибір експертів:** Обираються фахівці з області, пов'язаної із вирішенням проблеми. Експерти повинні мати достатні знання та досвід для надання компетентних оцінок.

3. **Розробка шкали оцінок:** Створюється шкала або система для оцінювання різних аспектів проблеми. Шкала може бути числовою, категорійною або комбінованою.
4. **Надання інформації експертам:** Експертам надається інформація про проблему чи завдання, а також про контекст, в якому вони повинні надавати свої оцінки.
5. **Збір оцінок:** Експерти надають свої оцінки відповідно до визначеної шкали.
6. **Аналіз та узагальнення результатів:** Оцінки експертів аналізуються, і їх комбінують для отримання загального уявлення або рекомендацій.
7. **Прийняття рішення:** На підставі зібраних оцінок приймається рішення щодо вирішення проблеми чи завдання.

Цей метод може бути ефективним в ситуаціях, коли існує нестабільна чи обмежена інформація, або коли потрібно врахувати різноманітні точки зору експертів. Однак важливо правильно вибирати експертів і ретельно контролювати процес збору та аналізу оцінок для забезпечення об'єктивності та достовірності результатів[1;2].

2.3. Метод кореляційно-регресивного аналізу

Метод кореляційно-регресивного аналізу - це статистичний метод, що використовується для вивчення взаємозв'язків між змінними. Основна ідея полягає в тому, щоб визначити, як одна змінна залежить від іншої, а також визначити характер цієї залежності.

Основні кроки кореляційно-регресивного аналізу:

1. **Збір даних** - зібрати дані про значення двох (або більше) змінних для кожного спостереження.
2. **Кореляційний аналіз** - визначити, наскільки сильно змінні корелюють між собою. Кореляційний коефіцієнт може бути використаний для

вимірювання ступеня лінійної залежності між змінними. Найпоширенішим кореляційним коефіцієнтом є коефіцієнт Пірсона.

3. **Регресійний аналіз** - якщо між змінними існує статистично значуща кореляція, можна провести регресійний аналіз для визначення функціонального відношення між ними. Регресійний аналіз дозволяє побудувати рівняння регресії, яке описує, як залежна змінна змінюється від незалежної змінної (або змінних).
4. **Інтерпретація результатів** - проаналізувати отримані результати, визначити ступінь впливу однієї змінної на іншу та переконатися у статистичній значущості виявленої залежності.

Висновок до розділу 2

В цьому розділі було розглянуто ряд методів та критеріїв, спрямованих на оптимізацію процесу прийняття рішень в умовах, коли інформація є неповною або невизначеною. Зокрема, були досліджені інструменти, такі як критерій Вальда, критерій Лапласа, критерій Севіджа та критерій Гурвіца.

Критерій Вальда дозволяє визначити оптимальний варіант рішення, оснований на максимізації очікуваної корисності. Критерій Лапласа, з свого боку, враховує рівномірність розподілу ймовірностей та дозволяє обирати стратегію на основі середньої корисності. Критерій Севіджа виокремлюється своєю спроможністю управління ризиком, де рішення приймаються з урахуванням ймовірності появи різних станів природи та їх впливу на результати. Критерій Гурвіца, з свого боку, враховує баланс між ризиком та надійністю рішення.

Крім того, досліджено метод експертних оцінок, який залежить від збору та аналізу думок експертів для прийняття обґрунтованих рішень. Також вивчено метод кореляційно-регресивного аналізу, який дозволяє встановити залежності між різними факторами та їх вплив на прийняття рішень.

Ці методи допомагають аналізувати складні ситуації та ризики, допомагають у виборі оптимальних стратегій та прийнятті рішень, що ґрунтуються на обґрунтованій оцінці та даних.

Ці методи та критерії є важливими інструментами для авіадиспетчерів, оскільки дозволяють аналізувати складні ситуації та ризики в умовах невизначеності. Вони допомагають здійснювати обґрунтовані та ефективні рішення, враховуючи різноманітні аспекти та можливі наслідки в авіаційній діяльності. Особливо важливим є вміння оцінювати ризики та максимізувати корисність при прийнятті рішень, що впливають на безпеку та ефективність авіаційних операцій.

Отже, ці методи та критерії відкривають можливості для вирішення складних завдань у прийнятті рішень для авіадиспетчерів. Їхнє застосування

дозволяє враховувати нестабільні умови, ризики та невизначеність у виборі оптимальних рішень.

Залежно від конкретної ситуації та умов, авіадиспетчерам доводиться вирішувати різноманітні завдання, де важливо врахувати потенційні ризики та максимізувати користь від обраного рішення. Це стає ключовим для забезпечення безпеки польотів та ефективного управління повітряним простором.

Ці методи і критерії допомагають створити систему, яка базується на обґрунтованих даних та аналізі, що враховує різноманітні фактори. Такий підхід сприяє кращому розумінню складних ситуацій та прийняттю найбільш доцільних рішень у сфері авіації.

Використання цих методів у роботі дозволяє підвищити ефективність роботи авіадиспетчерів, знизити ризики та забезпечити більшу безпеку у небезпечних ситуаціях. Це важливий крок у підвищенні рівня якості та безпеки авіаційної діяльності.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ АВІАДИСПЕТЧЕРА В ОСОБЛИВОМУ ВИПАДКУ В ПОЛЬОТІ «НЕЗАКОННЕ ВТРУЧАННЯ»

3.1. Моделювання ПР в умовах визначеності методом мережевого планування

У разі виникнення такого особливого випадку в польоті, як незаконне втручання, дії авіадиспетчера можуть відрізнятися від встановленого алгоритму роботи. Відповідно до ASSIST, для надання максимальної допомоги екіпажу, маємо технологію необхідних дій авіадиспетчера, наведену в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Декомпозиція процедур авіадиспетчера під час
незаконного втручання

№	Опис
1.	Отримати інформацію від екіпажу про проблему з незаконним втручанням
2.	Підтвердити, що дійсно проблема з незаконним втручанням
3.	Запитати про наміри екіпажу
4.	Відокремити повітряне судно від іншого трафіку
5.	Визначити пріоритет для посадки ПК, тримати активну злітно-посадкову смугу подалі від вильотів, прибуття та транспортних засобів
6.	Встановити режим тиші (за потреби) і використовувати окрему частоту, де це можливо
7.	Інформувати служби надзвичайних ситуацій аеропорту та всіх зацікавлених сторін відповідно до місцевих процедур
8.	Підтримувати політ, який має проблеми з незаконним втручанням, надавши будь-яку інформацію, яка запитується та визнається необхідною
9.	Дати час екіпажу для оцінки ситуації, не тиснути на нетермінові справи

На основі отриманих даних побудуємо алгоритм дій авіадиспетчера в особливому випадку у польоті «Незаконне втручання» (рис.3.1).

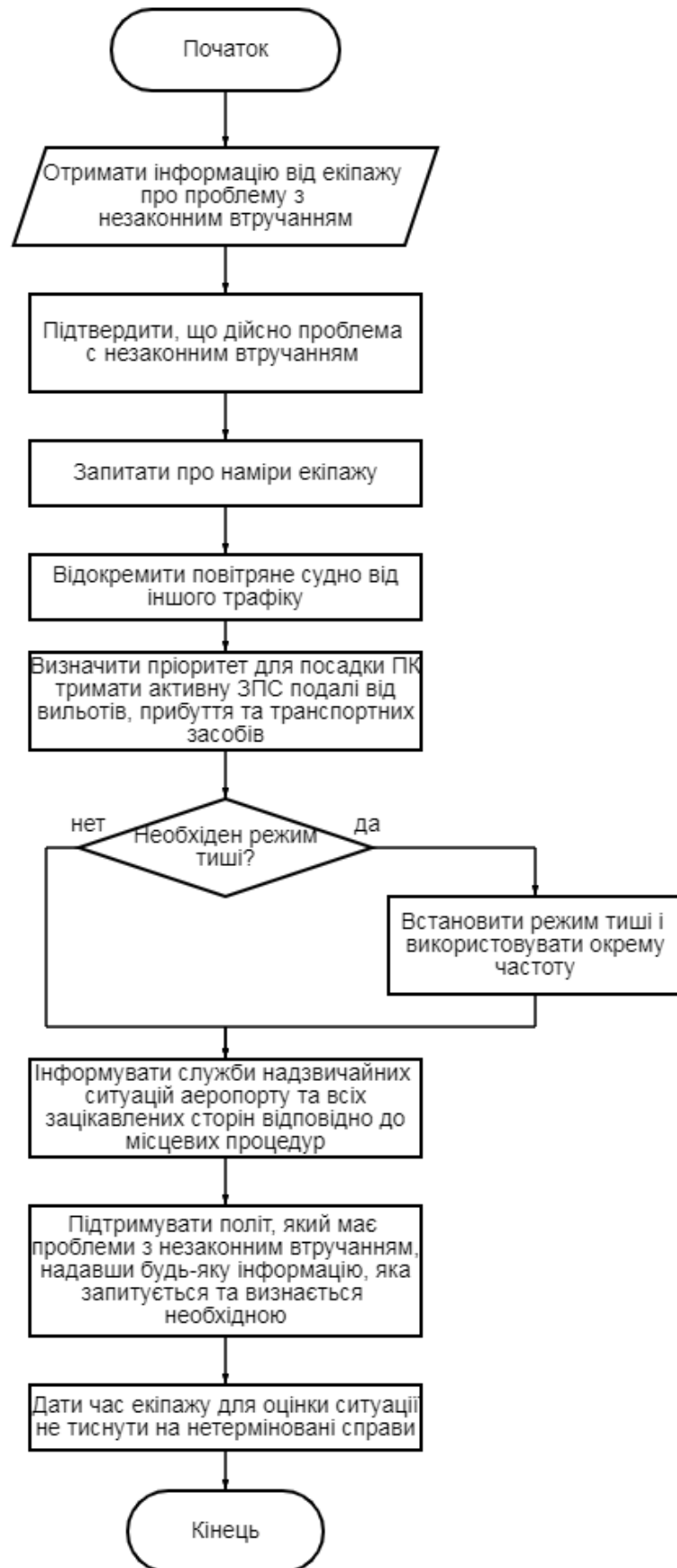


Рисунок 3.1 – Блок-схема дій авіадиспетчера

Далі необхідно визначити час, який вимагається для виконання кожної дії авіадиспетчера. У нашому випадку, цей час був визначений шляхом використання методу експертних оцінок. Результати аналізу часу, необхідного авіадиспетчеру для проведення заходів в особливому випадку в польоті, а саме проблеми незаконного втручання, наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Отримані думки експертів

	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5
1	12	9	13	15	10
2	9	11	8	12	10
3	25	15	26	21	20
4	60	57	45	55	65
5	40	35	45	50	42
6	13	15	20	25	16
7	25	35	30	37	31
8	27	32	21	30	25
9	25	27	35	32	30

Відповідно до значень, які ми отримали, розрахуємо коефіцієнт варіації, який відповідає за узгодженість думок експертів (табл. 3.3):

Таблиця 3.3 - Результати методу експертних оцінок

Операція	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈	a ₉
Експерт 1	12	9	25	60	40	13	25	27	25
Експерт 2	9	11	15	57	35	15	35	32	27
Експерт 3	13	8	26	45	45	20	30	21	35
Експерт 4	15	12	21	55	50	25	37	30	32
Експерт 5	10	10	20	65	42	16	31	25	30
t_{сер}	11,8	10	21,4	56,4	42,4	17,8	31,6	27	29,8
Дисп	5,7	2,5	19,3	54,8	31,3	22,7	21,8	18,5	15,7
Середньок.відх.	2,38	1,58	4,39	7,40	5,59	4,76	4,66	4,3	3,96
Коеф. вар., %	20,23	15,81	20,52	13,12	13,19	26,76	14,77	15,93	13,29

За результатами проведених розрахунків видно, що думка експертів повністю збігається, оскільки коефіцієнт варіації не перевищує 33%. Час, який буде використовуватися для виконання процедур, подано у структурно-часовій таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Структурно-часова таблиця технології роботи диспетчера

№	Операція	Опис		Час операції t, сек
1.	a ₁	Отримати інформацію від екіпажу про проблему з незаконним втручанням	-	10
2.	a ₂	Підтвердити, що дійсно проблема з незаконним втручанням	a ₁	9,5
3.	a ₃	Запитати про наміри екіпажу	a ₁ , a ₂	20
4.	a ₄	Відокремити повітряне судно від іншого трафіку	a ₃	65
5.	a ₅	Визначити пріоритет для посадки ПК, тримати активну злітно-посадкову смугу подалі від вильотів, прибуття та транспортних засобів	a ₈	42
6.	a ₆	Встановити режим тиші (за потреби) і використовувати окрему частоту, де це можливо	a ₃	16
7.	a ₇	Інформувати служби надзвичайних ситуацій аеропорту та всіх зацікавлених сторін відповідно до місцевих процедур	a ₄	31
8.	a ₈	Підтримувати політ, який має проблеми з незаконним втручанням, надавши будь-яку інформацію, яка запитується та визнається необхідною	a ₅	25
9.	a ₉	Дати час екіпажу для оцінки ситуації, не тиснути на нетермінові справи	a ₃	30

На основі отриманих даних створено мережевий графік (рис. 3.2), що ілюструє критичний час, необхідний для виконання всіх дій диспетчера у випадку незаконного втручання.

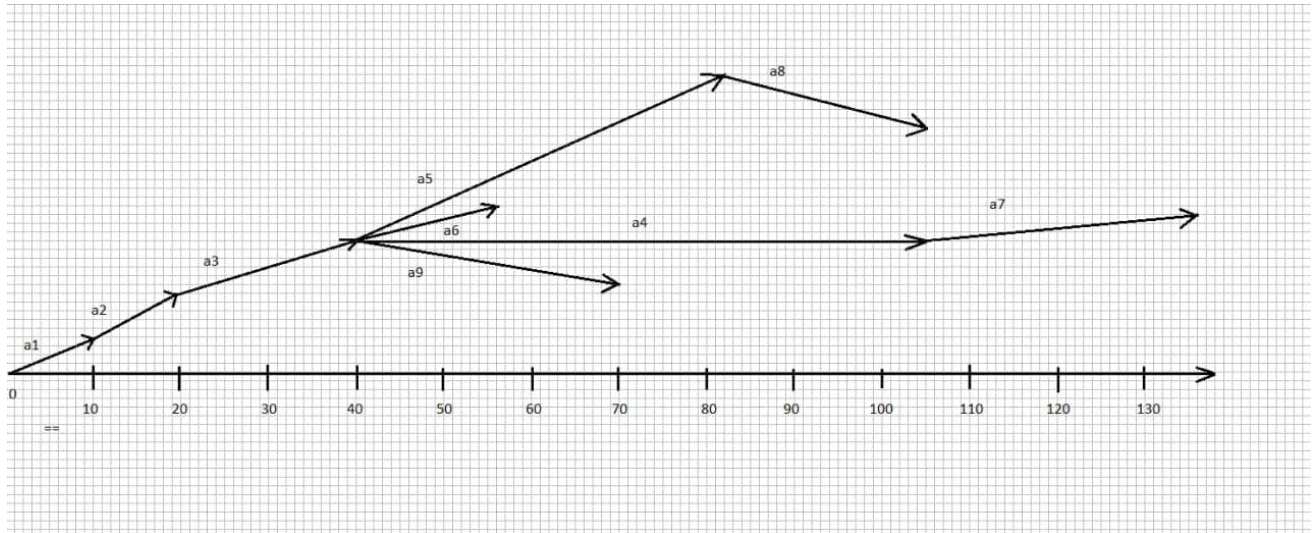


Рисунок 3.6 – Мережевий графік виконання комплексу дій авіадиспетчера

З отриманого графіку визначаємо необхідні параметри для побудови СППР:

- Критичний шлях: $S_{кр} = a1, a2, a3, a4, a7$
- Критичний час: $T_{кр} = 10+9,5+20+65+31= 135,5$ сек

3.2. Моделювання прийняття рішень в умовах ризику

У ситуаціях з підвищеним ризиком, коли потрібно прийняти рішення щодо подальшого розвитку обставин, цілком доцільно відобразити послідовність дій оператора (АТСО) у вигляді дерева рішень. Це надає можливість провести структурний аналіз даної проблеми.

Використання дерева рішень у ситуаціях з підвищеним ризиком для оператора повітряного руху (АТСО) є важливим інструментом. Це дозволяє систематизувати можливі дії та наслідки кожного варіанту вирішення проблеми.

Дерево рішень може починатися з ключової ситуації, наприклад, інциденту в повітрі чи в будь-якому елементі авіаційного обслуговування. Кожна гілка цього дерева може представляти окремий шлях реагування на події.

Наприклад, у випадку нештатної ситуації в повітрі, АТСО може мати різні варіанти дій: зміна маршруту польоту, зв'язок з екіпажем для отримання додаткової інформації, співпраця з іншими службами безпеки тощо. Кожен з цих варіантів може мати свої наслідки та можливість вплинути на подальші дії.

Цей метод дозволяє операторам АТСО уявити різні сценарії, аналізувати їх можливі наслідки та вибирати оптимальний шлях дій для забезпечення безпеки польотів та ефективного керування ситуацією. Він допомагає підготуватися до можливих складних ситуацій та вирішувати їх швидко та обґрунтовано.

Для цього нам слід сформулювати вхідні дані для подальшого вирішення нашого завдання.

p_1 – ймовірність того, що посадка пройде успішно;

p_2 – ймовірність аварійної посадки;

u – втрати, яких зазнає пілот у результаті певних дій;

R – ризики;

A – оптимальне альтернативне рішення для пілота в даній особливій ситуації такі.

Отже, за допомогою методу експертних оцінок визначимо необхідні нам значення та отримані вхідні дані представимо у таблиці нижче (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 - Вхідні дані для побудови дерева рішень

Тип ситуації	Кількість втрат			
	$p_1 = 0,4$		$p_2 = 0,6$	
Посадка на аеродромі призначення	u_{21}	8	u_{22}	7
Посадка на найближчому придатному аеродромі	u_{31}	4	u_{32}	4
Обладнаний аеродром	u_{51}	3	u_{52}	4
Необладнаний аеродром	u_{61}	2	u_{62}	5

За допомогою цих даних побудуємо дерево рішень відповідно до нашої ситуації (рис. 3.7).

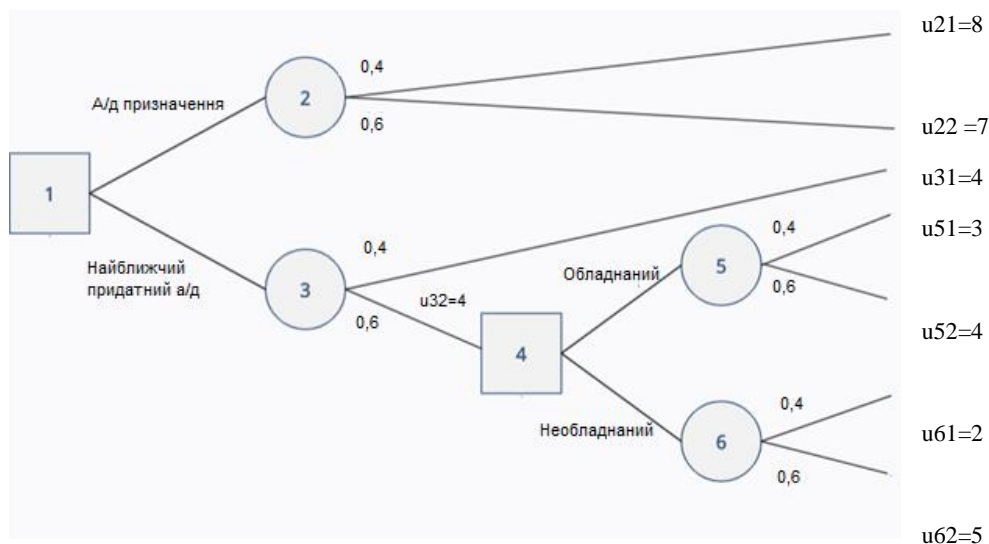


Рисунок 3.7 – Дерево рішень

Розраховуємо усі можливі ризики для визначення оптимального альтернативного рішення для даної ситуації.

Для альтернативи А4 оптимальне рішення – $R_{45} = 3,6$

Для альтернативи А1 оптимальне рішення – $R_{13} = 4$

Згідно отриманих результатів бачимо, що оптимальним рішенням з мінімальними втратами для пілота у даному випадку є посадка на найближчий обладнений аеродром. На дереві рішень (рис. 3.8) позначено оптимальне рішення.

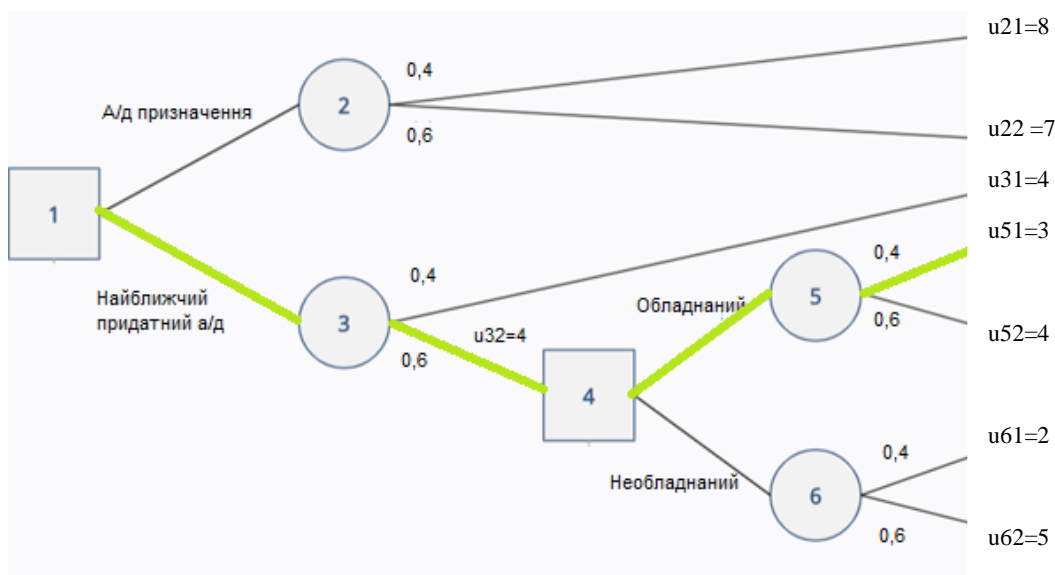


Рисунок 3.8 – Дерево рішень для особливої ситуації у польоті «Незаконне втручання»

3.3. Моделювання СППР в умовах невизначеності для пошуку оптимального аеродрому посадки

Для знаходження оптимального рішення необхідно скласти матрицю рішення. Матрицю рішення формують безліч стратегій та безліч факторів, що впливають на прийняття рішення.

Безліч стратегій: $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}$ - альтернативні варіанти запасних аеродромів:

A_1 – Дніпро,

A_2 – Запоріжжя,

A_3 – Кривий Ріг,

A_4 – Миколаїв,

A_5 – Одеса.

Таблиця 3.6 - Формування матриці рішень для вибору запасного АД методом експертних оцінок

№ з/п	Альтернативні рішення (ЗА)	Фактори								
		Наявність палива	Віддаленість	ТТХ ЗПС	Метеоумови	СТСЗП	СЗП	ІЗП	Характеристики перону, РД	АНЗ
1	Дніпро	7	3	8	6	9	10	7	3	5
2	Запоріжжя	9	10	6	5	8	3	7	1	9
3	Кривий Ріг	8	9	6	2	6	1	10	5	5
4	Миколаїв	5	9	6	4	8	10	7	8	5
5	Одеса	2	6	10	5	7	6	4	8	8

Оптимальне рішення за критерієм Вальда визначаємо за таким правилом:

$$A^*_j = \max_i \min_j \{ u_{ij} \}$$

Визначаємо безліч оптимальних рішень $A_j = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$:

$$A_1 = \min \{7, 3, 8, 6, 9, 10, 7, 3, 5\} = 3$$

$$A_2 = \min \{9, 10, 6, 5, 8, 3, 7, 1, 9\} = 1$$

$$A_3 = \min \{8, 9, 6, 2, 6, 1, 10, 5, 5\} = 1$$

$$A_4 = \min \{5, 9, 6, 4, 8, 10, 7, 8, 5\} = 4$$

$$A_5 = \min \{2, 6, 10, 5, 7, 6, 4, 8, 8\} = 2$$

Оптимальне рішення:

$$A^* = \max \{3, 1, 1, 4, 2\} = 4$$

Для завдання вибору запасного аеродрому з маршрутом прямування до пункту прибуття – Одеса маємо оптимальне рішення – **АД Миколаїв**.

Оптимальне рішення за критерієм Лапласа визначаємо за таким правилом:

$$A^* = \max a_i \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_{ij} \right\}$$

Кількість факторів, що впливають вибір запасного аеродрому – $n = 9$.

Визначимо безліч альтернативних рішень:

$$A_1 = 1/9(7+3+8+6+9+10+7+3+5) = 6,4$$

$$A_2 = 1/9(9+10+6+5+8+3+7+1+9) = 6,4$$

$$A_3 = 1/9(8+9+6+2+6+1+10+5+5) = 5,7$$

$$A_4 = 1/9(5+9+6+4+8+10+7+8+5) = 6,8$$

$$A_5 = 1/9(2+6+10+5+7+6+4+8+8) = 6,2$$

Оптимальне рішення: $A^* = \max \{6,4; 6,4; 5,7; 6,8; 6,2\} = 6,8$ – **АД Миколаїв**.

Цей критерій використовується у тих випадках, якщо доводиться часто приймати рішення, або якщо всі фактори приймаються рівноцінними.

Оптимальне рішення за критерієм Гурвіца визначаємо наступним чином:

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

Вибираємо коефіцієнт оптимізму-песимізму α рівним 0,5, тоді:

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

Оптимальні рішення:

$$A_1 = \{0,5 \max \{7,3,8,6,9,10,7,3,5\} + (1 - 0,5) \min \{7,3,8,6,9,10,7,3,5\}\} = \{0,5 * 10 + 0,5 * 3\} = 6,5$$

$$A_2 = \{0,5 \max \{9,10,6,5,8,3,7,1,9\} + (1 - 0,5) \min \{9,10,6,5,8,3,7,1,9\}\} = \{0,5 * 10 + 0,5 * 1\} = 5,5$$

$$A_3 = \{0,5 \max \{8,9,6,2,6,1,10,5,5\} + (1 - 0,5) \min \{8,9,6,2,6,1,10,5,5\}\} = \{0,5 * 10 + 0,5 * 1\} = 5,5$$

$$A_4 = \{0,5 \max \{5,9,6,4,8,10,7,8,5\} + (1 - 0,5) \min \{5,9,6,4,8,10,7,8,5\}\} = \{0,5 * 10 + 0,5 * 4\} = 7$$

$$A_5 = \{0,5 \max \{2,6,10,5,7,6,4,8,8\} + (1 - 0,5) \min \{2,6,10,5,7,6,4,8,8\}\} = \{0,5 * 10 + 0,5 * 2\} = 6$$

Оптимальне рішення: $A^* = \max \{6,5; 5,5; 5,5; 7; 6\} = 7$ – АД Миколаїв.

Оптимальне рішення за критерієм Севіджа визначаємо за таким правилом:

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

$$r_{ij} = \max u_{ij} - u_{ij}$$

Необхідно сформулювати проміжну матрицю втрат r_{ij} (табл. 3.7). Визначивши у кожному рядку максимальний елемент $\max \lambda_j$, i , вичитавши з нього решту елементів, отримаємо нову матрицю втрат ЛПР, якщо він приймає оптимальне рішення.

З цієї матриці визначаємо оптимальні рішення:

$$A_1 = \max \{5,1,6,4,3,0,7,2,4\} = 7$$

$$A_2 = \max \{6,3,1,5,0,4,2,0,2\} = 6$$

$$A_3 = \max \{2,4,3,1,0,3,1,1,0\} = 4$$

$$A_4 = \max \{4,2,5,0,3,6,0,5,1\} = 6$$

$$A_5 = \max \{0,2,4,0,1,2,1,0,5\} = 5$$

Таблиця 3.7 - Проміжна матриця втрат r_{ij} ($a_i; \lambda_j$)

№ з/п	Альтернативні рішення (ЗА)	Фактори								
		Наявність палива	Віддаленість	ТТХ ЗПС	Метеоумови	СТСЗП	СЗП	НЗП	Характеристики перону, РД	АНЗ
1	Дніпро	5	1	6	4	3	0	7	2	4
2	Запоріжжя	6	3	1	5	0	4	2	0	2
3	Кривий Ріг	2	4	3	1	0	3	1	1	0
4	Миколаїв	4	2	5	0	3	6	0	5	1
5	Одеса	0	2	4	0	1	2	1	0	5

Оптимальне рішення: $A^* = \min \max r_{ij} = \min \{7,6,4,6,5\} = 4$ – АД Кривий Ріг.

3.4. Побудова прототипу системи підтримки прийняття рішення авіадиспетчером в особливому випадку в польоті

3.4.1. Опис процесу розробки прототипу системи підтримки прийняття рішень для авіадиспетчера в особливих випадках в польоті

Розробка прототипу системи підтримки прийняття рішень для авіадиспетчера в особливих випадках в польоті - це комплексний та стратегічний процес, спрямований на створення інноваційної та високоефективної платформи для підтримки роботи фахівців у сфері авіації. У цьому описі ми розглянемо ключові етапи розробки прототипу, включаючи визначення вимог, архітектурне проектування, вибір технологій, розробку та тестування.

Визначення вимог

Перший етап розробки прототипу - визначення вимог. Це включає в себе ретельний аналіз потреб користувачів, зокрема авіадиспетчерів у ситуаціях

надзвичайних обставин. Команда проекту збирає відомості від експертів, проводить співбесіди та аналіз існуючих систем. На основі отриманих даних формуються функціональні та технічні вимоги до прототипу. В процесі цього етапу команда проекту вивчає специфіку робочих потреб авіадиспетчерів у надзвичайних обставинах.

Архітектурне проектування

На другому етапі проводиться архітектурне проектування системи. Визначається загальна структура, архітектурні блоки та їх взаємодія. Зокрема, для системи підтримки авіадиспетчера в особливих випадках в польоті важливо врахувати високу ступінь безпеки та ефективну обробку великого обсягу даних в режимі реального часу.

Вибір технологій

Вибір технологій є ключовим етапом, оскільки від цього залежить ефективність та функціональність системи. Враховуючи особливості авіаційної сфери, може знадобитися використання високопродуктивних серверів, технологій штучного інтелекту для аналізу даних та інші інноваційні рішення.

Розробка прототипу

Самий творчий етап - розробка прототипу. Команда програмістів, дизайнерів та інженерів приступає до створення функціонального прототипу системи. Починаючи з найбільш важливих елементів, таких як інтерфейс користувача та аналітичні алгоритми, розробники втілюють в життя концепції та вимоги, визначені на попередніх етапах.

Тестування прототипу

Після завершення розробки прототипу проводиться інтенсивне тестування. Тестування охоплює всі аспекти системи: відповідність вимогам, надійність, швидкість реакції та інші технічні параметри. Також важливо здійснити тестування на реальних сценаріях, які можуть виникнути в роботі авіадиспетчера в особливих умовах.

Запуск прототипу та збір зворотного зв'язку

Після успішного завершення тестування прототип запускається в робоче середовище для внутрішнього використання. Збір зворотного зв'язку від користувачів - це важлива частина цього етапу. Відгуки допомагають виявити можливі недоліки та вдосконалити функціонал перед підготовкою до публічного випуску.

Оптимізація та доробка

На основі зворотного зв'язку та результатів роботи прототипу проводиться оптимізація та доробка.

Загальна концепція системи підтримки прийняття рішень показана на рисунку 3.9.

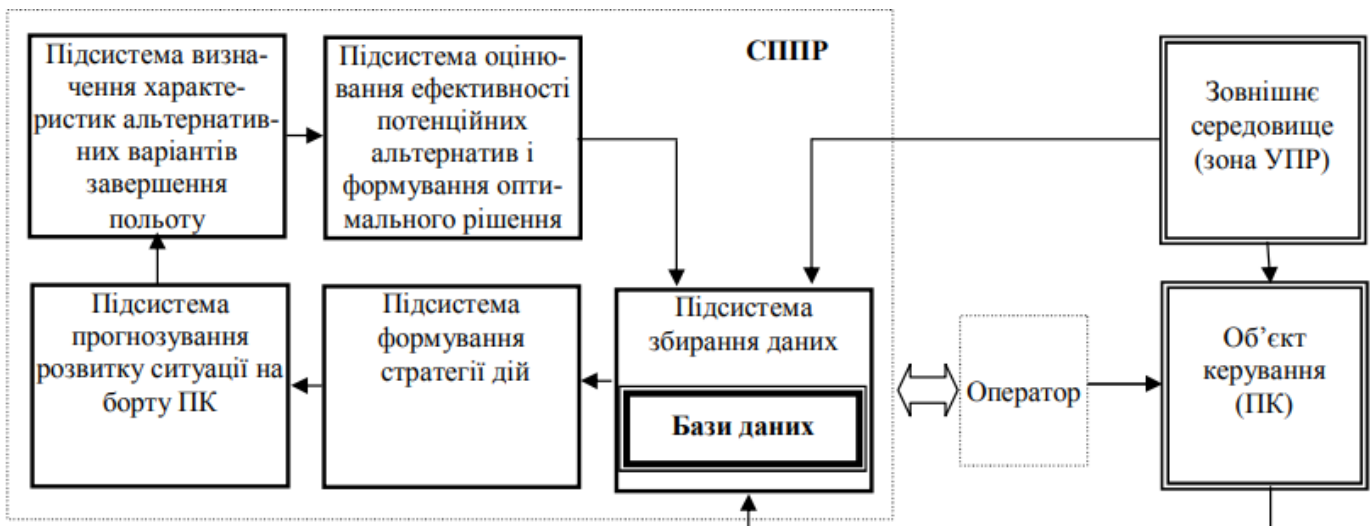


Рисунок 3.9 – Схема СППР

3.4.2. Аналіз потреб авіадиспетчерів в особливих ситуаціях в польоті

Особливі ситуації в польоті вимагають високої ефективності та точності у прийнятті рішень з боку авіадиспетчерів. У випадках надзвичайних обставин, таких як погіршення погодних умов, технічні несправності або зміна повітряного трафіку, потрібна інтегрована система підтримки, яка задовільняє унікальні потреби та вимоги авіадиспетчерської служби. У цьому аналізі розглянемо основні аспекти, що визначають потреби авіадиспетчерів в особливих ситуаціях в польоті.

1. Інформаційна підтримка в реальному часі

Однією з найважливіших потреб є надання інформації в реальному часі. Авіадиспетчерам необхідна актуальна і точна інформація про погодні умови, стан повітряного трафіку, альтернативні маршрути та будь-які інші зміни в польотному середовищі. Це допомагає приймати швидкі та обґрунтовані рішення в реальному часі, забезпечуючи безпеку та ефективність.

Доступ до актуальної інформації в реальному часі є критичним для авіадиспетчерів, оскільки вони відповідають за безпечну та ефективну роботу повітряного простору. Ця інформація може включати:

Погодні умови: Передбачення погоди на маршруті та на аеродромах допомагає у врахуванні можливих перешкод для безпечного польоту.

Стан повітряного трафіку: Інформація про рухи повітряних суден у реальному часі дозволяє уникнути конфліктів та оптимізувати маршрути.

Альтернативні маршрути: Доступ до інформації про можливі зміни маршрутів через непередбачені обставини або обмеження допомагає швидко реагувати та вибирати найбезпечніші альтернативи.

Статус аеродромів та навколишніх зон: Інформація про можливі обмеження аеродромів або резервних зон для посадки у випадку непередбачених обставин.

Всі ці дані в реальному часі сприяють оперативному реагуванню на зміни у повітряному просторі та надають можливість приймати обґрунтовані рішення у важливі моменти.

2. Візуалізація повітряного простору

Забезпечення візуалізації повітряного простору є ключовим для авіадиспетчерів, особливо в умовах складних метеоумов та щільного повітряного трафіку. Інтерактивні карти, які відображають положення повітряних суден, погодні умови та інші важливі параметри, дозволяють здійснювати швидкий та точний аналіз ситуації.

Точна візуалізація повітряного простору є надзвичайно важливою для авіадиспетчерів у вирішенні складних завдань управління повітряним рухом.

Інтерактивні карти та системи візуалізації надають можливість:

Відстеження повітряного руху: Інтерактивні карти показують місцезнаходження повітряних суден у реальному часі, дозволяючи авіадиспетчерам контролювати їх рух та уникати колізій.

Відображення погодних умов: Інформація про погоду на карті дає можливість врахувати метеоумови при плануванні маршрутів та уникненні небезпечних зон.

Аналіз ситуацій: Динамічні карти дозволяють виявляти потенційні проблеми або конфлікти між повітряними суднами та швидко реагувати на них.

Взаємодія з іншими системами: Інтерактивні карти можуть бути інтегровані з іншими системами авіатрафіку та безпеки, щоб надавати всебічну інформацію.

Індивідуалізація представлення даних: Диспетчери можуть налаштовувати карту відповідно до своїх потреб та відображати саме ту інформацію, яка є для них найважливішою.

Ці інтерактивні карти сприяють поліпшенню рішень та контролю в умовах, коли швидкість реагування та точність є критичними.

3. Моделювання сценаріїв та прогнозування

Авіадиспетчери потребують доступу до систем, які можуть моделювати різні сценарії розвитку подій та прогнозувати можливі варіанти розвитку ситуації. Це дозволяє виявляти потенційні ризики та приймати передбачувані рішення для забезпечення безпеки та неперервності повітряного руху.

Точно, моделювання сценаріїв та прогнозування важливі для авіадиспетчерів, оскільки це допомагає передбачати та управляти ризиками у повітряному просторі. Тут декілька ключових аспектів:

Прогнозування руху повітряних суден: Моделі можуть прогнозувати рух повітряних суден на основі історичних даних, погодних умов та планів польотів, дозволяючи диспетчерам передбачати обсяги трафіку та реагувати на них.

Моделювання погодних умов: Це дозволяє враховувати вплив погодних умов на польоти та траєкторії, сприяючи уникненню небезпечних метеоумов та

оптимізації маршрутів.

Аналіз потенційних конфліктів: Моделі можуть ідентифікувати потенційні зіткнення між повітряними суднами або з географічними обмеженнями, допомагаючи забезпечити безпеку польотів.

Оцінка альтернативних варіантів: Моделі можуть розглядати різні варіанти дій у реальному часі та їх вплив на потік повітряного руху, що дозволяє обирати найоптимальніший варіант.

Планування дій в екстрених ситуаціях: Моделі дозволяють авіадиспетчерам використовувати вирішальні стратегії у складних сценаріях та надавати керівництво в непередбачуваних обставинах.

Ці інструменти моделювання й прогнозування допомагають забезпечити безпеку польотів та ефективне управління повітряним простором у найрізноманітніших ситуаціях.

4. Системи сповіщення та аварійного реагування

Системи сповіщення та аварійного реагування важливі для оперативної реакції на критичні ситуації. Автоматичні системи попередження про надзвичайні події, такі як непередбачувані зміни погоди чи технічні неполадки, дозволяють авіадиспетчерам приймати термінові рішення та вживати заходів без зайвих затримок.

Точно так, системи сповіщення та аварійного реагування є критичними для безпеки в авіації. Ось деякі ключові аспекти цих систем:

Надзвичайні ситуації: Ці системи сповіщення реагують на непередбачені події, такі як технічні неполадки, зміни погоди або інші фактори, які можуть вплинути на безпеку польоту.

Реакція в реальному часі: Швидкість реакції та передача інформації є ключовими для ефективного контролю та управління в надзвичайних ситуаціях.

Автоматизоване управління: Деякі системи можуть автоматично вживати заходів у випадку небезпеки або запуску аварійних процедур для забезпечення безпеки польоту.

Інтеграція з іншими системами: Ці системи повинні бути здатні інтегруватися з іншими системами контролю повітряного руху для спрощення обміну даними та спільного реагування на надзвичайні ситуації.

Попередження перед критичними подіями: Важливо мати системи, які можуть передбачати можливі небезпечні ситуації та надавати попередження для зменшення ризиків.

Ці системи є критичними для забезпечення безпеки польотів і допомагають авіадиспетчерам ефективно та оперативно реагувати на будь-які непередбачені обставини.

5. Взаємодія та обмін інформацією

Ефективна система повинна забезпечувати можливість взаємодії та обміну інформацією між авіадиспетчерами, пілотами та іншими аеронавігаційними службами. Забезпечення передачі актуальних даних та комунікації на високому рівні дозволяє оптимізувати робочі процеси та уникнути непорозумінь.

Точно так, ефективна взаємодія та обмін інформацією в авіаційній системі грають критичну роль у забезпеченні безпеки та ефективності. Ось деякі аспекти цієї взаємодії:

Реальний час: Швидка передача та отримання актуальної інформації між всіма учасниками авіаційного процесу дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни у повітряному просторі або умовах польоту.

Стандартизація комунікацій: Використання стандартизованих протоколів та мови сприяє уникненню непорозумінь між учасниками. Це забезпечує чітку та однозначну комунікацію навіть у стресових ситуаціях.

Інтеграція систем: Системи повинні бути здатні обмінюватися даними між собою без перешкод для забезпечення узгодженої та цілісної інформації.

Забезпечення конфіденційності та цілісності: Важливо мати механізми захисту інформації від несанкціонованого доступу та збереження цілісності даних.

Підтримка взаємодії у кризових ситуаціях: Системи мають бути готовими

до спільної дії та обміну даними в надзвичайних обставинах для ефективного управління кризовими ситуаціями.

Ці аспекти забезпечують необхідну взаємодію між всіма учасниками авіаційного процесу для забезпечення безпеки та ефективності польотів.

6. Технічна підтримка та навчання

Технічна підтримка та навчання є важливими елементами, оскільки вони допомагають авіадиспетчерам вивчати нові функції системи, розуміти та ефективно використовувати їх. Навчання також допомагає забезпечити, що авіадиспетчери завжди остаточно оволодівають новими технологіями та методиками.

Технічна підтримка та навчання в авіаційній сфері є ключовими для забезпечення високого рівня професійної компетентності та безпеки. Ось кілька аспектів, які важливі у цьому контексті:

Навчання щодо нових систем: Одержання нових функцій та систем вимагає відповідного навчання. Це допомагає диспетчерам зрозуміти та ефективно використовувати нові технології.

Навички реагування на екстрені ситуації: Навчання повинне включати сценарії та симуляції екстрених ситуацій для підготовки до ведення себе в стресових умовах.

Оновлення знань індустрії: Авіаційна сфера постійно змінюється. Навчання дозволяє диспетчерам оновлювати свої знання та уміння відповідно до останніх тенденцій та правил.

Підтримка у вирішенні проблем: Технічна підтримка важлива для швидкого та ефективного вирішення технічних проблем, які можуть виникнути в процесі роботи.

Адаптація до нових методів: Навчання допомагає диспетчерам в освоєнні та використанні нових методів та підходів до вирішення завдань.

Забезпечення постійної технічної підтримки та навчання є важливою складовою для підтримки професійної експертизи та безпеки в авіаційній сфері.

7. Інтеграція з існуючими системами

Багато авіадиспетчерських служб вже використовують різні інформаційні системи. Тому інтеграція нової системи повинна забезпечувати сумісність та взаємодію з існуючими платформами для максимальної ефективності та уникнення зайвих труднощів в роботі.

Аналіз потреб авіадиспетчерів в особливих ситуаціях в польоті підкреслює необхідність інтегрованих та інноваційних систем підтримки, які забезпечують швидке прийняття рішень, ефективний обмін інформацією та високий рівень безпеки в авіаційній сфері. Підвищення функціональності та врахування специфіки роботи авіадиспетчерів допомагає створювати сучасні та високоефективні системи, що відповідають викликам сучасності в цій важливій галузі.

Авіаційна сфера потребує інтегрованих систем підтримки, які не лише враховують особливості роботи авіадиспетчерів, але й дозволяють їм швидко та ефективно реагувати на непередбачувані ситуації. Ось кілька ключових пунктів:

Швидке прийняття рішень: Системи повинні забезпечувати не лише обмін інформацією, а й аналітику, що допомагає вмикати авіадиспетчерів до швидкого та обґрунтованого прийняття рішень у стресових ситуаціях.

Ефективний обмін інформацією: Інтегровані системи повинні сприяти безперервному та швидкому обміну важливою інформацією між диспетчерами, пілотами та іншими службами.

Безпека та надійність: Сучасні системи мають бути побудовані з урахуванням високих стандартів безпеки, щоб гарантувати оптимальний рівень захищеності від можливих загроз.

Адаптивність: Врахування різних сценаріїв та специфіки авіаційної роботи допомагає системам бути більш адаптивними до різних умов та потреб користувачів.

Інновації: Сучасні технології, такі як штучний інтелект, аналіз великих даних та автоматизація, впроваджені у системи підтримки, можуть покращити

продуктивність та ефективність прийняття рішень.

Інтегровані та інноваційні системи підтримки стають основним інструментом для забезпечення безпеки та ефективності в авіаційній галузі, допомагаючи авіадиспетчерам працювати на високому рівні та в умовах найвищої безпеки.

3.4.3. Опис архітектури системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливих випадках в польоті

Архітектура системи для підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливих випадках в польоті є критичним елементом, що визначає ефективність та безпеку авіаційного процесу. Забезпечення оптимальної взаємодії між різними модулями та підсистемами грає важливу роль у забезпеченні авіадиспетчерів найсучаснішими та ефективними інструментами для прийняття рішень в надзвичайних обставинах. Розглянемо основні елементи архітектури системи.

1. Модуль прийняття рішень

Центральним елементом архітектури є модуль прийняття рішень, який відповідає за аналіз поточної ситуації та визначення оптимальних кроків. Цей модуль взаємодіє з різними джерелами даних, такими як погодні системи, дані з повітряних суден та інші авіаційні джерела, щоб забезпечити повноту та достовірність інформації.

2. Модуль взаємодії з супутниковими системами

Щоб система була ефективною, важливо мати зручний доступ до супутникових даних. Модуль взаємодії з супутниковими системами відповідає за обмін інформацією з іншими авіаційними системами та супутниковими платформами. Це дозволяє системі отримувати актуальні дані про погоду, стан повітряного трафіку та інші важливі параметри.

3. Модуль візуалізації

Зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс візуалізації є ключовим аспектом для авіадиспетчера. Модуль візуалізації відображає поточну ситуацію

в польоті, враховуючи динамічні зміни та надаючи авіадиспетчеру зрозумілі та актуальні дані. Цей модуль має підтримувати зручне масштабування та навігацію по карті.

4. Модуль збереження даних

Для підтримки аналізу подій та вдосконалення системи у майбутньому важливо мати модуль для збереження та обробки історичних даних. Цей модуль забезпечує збереження різних типів даних, включаючи вхідні дані, результати прийняття рішень та відповіді на введені команди.

5. Модуль безпеки та захисту даних

Забезпечення безпеки є однією з ключових пріоритетів у розробці архітектури системи. Модуль безпеки повинен включати в себе механізми автентифікації, авторизації та захисту від несанкціонованого доступу. Також, важливо передбачити систему резервного копіювання та відновлення даних для забезпечення неперервності роботи системи.

6. Модуль інтеграції з існуючими системами

Сучасний авіаційний ландшафт часто включає різноманітні системи та технології. Модуль інтеграції з існуючими системами дозволяє взаємодіяти з іншими авіаційними платформами та системами, що вже використовуються в інфраструктурі.

3.4.4. Визначення інтерфейсу користувача для системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливих випадках в польоті

Інтерфейс користувача в системі прийняття рішень для авіадиспетчерів в особливих випадках в польоті є ключовим елементом, який визначає зручність, продуктивність та ефективність в роботі фахівців авіаційної сфери. Враховуючи високий ступінь відповідальності та стресові ситуації, які можуть виникнути, інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, ергономічним та забезпечувати легкий доступ до критичних функцій. Розглянемо основні аспекти визначення інтерфейсу користувача для даної системи.

1. Картографічний розділ

Першочерговим елементом інтерфейсу є картографічний розділ, який надає авіадиспетчеру важливу інформацію про положення повітряних суден, маршрути, об'єкти і зони ризику. Інтерактивна карта повинна дозволяти масштабування, перегляд погодних умов та швидкий доступ до ключових даних. Точність та оновлення картографічної інформації є критичними аспектами, оскільки вони впливають на прийняття рішень в реальному часі.

2. Панель інструментів

Зручний доступ до основних інструментів та функцій є необхідним для ефективної роботи авіадиспетчера. Панель інструментів має містити кнопки швидкого доступу до команд, функцій введення даних, перегляду історії та отримання деталей щодо погоди та повітряного трафіку. Інтерфейс повинен бути керований зручними для використання великими моніторами та враховувати особливості роботи в умовах великого обсягу інформації.

3. Відображення аналітики та рекомендацій

Аналітичний блок інтерфейсу повинен забезпечувати авіадиспетчерів актуальною інформацією щодо ситуації в польоті та рекомендаціями щодо можливих кроків. Графіки, діаграми та текстові огляди повинні бути представлені зрозуміло та легко інтерпретовані, допомагаючи приймати швидкі та обдумані рішення в стресових умовах.

4. Модуль взаємодії

Система взаємодії повинна дозволяти авіадиспетчерам вводити команди та отримувати інформацію через зручний та ефективний інтерфейс. Модуль взаємодії має забезпечувати швидку та надійну передачу даних, підтримуючи різні види введення, включаючи клавіатуру та мишу.

Модуль взаємодії повинен підтримувати різні види введення, такі як клавіатура та миша, щоб дати можливість диспетчерам працювати з інтерфейсом, який найбільш комфортний для них. Це може включати в себе

можливість швидко вводити текстові команди, маніпулювати інтерфейсом за допомогою миші для вибору опцій чи параметрів.

Важливим аспектом є також швидка та надійна передача даних, оскільки в авіаційній сфері кожна секунда має значення. Модуль повинен забезпечувати миттєву передачу команд та отримання відповідей, щоб дозволити диспетчерам ефективно керувати ситуаціями в реальному часі та приймати необхідні рішення.

5. Система попередження та нотифікацій

Необхідною частиною інтерфейсу є система попередження, яка сповіщає авіадиспетчерів про критичні події, зміни у повітряному трафіку та інші важливі інформаційні повідомлення. Повідомлення повинні бути недвозначними та легкими для розуміння, надаючи важливі сигнали у випадку надзвичайних ситуацій.

6. Адаптабельність та персоналізація

Інтерфейс повинен бути адаптований до індивідуальних потреб авіадиспетчерів, дозволяючи налаштовувати розташування блоків, вибирати важливі параметри для відображення та змінювати інші налаштування. Це сприятиме підвищенню ефективності та зручності використання.

Адаптабельність і персоналізація інтерфейсу є важливими аспектами для забезпечення ефективності та зручності роботи авіадиспетчерів. Можливість налаштовувати інтерфейс відповідно до індивідуальних потреб може значно полегшити робочий процес та підвищити продуктивність.

В результаті такий підхід сприяє підвищенню ефективності роботи, оскільки дозволяє концентруватися на важливій інформації та швидко реагувати на зміни в обстановці. Адаптований інтерфейс сприяє комфортному робочому процесу та підвищує швидкість реакції диспетчера на важливі події та ситуації.

Висновок до розділу 3

Розділ 3 надає глибокий погляд на ключові аспекти систем підтримки прийняття рішень (СППР) у контексті програмного проектування. Визначено основні аспекти поняття СППР, що визначають його сутність та роль у процесі прийняття рішень. Далі розглянута проблематика формування бази моделей в СППР при вирішенні проблем в умовах визначеності, ризику і невизначеності.

Надано детальний огляд моделювання проектних рішень в умовах визначеності за допомогою методу мережевого планування. Висвітлено ефективні стратегії побудови моделей та їх роль у вирішенні завдань прийняття рішень. Також розглядається важливий аспект - сумісне прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності. Аналізуються методи та підходи, які дозволяють приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності, зокрема стохастичні методи та ймовірнісні моделі.

Цей розділ виявляється насиченим деталями і аналізом ключових аспектів систем підтримки прийняття рішень (СППР) у сфері програмного проектування. Він розглядає сутність та роль СППР в процесі прийняття рішень, а також вирізняє проблематику формування бази моделей в умовах визначеності, ризику і невизначеності.

Детальний огляд моделювання проектних рішень в умовах визначеності через метод мережевого планування підкреслює ефективні стратегії побудови моделей і їхню значущість у розв'язанні задач прийняття рішень.

Також, слід відзначити розділ, який зосереджується на сумісному прийнятті рішень в умовах стохастичної невизначеності. Він пропонує аналіз методів та підходів, спрямованих на обґрунтоване прийняття рішень у випадках невизначеності, включаючи стохастичні методи та ймовірнісні моделі.

Цей розділ відображає глибоке дослідження, спрямоване на використання різних модельних підходів для вирішення складних завдань у сфері програмного проектування, а також на управління ризиками і невизначеністю у процесі прийняття рішень.

Розділ завершується вивченням програмної реалізації системи підтримки прийняття рішень. Проаналізовано ключові аспекти розробки та впровадження таких систем, зокрема врахування технічних, функціональних та ергономічних аспектів. Зазначено необхідність вдосконалення інструментів та підходів у сфері програмної реалізації для досягнення максимальної ефективності СППР в умовах сучасного проектування.

РОЗДІЛ 4. ЕФЕКТИВНІТЬ АВІАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1. Кореляційно-регресивний аналіз

В сучасному світі авіаційна система відіграє важливу роль у забезпеченні глобального сполучення та економічного розвитку. Щоб забезпечити ефективне функціонування цієї складної системи, необхідно розуміти різноманітні чинники, що впливають на її ефективність. Один із методів аналізу, який виявляється корисним у цьому контексті, - це кореляційно-регресивний аналіз. Цей статистичний метод дозволяє визначити зв'язки та взаємодії між різними параметрами, що може бути вельми корисним для покращення ефективності авіаційної системи. У цьому контексті проведення кореляційно-регресивного аналізу може сприяти вдосконаленню стратегій управління та прийняттю обґрунтованих рішень для забезпечення безперебійності та оптимізації роботи авіаційних систем. Давайте глибше розглянемо, на конкретному прикладі, як цей аналітичний підхід може внести вагомий внесок у вдосконалення ефективності авіаційної індустрії.

Звичайно, кореляційно-регресивний аналіз може допомогти зрозуміти, як різні фактори впливають на ефективність авіаційної системи. Давайте взагалі розглянемо взаємозв'язок між певними факторами, наприклад, часом польоту та споживанням палива.

При проведенні аналізу можна виявити, чи існує зв'язок між тривалістю польоту та кількістю спожитого палива. Це може бути корисним для авіакомпаній у плануванні маршрутів, оптимізації часу польоту та витрат палива. Наприклад, після аналізу може виявитися, що певні маршрути або способи польоту (наприклад, швидкість або висота) впливають на економію палива. Це може підказати авіакомпаніям, як покращити роботу своїх літаків для більшої ефективності.

Також, аналізуючи дані про технічний стан літаків та їх ефективність у різних умовах польоту, можна встановити зв'язок між технічними показниками і

загальною безпекою польотів. Це може вплинути на рішення щодо технічного обслуговування та модернізації флоту для підвищення безпеки польотів.

В цілому, кореляційно-регресивний аналіз може допомогти ідентифікувати ключові фактори, які впливають на різні аспекти авіаційної системи, та надати важливу інформацію для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Зважаючи на те, що авіаційна індустрія — це велика система з багатьма складовими, аналіз може розглядати не лише витрати палива та час польоту. Наприклад, вивчення взаємозв'язків між технічними аномаліями, які виникають під час польотів, та частотою проведення технічного обслуговування може виявити, які аспекти підтримки літаків впливають на безпеку та ефективність.

Також, аналіз відношення між загальною потужністю та розмірами аеропортів та кількістю пасажирів може допомогти оптимізувати інфраструктуру для забезпечення кращого обслуговування пасажирів та рівноваги між попитом та можливостями.

Дослідження взаємозв'язку між якістю обслуговування на борту та рівнем задоволеності пасажирів може надати важливу інформацію авіакомпаніям для поліпшення сервісу та збереження лояльності клієнтів.

Усі ці аспекти спільно можуть сформувати широкий погляд на фактори, що впливають на ефективність та безпеку авіаційної системи. Використання кореляційно-регресивного аналізу в цих контекстах дозволяє виділити ключові показники та відношення між ними, що сприятиме подальшій оптимізації та удосконаленню авіаційної індустрії.

Візьмемо статистичні дані про спожиту електроенергію робочими місцями авіадиспетчера, які представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Статистичні дані про спожиту електроенергію робочими місяцями авіадиспетчера

t, кількість місць	x	Спожита електроенергія, Вт
1	1	240
2	2	470
3	3	690
4	4	990
5	5	1230
6	6	1470
7	7	1730
8	8	2030

На рис. 4.1 зображено кількість вже спожитої електроенергії.

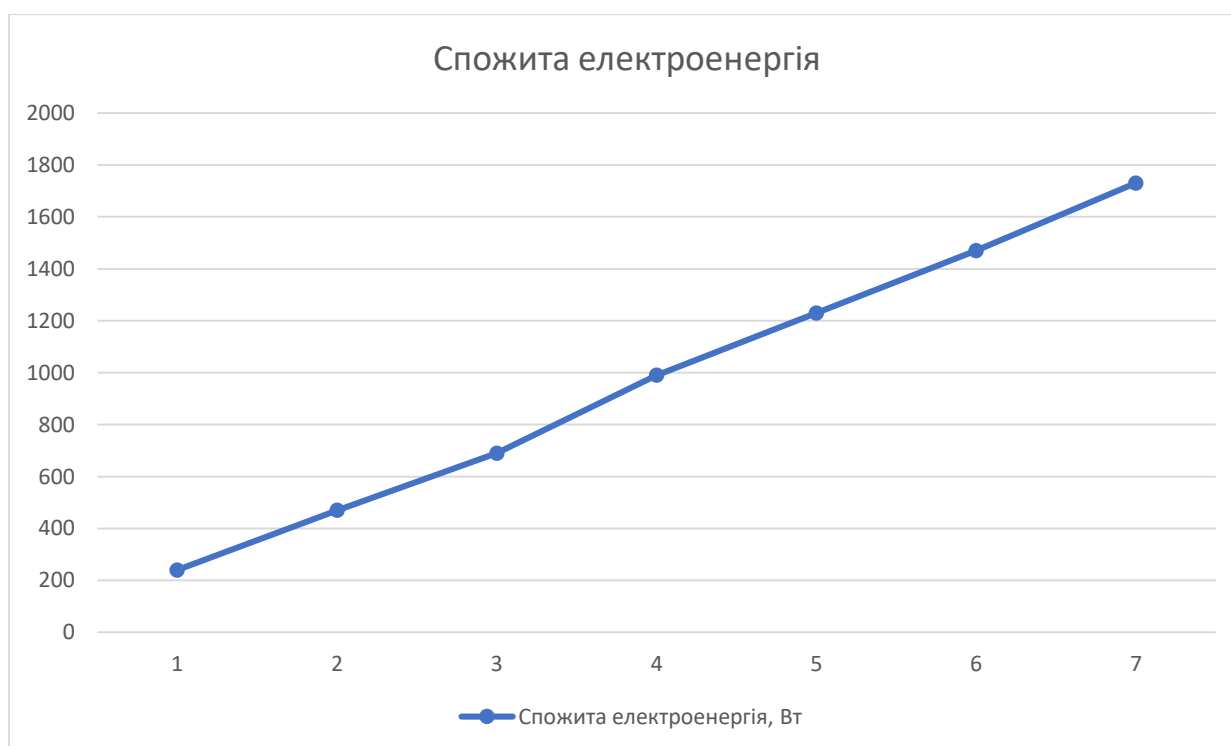


Рисунок 4.1 – Кількість спожитої електроенергії

Зроблено статистичний аналіз про спожиту електроенергію робочими місяцями авіадиспетчера і за допомогою кореляційно-регресивного аналізу передбачено кількість спожитої електроенергії при збільшенні робочих місць за допомогою MS Excel (рис. 4.2).

Прогнозування спожитої електроенергії			
t, кількість місць	x	Спожита електроенергія, Вт	
1	1	240	
2	2	470	
3	3	690	
4	4	990	
5	5	1230	
6	6	1470	
7	7	1730	
Коефіцієнт кореляції	r		0,999496718
Коефіцієнти регресії	b0		-27,14285714
	b1		250,3571429
Рівняння регресії	y=b0+b1x=-27,14+250,36x		

3	Regression Statistics								
4	Multiple R	0,999497							
5	R Square	0,998994							
6	Adjusted R	0,998792							
7	Standard E	18,8035							
8	Observatic	7							
9									
10	ANOVA								
11		df	SS	MS	F	Significance F			
12	Regression	1	1755004	1755004	4963,646	1,09E-08			
13	Residual	5	1767,857	353,5714					
14	Total	6	1756771						
15									
16		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
17	Intercept	-27,1429	15,89185	-1,70797	0,148344	-67,9942	13,70845	-67,9942	13,70845
18	X Variable	250,3571	3,553527	70,45315	1,09E-08	241,2225	259,4918	241,2225	259,4918
19									

Рисунок 4.2 - Розрахунок коефіцієнтів кореляції і регресії.

Передбачено кількість спожитої електроенергії робочими місцями авіадиспетчера (рисунок 4.3). Отримали модель:

$$y=b_0+b_1x=-27,14+250,36x$$

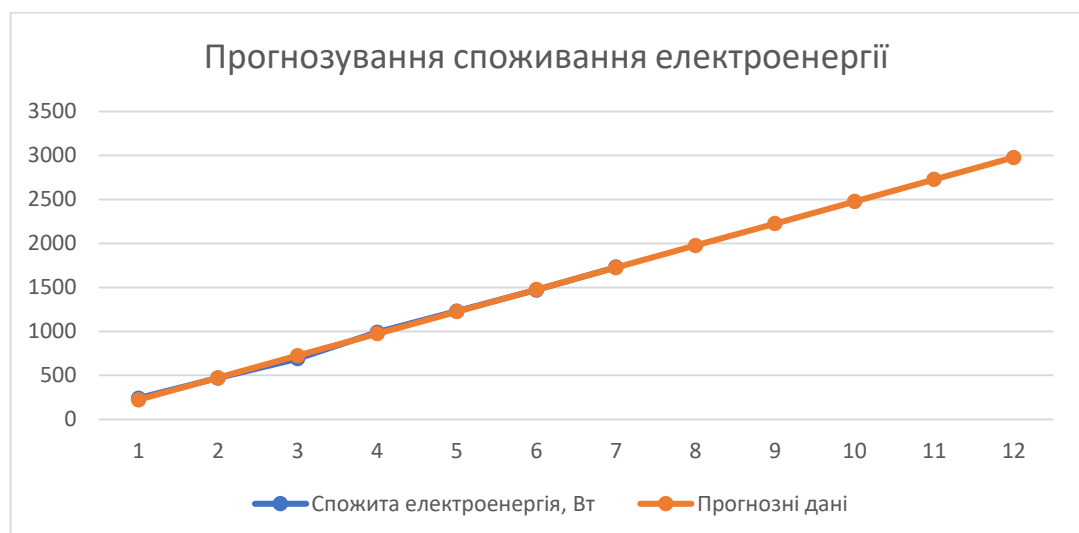


Рисунок 4.3 - Прогнозування споживання електроенергії.

Таким чином при збільшенні робочих місць до 12, виростає споживання електроенергії до 3000 Вт.

4.2. Багатокритеріальне оцінювання ефективності системи

Побудуємо модель оцінювання ефективності того чи іншого авіадиспетчера за такими критеріями, та визначимо вагу кожного критерія. Оцінка буде відбуватися за такими параметрами:

Точність інформації:

Точність та якість інформації, яку диспетчер передає пілотам, є вирішальними для забезпечення безпеки польотів. Навіть невелика неточність або помилка в інструкціях може суттєво вплинути на безпеку й успішність польоту. Оцінка цієї інформації включає різні аспекти, такі як правильність переданих вказівок, у тому числі тих, що надаються пілотам під час спеціальних ситуацій чи за їхніми запитами. Це може охоплювати достовірність метеоданих, інформацію про рух повітря, дозволи на зліт і посадку, корекції маршрутів польотів і багато іншого.

Точність інформації також оцінюється з урахуванням часових рамок. Своєчасна передача важливих даних має величезне значення для пілотів, оскільки вони повинні оперативно реагувати на зміни у польоті, погодні умови та інші непередбачені ситуації.

Оцінка може включати перевірку систем і процедур, використовуваних диспетчерами для збору, перевірки та передачі інформації, а також контрольні механізми для забезпечення правильності інформації перед її передачею пілотам.

Ці аспекти оцінки сприяють забезпеченню високої якості інформації в авіаційній сфері, що, в свою чергу, сприяє підвищенню безпеки польотів та ефективності авіаційних операцій.

Ефективність прийняття рішень:

Безумовно, вміння швидко та точно приймати рішення є важливим для авіадиспетчерів, особливо у ситуаціях, коли тиск великий. Це вимагає від них високого професіоналізму та здатності працювати в стресових умовах. Оцінка їхньої ефективності може включати аналіз, який оцінює їх здатність аналізувати ситуацію, робити вірні висновки та приймати рішення негайно.

Це оцінює їхню спроможність реагувати на несподівані обставини, такі як зміни погоди, аварійні ситуації, технічні неполадки чи непередбачені дії пілотів. Ключовою є їхня здатність швидко адаптуватися до нової інформації та терміново реагувати, щоб забезпечити безпеку польоту та пасажирів.

Оцінка ефективності включає аналіз сценаріїв, де диспетчерам доводиться швидко приймати рішення в реальному часі, і також може оцінювати їхню здатність до співпраці та комунікації з пілотами під час стресових ситуацій.

Використання таких оцінок сприяє поліпшенню навичок диспетчерів у прийнятті рішень у стресових умовах, що, в свою чергу, підвищує рівень безпеки та ефективності авіаційних операцій.

Комунікація:

У авіаційній сфері, зв'язок є критично важливим для успішного виконання завдань та забезпечення безпеки польотів. Взаємодія між авіадиспетчерами, пілотами та іншими службами потребує високої якості комунікації. Оцінка цього аспекту може включати якість голосового зв'язку та здатність передавати інформацію чітко та зрозуміло.

Голосовий зв'язок між диспетчерами та пілотами є основним засобом спілкування в авіації. Перевірка якості зв'язку може включати аналіз чіткості, стабільності та впливу будь-яких завад на розуміння переданої інформації під час польоту.

Крім того, оцінка комунікації враховує здатність передавати інформацію зрозуміло та лаконічно. Важливо, щоб диспетчери структурували свої інструкції, а пілоти чітко розуміли та виконували їх. Це сприяє уникненню недорозуміння та гарантує правильне виконання директив під час польоту.

Оцінка комунікації також може охоплювати здатність диспетчерів працювати в команді та ефективно співпрацювати з іншими службами безпеки та диспетчерськими центрами. Гарна комунікація є основою для успішної координації дій та обміну важливою інформацією між усіма учасниками авіаційного процесу.

Спроможність працювати під тиском:

Здатність авіадиспетчера працювати під тиском охоплює не лише вміння ефективно виконувати завдання у великому обсязі роботи, а й гнучкість в адаптації до непередбачених обставин, що можуть виникнути у будь-який момент.

Робота авіадиспетчера пов'язана з високим рівнем відповідальності та стресу через потребу приймати рішення в реальному часі, реагувати на зміни у погоді, повітряному русі та інші неочікувані обставини. Оцінка спроможності працювати під тиском може включати аналіз реакції на стресові ситуації, здатність зберігати спокій та приймати обґрунтовані рішення навіть у складних умовах.

Також це оцінюється з точки зору дотримання процедур та стандартів у критичних ситуаціях, зокрема під час аварій або несподіваних подій у повітряному просторі. Місія диспетчера полягає у забезпеченні безпеки польоту в умовах найвищого тиску, зберігаючи високий професіоналізм та точність.

Оцінка спроможності працювати під тиском може також враховувати здатність швидко реагувати на зміни у ситуаціях, коли час критичний. Це включає ефективне спілкування, координацію з іншими учасниками та прийняття стратегічних рішень на ходу.

Така оцінка спроможності працювати під тиском допомагає забезпечити готовність та ефективність роботи авіадиспетчерів у стресових ситуаціях, що є критичним для забезпечення безпеки та успішності авіаційних операцій.

Використання технічних засобів та програмного забезпечення:

Оцінка використання технічних засобів та програмного забезпечення в авіаційній сфері включає ряд аспектів, розпочинаючи від ефективного використання різноманітних технічних пристроїв, таких як радіобладнання та комп'ютерні системи, і завершуючи належною настройкою та підтримкою цих засобів.

Для авіадиспетчерів, радіобладнання є ключовою складовою спілкування

з пілотами та іншими диспетчерськими службами. Оцінка включає аналіз якості зв'язку, його надійності та правильності настройки для безперервного обміну інформацією під час польотів.

Крім того, комп'ютерні системи та спеціалізоване програмне забезпечення використовуються для моніторингу та керування повітряним рухом, планування маршрутів та виконання різних обчислень. Оцінка включає перевірку актуальності програмного забезпечення, його коректності та відповідності вимогам безпеки.

Забезпечення належної підтримки цих технічних засобів також є важливою складовою оцінки. Це включає регулярне технічне обслуговування, перевірку та оновлення обладнання та програмного забезпечення для збереження їхньої ефективності та безпеки експлуатації.

Загальна оцінка використання технічних засобів та програмного забезпечення допомагає забезпечити, що авіадиспетчери мають доступ до надійних та сучасних інструментів для виконання своїх обов'язків, що в свою чергу сприяє підвищенню безпеки та ефективності авіаційних операцій.

Побудова матриці індивідуальних переваг

Зазначимо, що відповідним критеріям буде відповідати відповідна змінна:

- Точність інформації – x_1
- Ефективність прийняття рішень – x_2
- Комунікація - x_3
- Спроможність працювати під тиском - x_4
- Використання технічних засобів та програмного забезпечення - x_5

Таблиця 4.2 - Експерт №1

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Σ	R
X ₁		1	0	0,5	0,5	2	3
X ₂	0		0	0,5	1	1,5	4
X ₃	1	1		0	1	3	1;2
X ₄	0,5	0,5	1		1	3	1;2
X ₅	0,5	0	0	0		0,5	5

Таблиця. 4.3 - Експерт №2

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Σ	R
X ₁		0	1	1	0	2	2
X ₂	1		0,5	0	1	1,5	3
X ₃	0	0,5		1	1	2,5	1
X ₄	0	0	0		1	1	4;5
X ₅	1	0	0	0		1	4;5

Таблиця. 4.4 - Експерт №3

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Σ	R
X ₁		1	0	0,5	0,5	2	2;3
X ₂	0		0	1	1	2	2;3
X ₃	1	1		1	1	4	1
X ₄	0,5	0	0		0,5	1	4;5
X ₅	0,5	0	0	0,5		1	4;5

Таблиця 4.5 - Експерт №4

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Σ	R
X ₁		0,5	1	1	1	3,5	1
X ₂	0,5		1	0,5	1	2,5	2
X ₃	0	0		0,5	0,5	1	4;5
X ₄	0	0,5	0,5		0	1	4;5
X ₅	0	0	0,5	1		1,5	3

Таблиця 4.6 - Експерт №5

X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Σ	R
X ₁		1	0	1	0,5	2,5	2
X ₂	0		0	0,5	0	0,5	5
X ₃	0	1		1	1	3	1
X ₄	0	0,5	0		1	1,5	3;4
X ₅	0,5	1	0	0		1,5	3;4

Узагальнимо всі думки експертів у таблицю 4.7, де m – кількість експертів ($m=5$), n – кількість критеріїв ($n=5$).

Таблиця 4.7 - Матриця групових переваг

Експерти, m /критерії, n	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	3	4	1,5	1,5	5
2	2	3	1	4,5	4,5
3	2,5	2,5	1	4,5	4,5
4	1	2	4	5	2,5
5	2	5	4,5	4,5	3

Визначення думки групи експертів

Відповідно до наявних значень визначимо думку групи експертів для кожної умови (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 - Думка групи експертів

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
R_{grj}	2,1	3,3	1,8	3,7	4,1

Визначення міри узгодженості групи експертів

Визначимо для кожного критерію (табл. 4.9):

- Дисперсію
- Квадратне відхилення
- Коефіцієнт варіації

Таблиця 4.9 - Узгодженість групи експертів

Експерти, m /браузери, n	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	3	4	1,5	1,5	5
2	2	3	1	4,5	4,5
3	2,5	2,5	1	4,5	4,5
4	1	2	4,5	4,5	3
5	2	5	1	3,5	3,5
R_{grj}	2,1	3,3	1,8	3,7	4,1
D	0,55	1,45	2,325	1,7	0,675
σ	0,74162	1,20416	1,5247951	1,3038404 8	0,821583 8
coeff of var, %	35,31523	36,4897	84,710837	35,238931	20,03863

Якщо коефіцієнт варіації $v_j < 33\%$ - думка експертів координується.

Якщо коефіцієнт варіації $v_j > 33\%$ - думка експертів не узгоджується.

Визначення коефіцієнта узгодження Кендала

Якщо коефіцієнт варіації $v_j > 33\%$ ми повинні обчислити коефіцієнт узгодженості Кендала (табл. 4.10):

Таблиця 4.10 - Розрахунок коефіцієнта Кендалла

Експерти /критерії	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	t
1	3	4	1,5	1,5	5	2
2	2	3	1	4,5	4,5	2
3	2,5	2,5	1	4,5	4,5	2
4	1	2	4,5	4,5	3	2
5	2	5	1	3,5	3,5	2
R_sum	10,5	16,5	9	18,5	20,5	
gen dispersion, S	101		Kendall, W	0, 42526	\bar{R}	15

Наш результат $W=0, 42526$ показує, що думки експертів повністю некоординовані.

Визначення коефіцієнта кореляції Спірмена, R_s

Порівняємо думку групи експертів та експерта №1 за допомогою рейтингового коефіцієнта кореляції R_s (коефіцієнт Спірмена):

Таблиця 4.11 - Визначення коефіцієнта кореляції Спірмена

		Процедури				
Ранги		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Ранги групи, R_{gr}	x	2,1	3,3	1,8	3,7	4,1
Ранги експерта №1	y	3	4	1,5	1,5	5
(x-y)		-1,1	-0,7	0,3	1,6	-0,9
(x-y) ²		1,21	0,49	0,09	2,56	0,81
R_s		0,648	0,923	0,888	0,398	0,803

Якщо $R_s = 1$ - узгодженість думок групи та експерта висока.

Якщо $R_s = 0$ або близько 0 - узгодженість думок групи та експерта низька.

Наш результат 0.648, що означає узгодженість думок групи та експерта №1 високий.

Визначення вагових коефіцієнтів

Остаточні розрахунки полягають у визначенні вагових коефіцієнтів W_i (табл. 4.12):

Таблиця 4.12 - Визначення вагових коефіцієнтів

n	Ранг	C	W
X ₁	1	1	0,3333333
X ₂	2	0,8	0,2666667
X ₃	3	0,6	0,2
X ₄	4	0,4	0,1333333
X ₅	5	0,2	0,0666667
Σ		3	1

Всі розрахунки відбувалися за допомогою Excel (рис. 4.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	п. експерти	5		п. фактори	5					
2	Експерти/критерії	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	ΣRw _j	ΣΣRw _j /5	t	T _j
3	1	3	4	1,5	1,5	5			2	30
4	2	2	3	1	4,5	4,5			2	
5	3	2,5	2,5	1	4,5	4,5			2	
6	4	1	2	4,5	4,5	3			2	
7	5	2	5	1	3,5	3,5			2	
8	ΣRw _j	10,5	16,5	9	18,5	20,5	75	15		
9	R _{rp}	2,1	3,3	1,8	3,7	4,1				
10	D	0,55	1,45	2,325	1,7	0,675				
11	σ	0,741619849	1,204159458	1,524795068	1,303840481	0,821583836				
12	coeff of var. %	35,31523089	36,48968054	84,71083712	35,23893192	20,03863015				
13	R _{ex}	4	3	5	2	1				
14	gen dispersion, S	101								
15	Kendall, W	0,425263158								
16	Spirman, R _s	0,648	0,923	0,888	0,398	0,803				
17	sum(x-y) ²	7,04	1,54	2,24	12,04	3,94				
18	χ ²	7,150442478								
19	t _ф	1,556818432	1,746812639	2,008263531	0,976131528	1,682890912				

Рисунок 4.4 – Розрахунки за допомогою Excel

Побудуємо графік отриманих вагових коефіцієнтів (рис. 4.5).

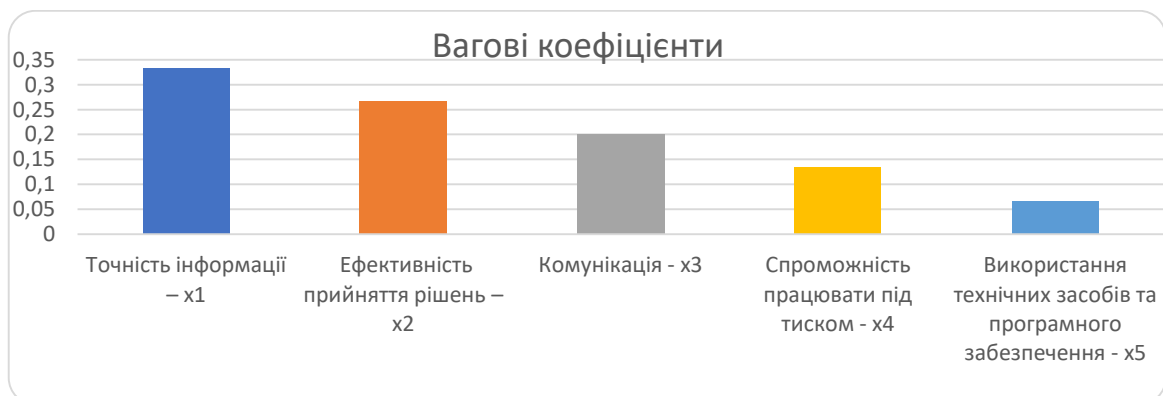


Рисунок 4.5 – Графік отриманих вагових коефіцієнтів

З отриманого графіку видно, що головним критерієм оцінки ефективності роботи авіадиспетчера є точність інформації, за ним йде ефективність прийняття рішення та комунікація. Слід зазначити що, отримані коефіцієнти не сильно відрізняються по вазі один від одного, тож можна казати про майже рівність кожного критерію в оцінці ефективної роботи авіадиспетчера.

Видно, що точність інформації, ефективність прийняття рішень комунікація визначаються як основні критерії ефективності роботи авіадиспетчера. Ці критерії відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки та ефективності авіаційних операцій.

Те, що коефіцієнти не сильно відрізняються по вазі, може свідчити про те, що кожен з цих аспектів має важливе значення й впливає на загальну ефективність роботи авіадиспетчера. Рівномірне розподілення вагомості може означати, що немає одного визначального чинника, який переважає над іншими у важливості.

Це також може вказувати на важливість балансу між різними аспектами роботи авіадиспетчера. Збалансоване уважне ставлення до точності, прийняття рішень та комунікації в умовах авіаційного диспетчерського центру є ключем до успішної та безпечної роботи.

Висновок до розділу 4

У результаті проведеного дослідження кореляційно-регресивного аналізу споживання електроенергії робочим місцем авіадиспетчера можна визначити, що існує певна взаємозалежність між показниками споживання енергії та робочими характеристиками диспетчерської діяльності. Це може служити основою для вдосконалення енергоефективності робочих місць авіадиспетчерів та впровадження заходів з оптимізації електроживлення.

Щодо багатокритеріальної оцінки ефективності роботи авіадиспетчера за вказаними критеріями (точність інформації, ефективність прийняття рішень, комунікація, спроможність працювати під тиском, використання технічних засобів та програмного забезпечення), виявлено, що кожен з цих аспектів впливає на загальну продуктивність та якість роботи авіадиспетчера. Наведені критерії становлять комплексний підхід до оцінки, що враховує не лише технічні аспекти, але й соціальні та психологічні виміри професійної діяльності.

Висновки з питань точності інформації, ефективності прийняття рішень, комунікації, спроможності працювати під тиском та використання технічних засобів та програмного забезпечення слід враховувати при розробці програм для підвищення якості навчання та підготовки авіадиспетчерів, а також удосконалення їхньої роботи в реальних умовах.

Комплексний підхід до покращення робочих умов авіадиспетчерів, що охоплює енергоефективність та оптимізацію робочих процесів, може суттєво підвищити ефективність та безпеку авіаційних процесів. Це означає не лише зменшення витрат енергії в системах, але й створення оптимальних умов для роботи персоналу, що покликане підвищити концентрацію та точність дій в надзвичайних ситуаціях. Крім того, впровадження новітніх технологій та методів аналізу може допомогти у виявленні потенційних проблем та швидкому прийнятті рішень для забезпечення безпеки та неперервності авіаційних процесів.

Отже, впровадження комплексного підходу до аналізу та покращення робочих умов авіадиспетчерів, спрямованого як на оптимізацію енергоспоживання, так і на підвищення якості професійної діяльності, може призвести до покращення ефективності та безпеки авіаційних процесів.

Підвищення якості професійної діяльності через розвиток спеціальних тренувань, використання сучасних технологій для підтримки прийняття рішень та адаптованість робочого середовища до потреб диспетчерів може позитивно вплинути на їхню продуктивність, точність реакції на непередбачені обставини та загальний рівень безпеки авіаційних процесів.

Комбінація цих підходів може сприяти створенню більш ефективної та безпечної робочої обстановки для авіадиспетчерів, що в свою чергу може позитивно вплинути на авіаційну галузь в цілому.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Різновиди впливу на довкілля та заходи для його збереження

Під терміном «охорона навколишнього середовища» розуміється система правових норм, інструкцій та стандартів, які встановлюють загальні вимоги до забруднювачів та стимулюють їх виконання, а також конкретні заходи для збереження природи. Досягнення успіху можливе лише тоді, коли всі ці елементи утворюють єдину систему охорони навколишнього середовища та гармонійно взаємодіють між собою.

Оскільки проблеми охорони природи вчасно не були вирішені, наразі виникає необхідність захисту людини від негативного впливу зміненого природного середовища. Ці два аспекти об'єднуються в понятті «охорона навколишнього природного середовища».

До наземних джерел забруднення, що розташовані за межами аеропорту, належать установки теплоенергетики, які використовують різні види місцевого палива. Характер забруднень визначається видами палива, методами його спалювання та системами очищення викидів. За межами аеропорту розташовані джерела забруднення, такі як установки теплової енергетики, що використовують різноманітні види місцевого палива для створення енергії. Природа забруднення довкілля визначається не тільки типами палива, але й методами його спалювання та наявністю систем очищення викидів.

Наприклад, якщо встановлення використовує вугілля, це може призвести до забруднення повітря шкідливими викидами, такими як діоксиди сірки та азоту. Ці викиди можуть негативно впливати на якість повітря та створювати проблеми для здоров'я людей та природи.

Системи очищення викидів грають важливу роль у зменшенні негативного впливу. Вони спрямовані на зменшення викидів шкідливих речовин шляхом їхньої фільтрації або перетворення на менш шкідливі речовини до того, як вони

потрапляють у атмосферу. Ці системи орієнтовані на зменшення викидів та поліпшення стану навколишнього середовища.

Досягнення балансу між виробництвом енергії та збереженням природи потребує комплексного підходу до використання технологій теплової енергетики та впровадження ефективних систем очищення викидів для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища повинні бути:

- Переважання зусиль у забезпеченні сприятливих екологічних умов для життя, праці та відпочинку населення;
- Раціональне поєднання екологічних та економічних інтересів суспільства, з урахуванням природних законів та можливостей самовідновлення та самоочищення ресурсів природи;
- Запобігання незворотніх наслідків для природного середовища та здоров'я людини;
- Забезпечення права населення та громадських організацій на інформацію про стан навколишнього середовища та негативний вплив на нього, наданий різними виробничими об'єктами;
- Обов'язковість відповідальності за порушення природоохоронного законодавства.

Відповідно до законодавства України, що регулює охорону навколишнього природного середовища, під охороною перебувають природні екологічні системи, включаючи озоновий шар атмосфери. Також земля та її надра, поверхневі і підземні води, атмосферне повітря, ліси та інша рослинність, тваринний світ, мікроорганізми, генетичний фонд, природні ландшафти, національні природні парки, пам'ятники природи, рідкісні види рослин і тварин та місця їх проживання, які знаходяться під загрозою зникнення.

Крім того, визначаються об'єкти, які зазвичай відносяться до великого природного значення: природні ландшафти, національні природні парки,

пам'ятники природи, а також рідкісні види рослин і тварин та місця їхнього проживання, які знаходяться під загрозою зникнення чи порушенням екологічної рівноваги.

Заходи щодо збереження навколишнього природного середовища включають в себе наступне:

1. Правова охорона, яка визначає екологічні принципи та заснована на розробці юридичних норм і правил, які обов'язкові для виконання.
2. Фінансова стимуляція природоохоронної діяльності, спрямована на зроблення її економічно вигідною для підприємств.
3. Інженерна охорона, яка включає розробку технологій та обладнання для збереження природи та ресурсів.

5.2. Вплив авіаційного транспорту на екологію

Повітряні судна забруднюють атмосферу через викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами авіаційних двигунів. Цей вплив відбувається під час польоту і може бути дійсно значущим, особливо в зонах аеропортів і на трасах польоту.

Проблема забруднення атмосфери авіаційним транспортом не обмежується аналізом впливу газових і аерозольних викидів від авіаційних двигунів на озоновий шар. Існує декілька аспектів, які варто розглядати щодо наслідків такого забруднення:

Фотохімічний аспект: цей аспект виражається у зміні концентрацій різних компонентів атмосфери через фотохімічні реакції. Іншими словами, підвищення концентрації деяких газів (і аерозолів) супроводжується зменшенням інших газів у повітрі.

Радіаційний аспект: зміни в складі парникових газів, аерозолів і утворення перистих хмар призводять до зміни теплового та радіаційного балансів в системі Земля-атмосфера. Це впливає на температуру повітря в атмосфері та на земній поверхні.

Біологічний аспект: наслідком цього забруднення є зміна рівня ультрафіолетового випромінювання, яке небезпечно для здоров'я людини, тварин та впливає на продуктивність деяких видів рослин.

Отже, викиди авіаційних двигунів впливають на ключові аспекти екосистеми, включаючи якість повітря, температуру, атмосферну циркуляцію, клімат та ультрафіолетове випромінювання.

Газотурбінні двигуни, які переважно використовуються в авіації сьогодні, є великими споживачами палива та атмосферного кисню, а також джерелами забруднення атмосфери відпрацьованими газами. У викидах продуктів згоряння палива, які відбуваються з надлишком повітря, містяться шкідливі речовини, що регулюються санітарними нормами та вимогами Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО).

Відпрацьовані гази від авіаційних двигунів містять різні забруднюючі речовини, такі як оксиди азоту, оксиди сірки, вуглеводні та інші сполуки, які можуть мати негативний вплив на навколишнє середовище. Під контрольними нормами, які встановлені організаціями як ІСАО, знаходяться концентрації цих речовин для зменшення впливу на повітря та здоров'я людей.

Крім того, оксиди азоту і оксиди сірки, що викидаються від авіаційних двигунів, можуть призводити до утворення смогу та кислотного дощу. Це може мати негативний вплив на екосистеми, руйнуючи ґрунти та впливаючи на рослини та водні ресурси.

Збільшення викидів CO₂ також відіграє ключову роль у зміні клімату. Відпрацьовані гази від авіаційного транспорту, в основному CO₂, можуть сприяти парниковому ефекту та підвищенню глобальної температури. Це може призвести до змін клімату, зсуву екосистем та загрози для біорізноманіття.

Управління викидами від авіації є важливим завданням для збереження навколишнього середовища. Розробка та впровадження нових технологій для зменшення впливу відпрацьованих газів, а також постійний контроль та

відповідність стандартам є ключовими елементами в зусиллях з екологічної охорони у сфері авіації.

5.3. Норми та вимоги щодо забезпечення безпеки праці при роботі з моніторами, радіолокаторами та електротехнікою

У ході виконання роботи людина спілкується з предметами праці, використовує робочі інструменти та взаємодіє з колегами. Крім того, різні фактори виробничого середовища, такі як температура, вологість, шум, рух повітря, вібрація, інфразвук, а також електромагнітні поля та різновиди випромінювання, впливають на її фізичний та психологічний стан. Якість умов праці значно впливає на здоров'я, налаштування на роботу та продуктивність праці. Погані умови праці можуть вести до травм та професійних захворювань..

Погані умови праці також можуть викликати ряд негативних наслідків для працівників. Наприклад, підвищене рівня шуму може викликати стрес та погіршення концентрації, що в свою чергу може призвести до зменшення продуктивності. Надмірна вологість чи низька температура можуть викликати дискомфорт та знизити стійкість до хвороб. Негативний вплив інфразвуку або вібрації на організм також може викликати втомленість та погіршення здоров'я працівників, а в деяких випадках навіть привести до серйозних проблем з моторикою. Тому важливо підтримувати комфортні та безпечні умови праці для забезпечення не лише фізичного, а й психологічного благополуччя та ефективності працівників.

Фактори виробництва можна розділити на шкідливі та небезпечні, кожна категорія має свої особливості та потенційні наслідки для працівників. Небезпечні фактори, які можуть призвести до травми чи раптового погіршення здоров'я, зазвичай стосуються безпосередньої фізичної небезпеки або можливих аварійних ситуацій.

У той час, шкідливі фактори виробництва включають широкий спектр аспектів, що можуть впливати на здоров'я працівників у більш віддалений

часовий проміжок. Це може бути пов'язано з довготривалим впливом на нервову систему, емоційним перенапруженням, монотонною роботою або надмірними фізичними навантаженнями.

Ці фактори не завжди призводять до травм чи раптових станів, але можуть сприяти захворюванням та зниженню працездатності внаслідок тривалого впливу. Врахування цих факторів у процесі планування та організації робочих місць важливе для створення безпечного та здорового середовища праці. Можливість та навіть імовірність впливу шкідливих чи небезпечних факторів виробництва вимагає вжиття заходів щодо їхньої мінімізації або контролю.

Це може включати в себе встановлення захисного обладнання, розробку процедур та інструкцій з безпеки, навчання персоналу правильним методам роботи та використання засобів захисту. Зменшення впливу шкідливих факторів також може потребувати регулярного моніторингу та оцінки умов праці для виявлення потенційних ризиків і вжиття відповідних заходів.

Забезпечення безпечних та здорових умов праці є важливим елементом не лише для самого персоналу, але й для загального успіху організації, оскільки це може позитивно впливати на продуктивність, зниження відпусток через травми чи захворювання, а також підвищення загального комфорту та задоволення працівників.

Точно так, здорові та безпечні умови праці - це не лише обов'язковий елемент, але й ключ до успішного функціонування будь-якої організації. Забезпечення безпеки та здоров'я працівників впливає на багато аспектів діяльності організації.

Зниження ризику травм та захворювань, пов'язаних із роботою, дозволяє збільшити працездатність та продуктивність персоналу. Покращення умов праці може також зменшити кількість відпусток через травми чи захворювання, що в свою чергу позитивно позначиться на ефективності та функціонуванні організації.

Крім цього, створення комфортних умов праці сприяє підвищенню задоволення працівників, їхній мотивації та загальній атмосфері в колективі. Це впливає на робочу етику, сприйняття роботи та відносини в колективі.

Таким чином, інвестування в безпеку та здоров'я праці є важливою складовою успіху будь-якої організації, адже це допомагає створити сприятливий фон для досягнення більш високих результатів та забезпечення сталого розвитку.

До найважливіших факторів виробництва, які можуть негативно впливати на організм людини, відносяться наступні: підвищена концентрація пилу в атмосфері робочого приміщення, параметри мікроклімату виробничих зон, підвищений рівень інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, збільшена вібрація, шум, інфразвук та ультразвук, зміни в барометричному тиску, підвищений рівень електромагнітного випромінювання в робочому середовищі, збільшена статична електрика, небезпечна напруга в електричних мережах, вищий або низький рівень іонізації повітря, відсутність або недостатнє природне освітлення, недостатність або великі розходження в освітленості на робочих місцях, велика площа, підвищена яскравість світла та світлова пульсація.

Використання комп'ютерної техніки призводить до впливу шкідливого електромагнітного випромінювання (ЕМВ) від моніторів комп'ютерів. Ступінь цього впливу на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності, тривалості опромінювання та його характеру (постійний або модульований), площі опромінення та індивідуальних особливостей організму.

Наприклад диспетчер, який веде спостереження за допомогою моніторів і радарів, проводить багато часу в сидячому положенні, при цьому активно використовуючи руки. Ця робота може призводити до напруги очей, яка викликає дискомфорт і головний біль. Довга сидяча робота також може спричинити біль у спині.

Під час взаємодії з моніторами робоча діяльність може впливати на фізичний стан людини через різні фактори, більшість з яких зазвичай знаходяться в межах норми, відповідно до чинних стандартів. Однак під час роботи з комп'ютером пряме сонячне світло може збільшувати контрастність об'єктів навколишнього середовища, що може відволікати увагу. Під час інтелектуальної роботи може спостерігатися сповільнення пульсу, підвищення артеріального тиску, прискорення дихання, збільшення кровопостачання головного мозку та зменшення кровопостачання кінцівок та черевної порожнини. При напруженій інтелектуальній роботі можуть порушуватися м'язовий тонус, судини головного мозку та серця.

5.4. Робочий процес і система організації праці на робочому місці

Багато проблем, пов'язаних з людським фактором в управлінні польотами в автоматизованих умовах, не є новими; вони, скоріше, виникають через ті ж основні обмеження і можливості людини. Першим кроком у вирішенні проблем, пов'язаних із людською складовою в управлінні повітряними суднами, є взаємодія людських навичок і обмежень з технічними аспектами автоматизованих систем управління повітряними суднами та їх структурою.

Хоча багато людей можуть вважати, що льотчик є єдиною "людиною", яка бере участь в авіаційній системі, інші включають усіх, хто безпосередньо бере участь перед польотом літака, таких як льотний і наземний екіпаж, диспетчери повітряного руху та метеорологи.

Цей підхід слід розуміти як включення всіх аспектів участі людей в авіаційній діяльності, особливо на етапах, таких як проектування, виробництво, технічне обслуговування, експлуатація та управління.

Розуміння та урахування людських факторів у всіх аспектах авіаційної діяльності, починаючи від проектування та завершуючи етапом управління, дійсно є ключовим для забезпечення безпеки та ефективності в цій сфері. Подібний підхід передбачає не лише урахування участі льотного та наземного

екіпажу в процесах польоту, а й врахування їхньої ролі в управлінні повітряними суднами в контексті проектування та підтримки систем.

Це означає, що важливо адаптувати технічні системи та процедури до можливостей та обмежень людей, які працюють у цій сфері. Це може охоплювати розробку інтерфейсів, які забезпечують оптимальне сприйняття та взаємодію операторів з системами, а також навчання персоналу щодо використання нових технологій.

Такий підхід дозволяє враховувати людський фактор як складову системи, а не тільки як окремий елемент, і сприяє покращенню безпеки та продуктивності в авіаційній сфері.

Зазвичай, робоче місце має складну сукупність взаємопов'язаних факторів та умов, які можуть впливати на робочу здатність людини. Для наглядного уявлення про взаємозв'язки між різними компонентами авіаційної системи можна використовувати модель SHEL (іноді вона позначається як SHELL). Ця модель є однією з розробок традиційної системи "людина-машина-середовище". Вона розглядає головним чином людину та її взаємодію з іншими компонентами авіаційної системи. Аббревіатура SHEL складається з початкових букв англійських назв її чотирьох складових елементів:

- Суб'єкт (L-Liveware) (особи, які працюють на робочих місцях).
- Об'єкт (H-Hardware) (техніка та обладнання).
- Процедури (S-Software) (правила, програмне забезпечення, підготовка, документація і т. д.).
- Середовище (E-Environment) (умови, в яких взаємодіють інші компоненти системи L-H-S).



Рисунок 5.1 – модель SHELL

У серці моделі SHEL розташовані люди, які виконують свої професійні обов'язки. Незважаючи на велику адаптивність людей, їх робоча здатність може коливатися значно. Однак, на відміну від технічного обладнання, людей неможливо стандартизувати в такий самий спосіб, і межі їхнього впливу менш очевидні. Люди не завжди взаємодіють ідеально з різними елементами того оточення, в якому вони працюють. Для уникнення напруження, яке може погіршити робочу ефективність людини, важливо розуміти можливі наскоки на кордоні між різними частинами моделі SHEL та центральним блоком "суб'єкт". Для забезпечення гармонії в системі, необхідно докласти зусиль для уважного налаштування взаємодії між іншими компонентами системи.

Модель SHEL виявляє особливу корисність для наглядної демонстрації взаємодії різних компонентів авіаційної системи. Ця взаємодія включає в себе наступні аспекти:

Взаємодія між суб'єктом і об'єктом (L-N): Часто виникають питання про спільну роботу людини та машини, коли мова йде про людський фактор. Це охоплює організацію інтерфейсу між людиною та фізичним робочим оточенням, такі як дизайн крісел з урахуванням антропометричних характеристик людей, розробку дисплеїв, що враховують сенсорні особливості та сприйняття інформації користувачем, а також створення зручних для користувача засобів управління, включаючи їх розташування та кодування.

Взаємодія між суб'єктом і процедурами (L-S): Інтерфейс L-S включає в себе взаємодію людини з різними програмами та інструкціями, які використовуються на робочому місці, такі як правила, керівництва, контрольні списки, документація, системи економічного планування та програмне забезпечення комп'ютерів. Цей інтерфейс включає аспекти, спрямовані на користувача, такі як актуальність, точність, структура і формат інформації, термінологія, ясність та використання символіки.

Взаємодія між суб'єктом і суб'єктом (L-L): Інтерфейс L-L визначає взаємодію індивіда з іншими особами на робочому місці, таких як льотний

екіпаж, диспетчери повітряного обслуговування, інженери технічного обслуговування повітряних судів та інший персонал, які працюють у командах. Ця взаємодія також включає в себе стосунки між командою та її керівниками, а також аспекти корпоративної культури, психологічного клімату в команді та виробничих потреб авіакомпанії, які можуть впливати на продуктивність індивідів.

Взаємодія між суб'єктом і середовищем (L-E): Цей вид інтерфейсу охоплює взаємодію індивідуума з внутрішнім і зовнішнім середовищем. Внутрішнє виробниче середовище включає такі параметри, як температура, освітлення, рівень шуму, вібрація та якість повітря. Зовнішнє середовище (особливо для пілотів) враховує аспекти, такі як видимість, турбулентність та рельєф місцевості. Умови роботи в авіації (наприклад, цілодобовий режим роботи 7 днів на тиждень) все частіше вимагають врахування порушень біологічних ритмів і режиму сну.

Автоматизація робочих процесів диспетчерів авіакомпанії призначена для поліпшення надійності, ефективності та безпеки авіаційних перевезень. При реалізації автоматизації важливо враховувати роль людини, створювати комфортні умови для авіаційного персоналу та підвищувати якість обслуговування клієнтів.

Так, автоматизація робочих процесів у сфері авіації відіграє важливу роль у покращенні різноманітних аспектів цієї галузі. Застосування автоматизації допомагає не лише збільшити надійність, ефективність та безпеку авіаційних перевезень, але й враховує роль та потреби людини.

Створення комфортних умов для авіаційного персоналу в контексті автоматизації - це важливий аспект. Люди, які працюють у цій сфері, можуть бути відповідальними за навігацію, безпеку польотів, обслуговування пасажирів та багато іншого. Тому, враховуючи їхні потреби та можливості, автоматизація має спрощувати та покращувати їхню роботу, а не замінювати повністю.

Основний принцип - зберігати баланс між автоматизацією та взаємодією з людьми. Це може включати в себе розробку інтуїтивних інтерфейсів, які дозволяють легко використовувати автоматичні системи, а також надавання можливості людям втручатися у процеси при необхідності або в особливих випадках.

Крім того, автоматизація робочих процесів може поліпшити якість обслуговування клієнтів через точність та ефективність операцій, забезпечуючи безперебійність та зручність пасажирів під час їхніх авіаподорожей.

Висновок до розділу 5

Розглянуті різновиди впливу на довкілля та заходи для його збереження підкреслюють важливість відповідального ставлення до природних ресурсів та розробки ефективних стратегій їх використання.

Детальний аналіз впливу авіаційного транспорту на екологію дозволяє зрозуміти необхідність розробки та впровадження інноваційних технологій для зменшення негативного впливу на атмосферу та забезпечення сталого розвитку авіаційної галузі.

Норми та вимоги щодо забезпечення безпеки праці при роботі з моніторами, радіолокаторами та електротехнікою свідчать про важливість створення безпечних умов праці для працівників, що працюють з високотехнологічним обладнанням. Дотримання цих норм сприяє покращенню якості праці та здоров'я працівників.

Аналіз робочого процесу і системи організації праці на робочому місці дозволяє визначити оптимальні підходи до організації праці, забезпечуючи ефективність та безпеку. Охорона праці і охорона навколишнього середовища взаємодіють, і їхнє комплексне поєднання сприяє створенню стабільної та відповідальної корпоративної культури. Такий підхід є важливою передумовою для успішного функціонування підприємства в умовах сучасного ринкового середовища.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження, присвяченого аналізу дій авіадиспетчера при виникненні аварійної ситуації у польоті, можна зробити кілька ключових висновків. Розділ 1 визначив основні аспекти роботи авіадиспетчерів при надзвичайних ситуаціях, надав рекомендації щодо їхніх дій та провів аналіз конкретних випадків, зокрема "незаконного втручання".

Розділ 2 детально розглянув методи дослідження, які були використані для аналізу дій авіадиспетчерів. Методи прийняття рішення в умовах невизначеності, такі як критерії Вальда, Лапласа, Гурвіца та Севіджа, а також метод експертних оцінок та кореляційно-регресивний аналіз, були використані для отримання об'єктивної інформації про ситуації в авіації.

Розділ 3 представив моделювання системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в особливому випадку "незаконного втручання". Використання методу мережевого планування в умовах визначеності, а також моделювання в умовах ризику та невизначеності для пошуку оптимального аеродрому посадки, зробили великий внесок у розробку прототипу системи підтримки прийняття рішень.

Розділи 4 та 5 визначили ефективність авіаційної системи через кореляційно-регресивний аналіз та багатокритеріальне оцінювання, а також розглянули аспекти охорони праці та охорони навколишнього середовища, зокрема вплив авіаційного транспорту на екологію та норми безпеки праці.

Отже, дослідження виявило необхідність вдосконалення дій авіадиспетчерів у надзвичайних ситуаціях та впровадження нових технологій у систему підтримки прийняття рішень для забезпечення безпеки в авіації.

Відповідно до дослідження, посилення навичок та підвищення ефективності дій авіадиспетчерів у надзвичайних ситуаціях є ключовими для забезпечення безпеки в авіації. У цьому контексті інтеграція новітніх технологій у систему підтримки прийняття рішень виявляється критичною для підвищення рівня безпеки та оперативності у цій галузі. Такі інновації можуть забезпечити

авіадиспетчерам доступ до швидкого та точного інформаційного забезпечення для управління складними ситуаціями та вчасного реагування на непередбачені обставини.

Підвищення навичок та ефективності авіадиспетчерів у надзвичайних ситуаціях є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки та оптимального управління в авіаційній сфері. Інтеграція новітніх технологій у систему підтримки прийняття рішень може істотно покращити цей аспект авіаційної безпеки.

Використання передових технологій, таких як штучний інтелект, аналітика даних, системи реального часу та інші, може дати авіадиспетчерам доступ до точної та швидкої інформації у випадку надзвичайних обставин. Це допоможе здійснювати більш оперативне та обґрунтоване прийняття рішень, підвищуючи шанси на успішне управління складними ситуаціями.

Крім того, інноваційні технології можуть покращити системи прогнозування та виявлення можливих загроз, дозволяючи диспетчерам попереджувати небезпеку та реагувати перед тим, як ситуація стане критичною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харченко В.П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – 292 с.
2. Харченко В. П. Прийняття рішень в соціотехнічних системах: монографія /В. П. ХАРЧЕНКО, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – К. : НАУ, 2016. – 308 с.
3. Збірник документації Служби аеронавігаційного обслуговування Украероруху частина 3, п.18. «ТИПОВІ КАРТИ ДІЙ ФАХІВЦІВ ОПР В АВАРІЙНИХ ТА НЕПЕРЕДБАЧУВАНИХ СИТУАЦІЯХ (ASSIST)», 2018.
4. Guidelines for Controller Training in the Handling of Unusual/Emergency Situations. – EUROCONTROL, 2003.
5. Лейченко С. Д. Человеческий фактор в авиации / С. Д. Лейченко, А. В. Малишевский. – Кіровоград, 2006. – Кн. 1. – 480 с.
6. База даних авіаційних подій. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.aviation-accidents.net/>
7. Kolesnyk A. Розробка моделі знань для інформаційної системи підтримки прийняття рішень авіаційним оператором при виникненні особливих випадків в польоті / А. Kolesnyk, А. Войко, Т. Mishchenko, V. Rudenko // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 2 (60). – с. 12-16..
8. Shmelova T. 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.
9. Kolesnyk A. Метод розробки моделей представлення знань про аварійні ситуації для спр авіадиспетчера / А. Kolesnyk, V. Pavlenko, V. Zatkhei // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 3 (61). – с. 13-20.

10. Системи і методи підтримки прийняття рішень / Бідюк П.І., Тимощук О.Л., Коваленко А.Є., Коршевнік Л.О. // Електронне мережне навчальне видання – Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 610с.
11. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка. Київ: НАУ, 2013. 281с. ISBN: 978-966-598-573-0.
12. Звіт про діяльність Державної авіаційної служби України за 2020 рік – Київ, 2021.
13. Звіт про діяльність Державної авіаційної служби України за 2021 рік – Київ, 2022.
14. ICAO Environmental Report: ICAO, 2022.
15. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навчальний посібник / Г.З. Леськів, М.Р. Верескля. – Львів, 2018. – 262 с.
16. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / – К.: Основа, 2016. 267 с.
17. Державна авіаційна служба України, Міноборони, Наказ "Про затвердження Авіаційних правил України "Загальні правила польотів у повітряному просторі України" від 06.02.2017 N 66/73.
18. Управління повітряним рухом в особливих умовах та аварійних ситуаціях. Методичний комплекс 7 семестр напрям підготовки 6.070102 «Аеронавігація» / Г.Ф. Аргунов. – Київ: НАУ. Інститут аеронавігації, 2010. – 123 с.
19. Doc. 4444 ATM/501, Правила аэронавигационного обслуговування «Организация воздушного движения». – Международная организация гражданской авиации, 2007.
20. 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.

21. Thirteenth Air Navigation Conference Report, Doc. 10115, AN-Conf/13, ICAO, Montreal, Canada, 2018.

22. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / – К.: Основа, 2016. 267 с.

23. www.wikidata.ukua.nina.az/Рейс_77_American_Airlines_11_вересня_2001_року.html

24. <https://www.jnsm.com.ua/h/1221N/>

25. https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/Лівійська_Арабська_Республіка.html