

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Олександр ЛИТВИНЕНКО

“ ” _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ

“ МАГІСТР ”

Тема: Розподілена система підтримки прийняття рішень щодо рівня
безпеки польотів повітряних суден

Виконавець: _____ Денис
ПРИТУЛА

Керівник: _____ Галина РОСІНСЬКА

Нормоконтролер: _____ Євгеній ТУПОТА

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук та технологій

Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма «Системне програмування»

Форма навчання денна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр ЛИТВИНЕНКО

« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Притули Дениса Олеговича

1. **Тема роботи:** Розподілена система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден

затверджена наказом ректора від «28» 08 2023 р. № 1494/ст

2. **Термін виконання роботи:** з 02.10.2023 р. по 31.12.2023 р.

3. **Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:** мова програмування *Python* та система управління базами даних *MySQL*.

4. **Зміст пояснювальної записки:**

1) Аналіз предметної області;

2) Теоретичні аспекти розробки системи підтримки прийняття рішень;

3) Практична реалізація системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден.

5. **Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:**

1) Підтримка прийняття рішень (схема алгоритму);

2) Інтерфейс системи підтримки прийняття рішень;

3) Робота системи підтримки прийняття рішень (структурна схема).

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Пошук та аналіз джерел для аналізу предметної області за темою кваліфікаційної роботи	02.10.2023-21.10.2023	
2	Розробка плану кваліфікаційної роботи	22.10.2023-02.10.2023	
3	Розробка розділу 1: Теоретичні аспекти розробки модуля відстеження польотів дронів	03.11.2023-13.11.2023	
4	Розробка розділу 2: Проектування програмного модуля відстеження польотів дронів	14.11.2023-24.11.2023	
5	Розробка розділу 3: Практична реалізація програмного модуля	25.11.2023-10.12.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки та написання висновків	11.12.2023-18.12.2023	
7	Розробка презентації для захисту роботи	19.12.2023-24.12.2023	
8	Підготовка до захисту	25.12.2023-31.12.2023	

7. Дата видачі завдання: “ 2 ” жовтня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Галина РОСІНСЬКА
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Денис ПРИТУЛА
(підпис студента)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи “Розподілена система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки повітряних суден” складається з: 80 с., 14 рис., 8 таблиць, 29 літературних джерел, 1 додаток.

БАЗА ДАНИХ *MYSQL*, *PYTHON*, СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, РІВЕНЬ БЕЗПЕКИ, ФАКТОРИ РИЗИКУ.

Об’єкт дослідження – процес забезпечення безпеки польотів повітряних суден.

Предмет дослідження – розподілена система підтримки прийняття рішень щодо безпеки польотів повітряних суден.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден.

Методи дослідження – застосування мови програмування *Python* та системи управління базами даних *MySQL* для створення системи підтримки прийняття рішень.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження – розробка розподіленої системи підтримки прийняття рішень для оцінки рівня ризику під час польоту повітряного судна.

Результати кваліфікаційної роботи рекомендується використовувати при розробці системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польоту повітряних суден.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	14
1.1. Основні принципи роботи системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден в авіаційній діяльності	14
1.2. Огляд сучасних стандартів та інструментів управління ризиками при здійсненні авіаційної діяльності	19
1.3. Визначення принципів управління факторами ризику при здійсненні авіаційної діяльності	26
1.4. Висновки до розділу	35
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ СИТЕМИ	38
2.1. Основны задачі системи підтримки прийняття рішень	38
2.2. Основны вимоги до системи підтримки прийняття рішень	40
2.3. Методи комплексної оцінки впливу системи ризиків на ефективність авіаційної діяльності	46
2.4. Висновки до розділу	53
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИТЕМИ	55
3.1. Вимоги для реалізації системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден	55
3.2. Структура побудови системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден	57
3.3. Переваги та недоліки системи	65
3.4. Оцінка ефективності розробленої системи	67
3.5. Висновки до розділу	69

ВИСНОВКИ	72
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТОК А	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

<i>ISO</i>	–	<i>Міжнародна організація зі стандартизації</i>
<i>NIST</i>	–	<i>Національний інститут стандартів і технологій</i>
<i>SAC</i>	–	<i>Служба громадянської дії</i>
<i>COSO</i>	–	<i>Модель внутрішнього контролю</i>
<i>BSI</i>	–	<i>Британський інститут стандартів</i>
<i>COBIT</i>	–	<i>Методологія управління інформаційними технологіями</i>
<i>ДФСУ</i>	–	<i>Державна фіскальна служба України</i>

ВСТУП

Система підтримки прийняття рішень – це комп'ютеризована автоматизована система, призначена для надання допомоги та підтримки у різних сферах діяльності людини при вирішенні структурованих або неструктурованих проблем. Застосування таких систем дозволяє проводити ґрунтовний та об'єктивний аналіз предметної області в умовах складних прийняття рішень.

Завдання прийняття рішень постійно виникають у різних сферах природи та суспільства – в біологічних, екологічних, соціальних і економічних системах, а також у різноманітних процесах та явищах, наприклад, у функціонуванні живих організмів та їх колоній, вираженні споживчих уподобань чи природних катаклізмах.

Рішення визначається як обґрунтований набір дій, спрямованих на об'єкт чи систему управління, з метою приведення їх до бажаного стану або досягнення поставленої мети. Це прояв волі та розумової діяльності людини. Характерними рисами рішень є можливість вибору із набору альтернатив, наявність мети та вольового акту при їх прийнятті.

Важливо зазначити, що класифікація рішень є ключовою, існують різні підходи до її визначення. Прийняття рішень – це процес вибору найбільш підходящого рішення серед допустимих альтернатив або упорядкування їх. Цей процес відбувається на основі знань про об'єкт управління, процеси в ньому та можливі події з перебігом часу, а також за наявності показників, що характеризують ефективність та якість прийнятого рішення. У цьому контексті модель прийняття рішень включає формальне представлення задачі та процесу прийняття рішень.

Питання формальної основи вибору, зокрема, походження критерію оптимальності, є однією з фундаментальних проблем теорії прийняття рішень, яка зародилася ще у XVIII столітті. Розвиток цієї теорії почався у другій половині XX століття, завдяки роботам Дж. Фон Неймана та О. Моргенштерна. З того часу оптимізаційний вибір за різними критеріями став предметом ретельного дослідження, що зумовлює актуальність подальших досліджень у даній галузі.

Актуальність теми. Використання сучасних теорій інформаційних технологій, менеджменту у бізнесі та концепцій отримання знань вимагає основування на усвідомленій та цілеспрямованій діяльності людини. Ключовий аспект цього підходу полягає в розробці інформаційних систем підтримки прийняття рішень, які адаптовані до навколишнього середовища. У цих системах використовуються різноманітні методи, такі як експертні оцінки, нейронні мережі, алгоритми м'яких обчислень, методи оптимізації, регресійний аналіз, байєсівські моделі та інші.

Спрямованість на досягнення усвідомлених цілей вимагає розробки інструментальних засобів для оптимізації витрат умовно обмеженими ресурсами. Це призвело до виникнення широкого спектру інформаційних технологій в межах методів та систем штучного інтелекту, спрямованих на полегшення управлінських завдань у суспільстві, виробництві, торгівлі, кредитній та фінансовій сферах.

Найпоширенішими застосуваннями цих технологій є експертні системи, дорадчі системи, інтелектуальні системи та інформаційні системи підтримки прийняття рішень. Основною спільною рисою їх функціонування є використання знань людей-експертів, що робить їх важливими інструментами для вирішення завдань у різних галузях, зокрема управлінням, виробництвом та фінансовою сферою.

Наголошується, що досягнення поставлених цілей у сучасному бізнесі вимагає не лише застосування передових технологій, але й ретельного вивчення та розуміння контексту, в якому ці технології застосовуються. Також важливо враховувати ефективну взаємодію між інформаційними системами та людьми, щоб створити оптимальні умови для прийняття рішень на основі збалансованої комбінації експертності машин та людського інтуїтивного розуміння.

Процеси управління та прийняття рішень стають більш комплексними в умовах зростаючої конкуренції та змін у бізнес-середовищі. Тому інформаційні системи підтримки прийняття рішень виявляються ключовим інструментом для успішного впровадження стратегій, оптимізації процесів та забезпечення конкурентоспроможності.

Крім того, наголошується на необхідності постійного вдосконалення інформаційних систем, оскільки технологічні зрушення та зміни в бізнес-вимогах вимагають постійного покращення та адаптації. Розвиток інтегрованих технологічних рішень, які забезпечують ефективний обмін даними та співпрацю між різними інформаційними системами, стає важливим завданням для досягнення стратегічних цілей підприємства.

З огляду на статистику за останнє десятиріччя по авіаційним подіям питання забезпечення рівня безпеки польотів є найбільш актуальними, оскільки недоліки і проблеми в функціонуванні авіаційної діяльності пояснюються відсутністю загальнотеоретичного базису та загальноприйнятих підходів до управління безпекою польотів, розробка яких має орієнтуватися на вимогу «Міжнародної організації цивільної авіації», яка визначає, що жодний регіон не повинен мати рівень частоти авіакатастроф більш ніж удвічі перевищує загальносвітовий. Система підтримки прийняття рішень може бути особливо корисною у вирішенні складних або непередбачуваних ситуаціях. В Україні система підтримки прийняття рішень у галузі безпеки польотів використовуються в таких організаціях, як «Державна авіаційна служба України», «Національний авіаційний університет» та авіакомпанії.

Наприклад, «Державна авіаційна служба України» використовує систему підтримки прийняття рішень для аналізу даних з реєстраторів польотів. Це допомагає виявляти тенденції та закономірності, які можуть вказувати на потенційні загрози безпеці. «Національний авіаційний університет» використовує систему підтримки прийняття рішень для навчання студентів про потенційні загрози безпеці. Це допомагає їм стати більш кваліфікованими фахівцями в галузі безпеки польотів. Авіакомпанії використовують систему підтримки прийняття рішень для розробки заходів реагування на потенційні загрози безпеці. Також не менш важливим функціоналом системи є виявлення потенційних зіткнень повітряних суден, аналіз погодних умов, моніторингу стану повітряних суден та завчасне надання інформації операторам повітряного руху. Це допомагає їм мінімізувати ризик інцидентів.

Очікується, що використання систем підтримки прийняття рішень у галузі безпеки польотів буде зростати в майбутньому. Це пов'язано з тим, що системи

підтримки прийняття рішень стають все більш доступними та потужними. Вони також стають все більш важливими для авіакомпаній, які прагнуть підвищити безпеку польотів та зменшити вплив авіакатастроф в цілому.

Призначення системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден полягає в об'єднанні в єдиний комплекс завдань оцінки (груп, рівнів), забезпечення та верифікації безпеки авіаційної діяльності, як складної структури з незалежними критичними елементами, а також апаратних, програмних, мережевих і ергатичних компонентів, які є і засобом, і об'єктом забезпечення безпеки в потенційно небезпечних моментах.

Об'єкт дослідження - процес забезпечення безпеки польотів повітряних суден. Управління безпекою польотів - це головна функція, яка повинна розглядатися на рівні, щонайменше адекватному за ступенем важливості іншими функціям будь-якої авіакомпанії, реалізація якої повинна спиратися на збалансоване виділення ресурсів на виробничі завдання і засоби захисту, що сприятиме встановленню кордону безпеки.

Предмет дослідження - розподілена система підтримки прийняття рішень щодо безпеки польотів повітряних суден.

Мета і завдання кваліфікаційної роботи. Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці системи підтримки прийняття рішень для оцінки рівню безпеки польотів повітряних суден. Реалізація забезпечення гарантованого результату полягає в реалізації процесів управління таким чином, щоб не допустити перехід інфраструктури або її систем в потенційно небезпечний стан і забезпечити блокування (виключенні) відповідного технічного об'єкта в разі загрози переходу або при переході в небезпечний стан і мінімізація наслідків такого переходу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

— провести аналіз предметної області: розглянути основні поняття про систему підтримки прийняття рішень, сучасні стандарти та інструменти управління ризиками при здійсненні авіаційної діяльності, основні задачі та вимоги до систем підтримки прийняття рішень, методи комплексної оцінки впливу системи ризиків на ефективність авіаційної діяльності;

- виконати аналіз інструментів та технологій, що можуть бути використані при створенні системи підтримки прийняття рішень;
- реалізувати систему підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден з урахуванням усіх поставлених вимог;
- провести тестування роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше була запропонована нова модифікація бази даних, яка дозволяє створювати розподілену систему підтримки прийняття рішень з рівня безпеки польотів повітряних суден, індивідуалізовану під потреби кожного користувача. Особи, які використовують повітряне судно для різних цілей, будь то особистий транспорт чи сільськогосподарські операції, тепер можуть підключити власну базу даних, що містить інформацію про три фактори ризику: погодні умови, технічний стан повітряного судна, людський фактор. І самостійно приймати рішення щодо безпеки польоту. Дані, збережені в базі, використовуються для розрахунку рівня безпеки та адаптуються до індивідуальних потреб кожного користувача.

Практичне значення отриманих результатів. Практичні значення отриманих результатів в кваліфікаційній роботі дають змогу використовувати систему підтримки прийняття рішень в авіаційній галузі для запобігання шкоди навколишньому середовищу та зіткненню повітряних суден.

Особистий внесок випускника. Всі результати, представлені у кваліфікаційній роботі, отримані випускником особисто. Система підтримки прийняття рішень ґрунтується на сучасних методах обробки інформації в умовах суттєвої невизначеності і дозволяє проводити аналіз ризиків, виробляти, оцінювати і приймати ефективні рішення. Для цього система використовує моделі, що інтегрують якісні та кількісні фактори, що визначають ризики проекту. Різні обставини впливають на якість прийнятих рішень, підвищення якого може бути досягнуте за допомогою застосування методів і моделей, що враховують наявні невизначеності.

Апробація отриманих результатів. Практичні та теоретичні аспекти, результат яких отримано в кваліфікаційній роботі, проходили апробацію на міжнародній науково-технічній конференції «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу» та науково-технічній конференції «Сучасні тенденції розвитку системного програмування».

Публікації. Притула Д.О. Розподілена система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден: міжнар. науково-техн. конф. «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу», 24-25 жовтня 2023р.: тези доп. -К.: НАУ, 2023. -С. 83.

Притула Д.О. Система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден: міжнар. науково-техн. конф. «Сучасні тенденції розвитку системного програмування», 23-24 листопада 2023р.: тези доп. -К.: НАУ, 2023. - С. 28.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Основні принципи роботи системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден в авіаційній діяльності

Системи підтримки прийняття рішення можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, призначену для підтримки різних видів діяльності під час прийняття рішень стосовно слабоструктурованих і неструктурованих проблем. Системою підтримки прийняття рішень керує людина – оператор, який контролює рівень безпеки польоту та вчасно реагує на небезпечні ситуації під час польоту повітряного судна.

Грунтоване та всебічне вивчення авіаційної транспортної системи на всіх етапах її розробки та експлуатації стає неможливим без використання моделювання процесів, які відбуваються у ній. В наш час актуальним завданням є моделювання розвитку непередбачуваних польотних ситуацій, які відзначаються високим рівнем неповноти та невизначеності в наявній інформації. Метою цих досліджень є підвищення безпеки польотів шляхом створення систем підтримки прийняття рішень та розвитку сценаріїв непередбачених польотних ситуацій. Це дозволяє авіаційному оператору швидко приймати рішення стосовно вибору оптимальних дій у ситуаціях, де інформація неповна та неоднозначна, забезпечуючи вибір таких дій, які мінімізують можливі збитки. Якість обраного варіанту залежить від повноти інформації, використовуваної для ідентифікації ситуації, що стоїть перед прийняттям рішення.

Від виявлення проблеми до її усунення оператором має пройти чотири етапи:

- сприйняття інформації про об'єкт керування, параметри зовнішнього середовища, самої системи;
- обробка інформації, тобто зведення її до виду, придатного для прийняття рішення;

— прийняття рішення про необхідні дії на підставі даних, отриманих у процесі аналізу інформації;

— передавання інформації про рішення або здійснення керувальних дій.

Модель забезпечення гарантованого рівня безпеки польотів при авіаційній діяльності (рис.1.1) полягає в реалізації процесів управління таким чином, щоб не допустити перехід інфраструктури або її систем в потенційно небезпечний стан і полягає в блокуванні (виключенні) відповідного технічного об'єкта в разі загрози переходу або при переході в небезпечне (аварійне) становище і мінімізація наслідків такого переходу. Хоча ця модель і гарантує високий рівень безпеки польотів, але він не є ідеальним. Під час введення інформації в бази даних часто виникає значна кількість помилкових даних, спричинених випадковими факторами та навмисною подачею неправдивої інформації. Це може призводити до ухвалення невірних управлінських рішень із-за чого проблема швидко зростає. Запропоноване наукове рішення полягає у виявленні та усуненні можливих навмисних деструктивних або помилкових дій авіаційних операторів, які можуть викликати втрати, витік чи неправомірну модифікацію інформації. Забезпечення безпеки польотів в авіаційній діяльності повинно реалізовуватися шляхом впровадження заходів, які повністю усувають канали можливого негативного впливу.

Напрямки усунення негативного впливу:

— комплекс методів і моделей оцінки справжності вхідної інформації;

— комплекс методів і моделей виявлення і виправлення помилкових дій операторів.

Таким чином, комплекс методів і моделей забезпечуючи достовірну інформацію для системи підтримки прийняття рішень ви можете побачити на рис.1.2.

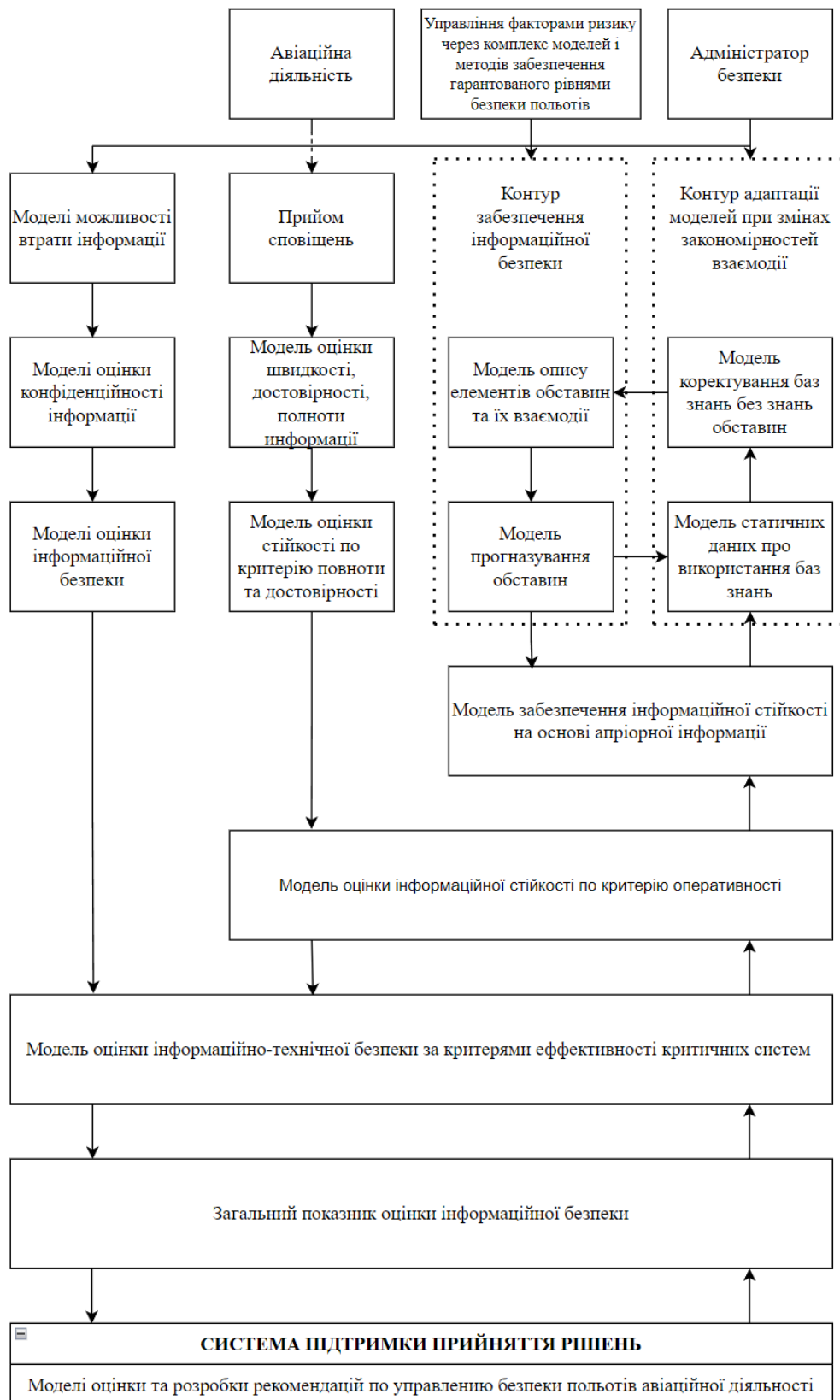


Рис. 1.1. Комплекс моделей забезпечення гарантованого рівня безпеки польотів при авіаційній діяльності

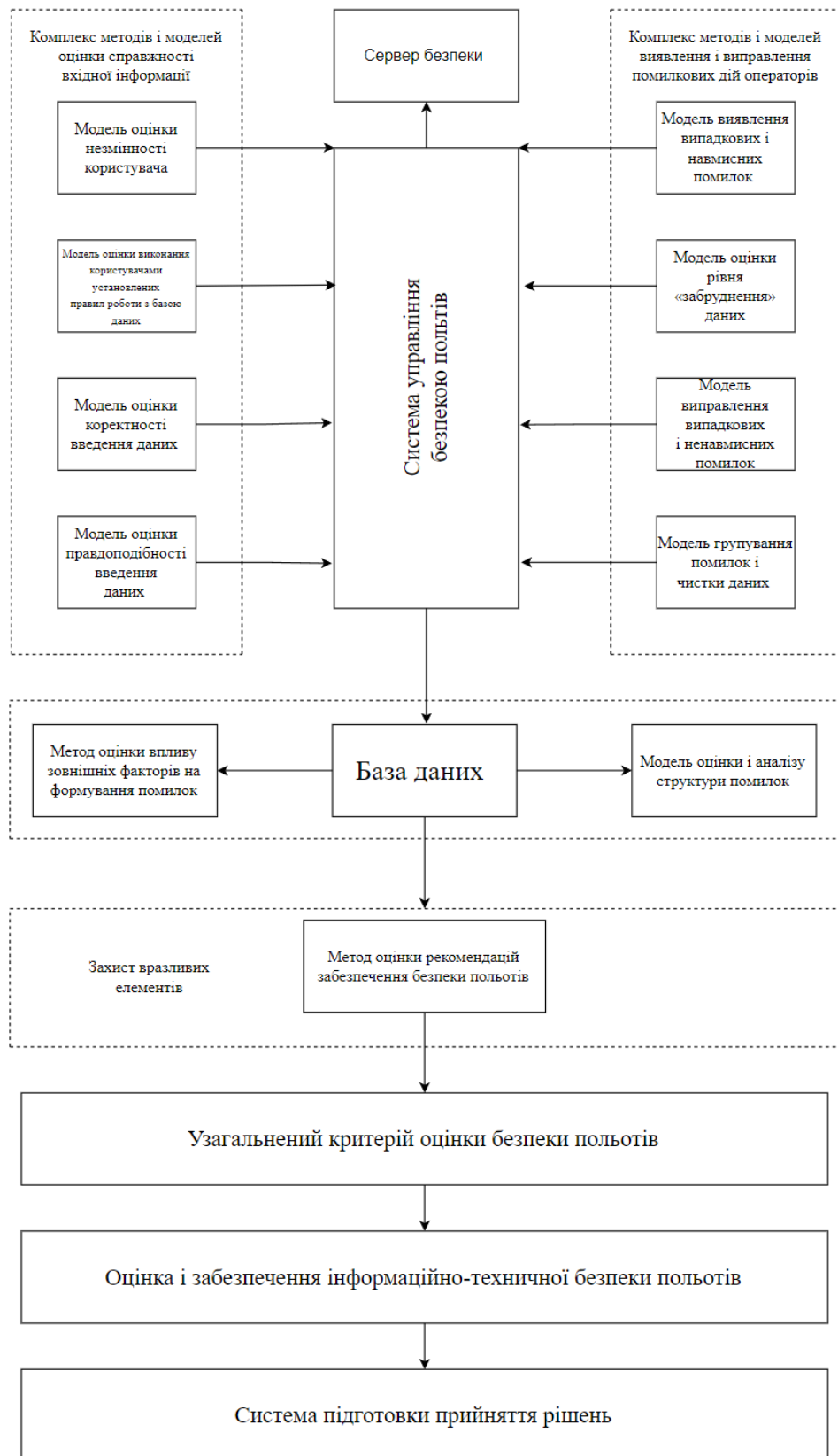


Рис. 1.2. Комплекс методів і моделей забезпечуючи систему підтримки прийняття рішень

Розробка якісної системи підтримки прийняття рішень залежить від архітектурних рішень, прийнятих в процесі її проектування. На рис.1.3 наведена загальна схема архітектури системи підтримки прийняття рішень. Особа, яка здійснює прийняття рішень, в процесі аналізу ризиків, задіє варіант використання «Формування моделі аналізу», який включає варіант використання «Введення чинників ризику» і «Формування бази правил». Далі посилає повідомлення, яке активізує варіант використання «Завдання мети аналізу».

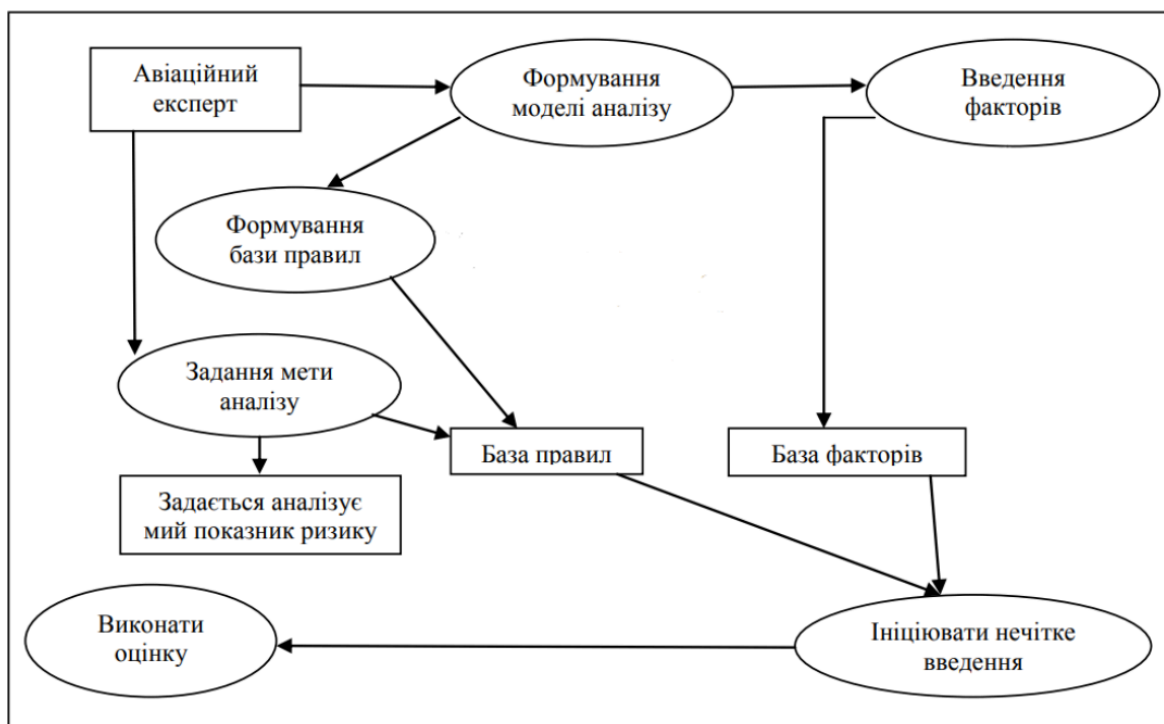


Рис. 1.3. Вимоги моделі системи підтримки прийняття рішень

Обрана мета аналізу вказує які вхідні фактори ризику і базу правил необхідно заповнити оператору для реалізації нечіткого моделювання. Робоча область, що складається з баз правил і баз фактів, визначає чи можливо виконання варіанта використання «Ініціювати нечіткий висновок», яка характеризує показник ризику. На фінальному етапі особа, яка здійснює прийняття рішення, активізує «Виконати оцінку ризику», який в свою чергу задіє варіант використання «Ініціювати нечіткий висновок».

1.2. Огляд сучасних стандартів та інструментів управління ризиками при здійсненні авіаційної діяльності

Авіаційна діяльність функціонує в умовах нестабільності та невизначеності факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, що підвищує ймовірність виникнення різноманітних та значних за розміром ризиків. Під поняттям ризику передусім розуміється можливість зазнати певних збитків з певною ймовірністю. Внаслідок впливу факторів ризику можливі фінансові, матеріальні, трудові, часові та інші конкретні види втрат.

Організація ефективного управління ризиками на підприємствах не може знизити ймовірність виникнення ризикових ситуацій до нуля. У той самий час грамотний ризик-менеджмент сприяє досягненню поставлених цілей, підвищенню ефективності та виявленню невикористаного потенціалу підприємства в умовах невизначеності зовнішнього і внутрішнього середовища. Він також гарантує високі показники надійності і стійкості. Аналіз світового досвіду свідчить про те, що комплексне управління ризиками є обов'язковою умовою для ефективного функціонування авіаційної діяльності.

Зазвичай на підприємствах акцентується увага на невизначеності зовнішнього та внутрішнього середовища, що породжує ризики. При цьому термін ризик може мати різні інтерпретації в залежності від конкретного контексту. Наприклад, згідно з теорією статистики, ризик – це ймовірність виникнення події, що може призвести до відхилень від передбачуваного. З точки зору впливу на результативність комерційних операцій ризик - це можливість неочікуваного збитку від події, яка повністю змінює початкові умови виконання польоту. Загальною інтерпретацією ризику є можливість виникнення небезпечної події.

Загрозу представляють як технічні несправності та відмови, так і конфліктність даних в інформаційних системах, а також несанкціонований доступ персоналу до корпоративної інформації. Для досягнення високого рівня ефективності управління безпекою польотів на сучасному етапі широко застосовуються міжнародні стандарти, такі як *ISO 15408*, *ISO 17799 (BS7799)*, серія

ISO 27000. Різні стандарти національних організацій, таких як *BSI* (Великобританія), *NIST 80030* (США), *SAC* (КНР), також грають важливу роль. Крім того, існують інші нормативно-рекомендаційні бібліотеки і стандарти, такі як *COSO*, *ITIL*, *SAS 55/78*.

У стандарті *ISO 17799* (в 2005 році стандарт перероблений, доповнений і опублікований як *ISO / IEC 27002*) використовується широка трактовка ризику як об'єднання ймовірності несприятливого події і наслідків його появи.

Стандарт *ISO 27005* уточнює термін інформаційний ризик, розглядаючи його компоненти, такі як загрози, вразливості і збитки. Згідно з *ISO 27005*, інформаційний ризик визначається як потенційна можливість використання вразливості конкретною загрозою з метою завдання шкоди організації.

До об'єктів, які підлягають аналізу та управлінню в галузі інформаційної безпеки, відносяться складові автоматизованих інформаційних систем і систем управління, телекомунікаційні системи і мережі, а також інформаційні ресурси, що збираються та обробляються цими системами. Тим не менш, з точки зору системного підходу до аналізу проблем інформаційної безпеки підприємства, виникає необхідність в більш детальній класифікації авіаційних ризиків.

Міжнародні стандарти, окрім визначення мінімально необхідного набору механізмів та інструментів для досягнення та підтримки безпеки, встановлюють вимоги до проведення оцінки ризиків та розрахунку економічної ефективності використання різних механізмів їхнього управління.

Для управління інформаційними ризиками були розроблені спеціальні методики, які детально описані у міжнародних, національних та інших стандартах і документах: *ISO 15408*, *ISO 17799 (BS7799)*, серії стандартів *ISO 27000*, а також в стандартах *BSI*, *NIST 80030*, *SAC*, *COSO*, *SAS 55/78*.

Узагальнюючи описані вище методи управління ризиками включають в себе чотири етапи:

- визначення цілей і завдань захисту інформації;
- розробка і впровадження ефективної системи оцінки та управління ризиками;

- визначення якісних і розрахунок кількісних оцінок ІТ-ризиків, що впливають на досягнення цілей;
- використання спеціального набору інструментів і методів оцінки та управління ризиками.

Давайте проаналізуємо кілька міжнародних стандартів у галузі безпеки. У 2005 році у Великобританії був впроваджений новий стандарт *BS 7799* Частина 3, під назвою "Системи управління інформаційною безпекою - Практичні правила управління ризиками інформаційної безпеки". Пізніше він був переглянутий та включений до міжнародних стандартів *ISO* і *IEC* під назвою *ISO/IEC 20071*. З цього стандарту була розроблена серія стандартів *ISO/IEC 27000*, що була опублікована спільно Міжнародною організацією по стандартизації *ISO* та Міжнародною електротехнічною комісією *IEC*. Міжнародні стандарти *ISO 27002* та *ISO 27001* вважаються одними з найширше використовуваних у галузі інформаційної безпеки. *ISO 27002* (раніше *ISO 17799*) містить основні рекомендації з організації ефективних систем управління безпекою, охоплюючи всі ключові аспекти, включаючи - стандарт інформаційної безпеки *ISO 27001* які є набором критеріїв для аналізу та оцінки системи менеджменту. Результатом цього аналізу є видання сертифіката відповідності, який заноситься до реєстру. *ISO 27001* описує систему менеджменту безпеки, спрямовану на розв'язання завдань розробки та впровадження програм для підвищення безпеки підприємств. Ця система використовує цикл *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), що включає етапи розробки, аналізу та перегляду. Етапи *Plan-Do-Check-Act*:

- розробка політики безпеки;
- безпеку комунікацій;
- управління доступом до інформації;
- досягнення відповідності вимогам законодавства;
- безпека пов'язана з роботою персоналу;
- фізична безпека даних і устаткування;

- процедури обробки інцидентів.

У 2012 році Міжнародна асоціація аудиту і контролю інформаційних систем представила оновлену версію стандарту *COBIT 5*, включаючи передові методи управління та стратегічного керівництва в галузі *IT*. *COBIT 5* базується на п'яти принципах, що дозволяють враховувати фактори, які впливають на ефективне керівництво та управління, забезпечуючи оптимізацію інвестицій в інформаційні технології. Ці принципи визначають мотивацію та потенціал для практичних заходів у сфері управління ризиками. Принципи *COBIT*:

- відповідність вимогам зацікавлених сторін;
- системний підхід. Управління ризиками розглядається як невід'ємний елемент корпоративної системи управління авіаційною діяльністю;
- застосування єдиної інтегрованої методології.
- забезпечення цілісності підходу;
- поділ керівництва та управління.

Існуючі стандарти в галузі інформаційної безпеки і управління ризиками не охоплюють декілька ключових аспектів, які слід враховувати при розробці методів управління ризиками. Оцінка цих аспектів залежить від рівня зрілості підприємства, його специфіки та інших параметрів. Таким чином, створення єдиної методики управління ризиками, що підходить для всіх національних підприємств і забезпечує економічно обґрунтовану безпеку, є неможливим завданням. Кожен випадок вимагає індивідуального підходу та адаптації методики до потреб конкретного підприємства, з урахуванням його умов та специфіки функціонування. На практиці не існує однозначних правил, які визначають, коли варто застосовувати ту чи іншу методологію управління інформаційними ризиками. Багато з них базуються на міжнародних стандартах, таких як принципи *BS 7799*.

BS 7799-3 є стандартом інформаційної безпеки, що був випущений Британським інститутом стандартів і пізніше прийнятий як міжнародний стандарт *ISO/IEC 27005*. Цей стандарт визначає процеси оцінки та управління ризиками як частину системи управління організації, що охоплює чотири основні групи процесів:

планування, реалізація, перевірка і дії, що відображає стандартний цикл будь-якого управлінського процесу. Відмінності між *BS 7799-3* та *ISO/IEC 27001* полягають у тому, що *BS 7799-3* надає конкретні вказівки для управління ризиками інформаційної безпеки. Це включає в себе оцінку та оцінювання ризиків, впровадження механізмів контролю для обробки ризиків, моніторинг і перегляд ризиків, а також супровід і вдосконалення системи контролю ризиків. Крім того, *BS 7799-3* описує взаємозв'язки між ризиками інформаційної безпеки та іншими ризиками організації, містить вимоги і рекомендації щодо вибору методів та інструментів для оцінки ризиків, а також ставить вимоги до експертів і менеджерів, відповідальних за процеси управління ризиками. Все це спрямовано на підвищення ефективності інформаційної безпеки через впровадження постійної програми з управління ризиками.

Процеси *BS 7799-3*:

– **планування** передбачає визначення політики і вибір методів управління ризиками, розрахунок величини ризиків, проведення інвентаризації інформаційних активів, розробку профілів загроз і вразливості, розрахунок ефективності проведених заходів, визначення допустимого рівня ризиків;

– **реалізація** включає обробку ризиків і впровадження контрольних механізмів з метою їх мінімізації. Керівництво підприємства приймає по кожному ідентифікованому ризику рішення: зберегти, уникнути, перенести, мінімізувати. Після цього здійснюється розробка і впровадження плану мір з обробці ризиків;

– **перевірка** дозволяє відстежувати роботу механізмів і інструментів контролю. Аналізуються зміни стану джерел ризику, здійснюються аудиторські перевірки та контролюючі процедури;

– **дії** здійснюється за результатами моніторингу та перевірок. Він передбачає реалізацію коригувальних заходів, які можуть включати, переоцінку ризикової величини, внесення змін в політику і методику управління ризиками, план обробки ризикових подій.

Зростаюча залежність процесів виробництва від інформаційних технологій істотно підкреслює важливість питань екологічної та промислової безпеки. Це

вимагає активного управління ризиками, спрямованими на підвищення рівня інформаційної безпеки, оскільки кількість інцидентів, пов'язаних із системами інформаційної безпеки, продовжує зростати щороку. Оцінка ризиків є найбільш складним та різноманітним процесом, для якого не існує універсальної методики. З метою стандартизації процесів оцінки ризиків у всіх їх аспектах, у 2009 році був введений стандарт *ISO 31010* "Методи оцінки ризику", згідно з яким оцінка ризику – це комплексний процес, який включає ідентифікацію, аналіз і порівняльну оцінку ризиків.

Аналіз ризику включає ряд етапів, які детально розглядаються у відповідних розділах. Методи, використовувані при аналізі ризику, розділяються на якісні, кількісні та комбіновані. Якісна оцінка описує наслідки ризиків, їх ймовірність і величину на шкалі "високий", "середній" і "низький". Зіставлення рівня ризику визначається на основі якісних критеріїв.

При кількісному аналізі ризиків визначається вагомість та грошова вартість можливих наслідків і ймовірність їх виникнення, при цьому значення ризику виражається в одиницях, що були визначені при розробці області застосування управління ризиками. Повний кількісний аналіз ризиків не завжди можливий через обмеженість даних про аналізовану систему, вплив людського фактору та інших факторів, а також через значні трудові витрати, пов'язані з його проведенням.

Порівняльна оцінка ризику включає порівняння кількісного рівня ризику з критеріями, визначеними при встановленні області застосування управління ризиками, для визначення класу ризику та його значимості.

Оцінка ризиків включає не лише визначення ймовірності виникнення ризикових подій, але й оцінку розмірів можливого збитку у випадку їх настання. У цьому контексті необхідно враховувати як прямі, так і непрямі втрати. Прямі втрати представляють собою безпосередні збитки для здоров'я третіх осіб, майна чи інтересів підприємства. Непрямі втрати виникають внаслідок порушень нормального функціонування підприємства протягом певного періоду.

Для стандартизації процедур управління ризиками в умовах невизначеності пропонується застосовувати теорію експертних оцінок, теорію штучного інтелекту,

теорію нечітких множин та методи нечітко-логічного висновку. Ці підходи дозволяють, за допомогою великої кількості лінгвістичних змінних і нечітких значень факторів і змінних небезпечних ситуацій, оцінити вплив різноманітних ризикових факторів на ключові показники діяльності підприємств та визначити найбільш суттєві серед них.

На зараз, експертні методи аналізу ризиків обмежують повноцінне використання добре розробленого апарату імітаційного моделювання небезпечних ситуацій, що веде до обмеженої гнучкості у створенні алгоритмічних та програмно-інформаційних засобів для сучасних систем підтримки прийняття рішень. Ці обмеження впливають на ефективність прийняття рішень з управління ризиками на підприємствах в умовах невизначеності.

Процеси управління ризиками в проектах, спрямованих на розробку кінцевого продукту, відбуваються в умовах значущої невизначеності, що виявляється обмеженістю або нечіткістю інформації щодо умов реалізації проектного продукту.

Етап планування реагування на ризики базується внаслідок результатів якісного і кількісного аналізу. На цьому етапі призначаються відповідальні особи за зменшення ризику, розробляються методи і процедури, спрямовані на зменшення впливу найбільш небезпечних загроз на цілі проекту, і також оцінюються ресурсні витрати для зниження ймовірності небажаних подій до прийняттого рівня. Ризики розглядаються відповідно до їхнього пріоритету, а способи реагування розробляються для кожного ризику окремо.

На етапі моніторингу та контролю рівнів ризику аудитори з безпеки польотів відстежують ідентифіковані загрози, контролюють виконання планів з реагування на ризики, оцінюють їх ефективність протягом усього життєвого циклу проекту. Здійснюється документування результатів проведених заходів щодо зниження впливу найбільш небезпечних ризиків, оцінка їх ефективності, вивчення причин виникнення небажаних ситуацій, а також проводиться ідентифікація нових ризиків і перегляд стану відомих ризиків.

У контексті авіаційної діяльності стратегія реагування на ризики є ключовим елементом для забезпечення безпеки та ефективності операцій.

Стратегія реагування на ризики:

- **ухилення від ризику.** Повне виключення впливу ризику на проект за рахунок відмови від реалізації деяких функцій проектного продукту або розробки альтернативного сценарію реалізації проекту;
- **передача ризику.** Виключення загрози шляхом передачі ризику і відповідальності за реагування сторонньої організації. При цьому даний процес супроводжується виплатою премії за прийняття можливих негативних наслідків;
- **прийняття ризику.** Розпізнавання та прийняття певних ризиків як необхідної частини авіаційних операцій;
- **зниження ризику.** Застосування методів і процедур, що сприяють зниженню впливу найбільш небезпечних загроз на цілі проекту до прийнятних меж.

1.3. Визначення принципів управління факторами ризику при здійсненні авіаційної діяльності

Аналіз ризику можна визначити як процес вирішення складної задачі, що передбачає розгляд широкого спектру питань, проведення комплексного дослідження та оцінки технічних, економічних, управлінських, соціальних і, у багатьох випадках, політичних факторів.

Питання аналізу ризиків при здійсненні авіаційної діяльності можуть бути сформовані наступним чином:

- що загрожує безпечній діяльності (Ідентифікація небезпек);
- як часто виникають загрози (Аналіз частоти);
- які можуть бути наслідки реалізації виявлених загроз (Аналіз наслідків).

Основним компонентом аналізу ризиків є визначення потенційних небезпек та виявлення можливих загроз, які можуть призвести до негативних наслідків.

Першим етапом (рис.1.4) будь-якого аналізу ризиків є планування та організація робіт.

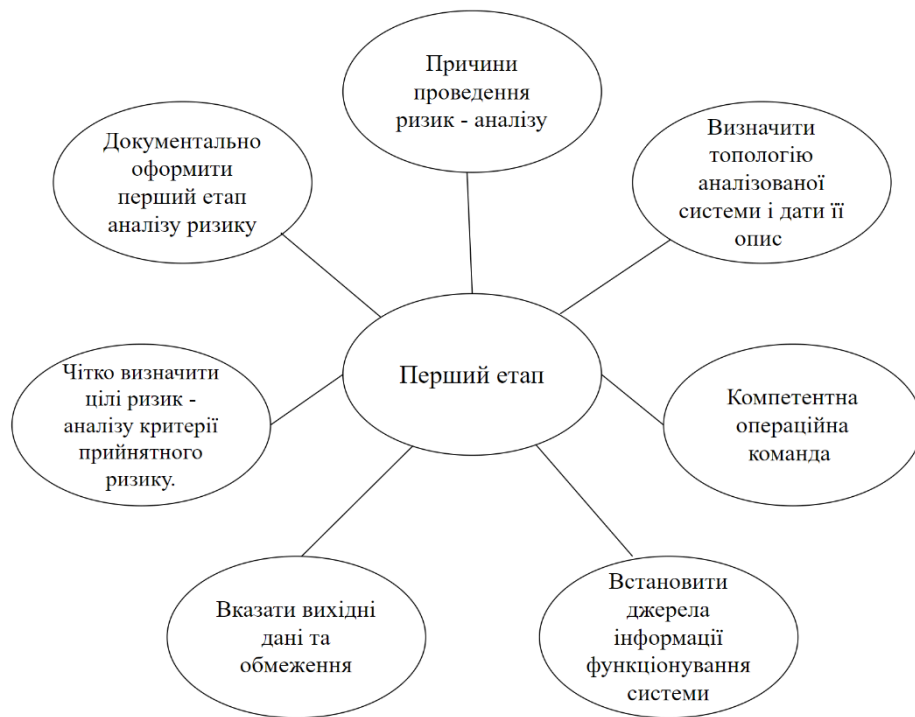


Рис. 1.4. Перший етап аналізу ризиків

Наступний етап включає ідентифікацію можливих небезпек. Основне завдання полягає у визначенні, з використанням інформації про функціонування об'єкта, результатів експертизи та досвіду роботи аналогічних систем, чіткого опису всіх характерних для системи ризиків. Це важливий етап, оскільки невиявлені на цьому етапі небезпеки не будуть розглядатися далі та втратять актуальність для системи управління ризиками.

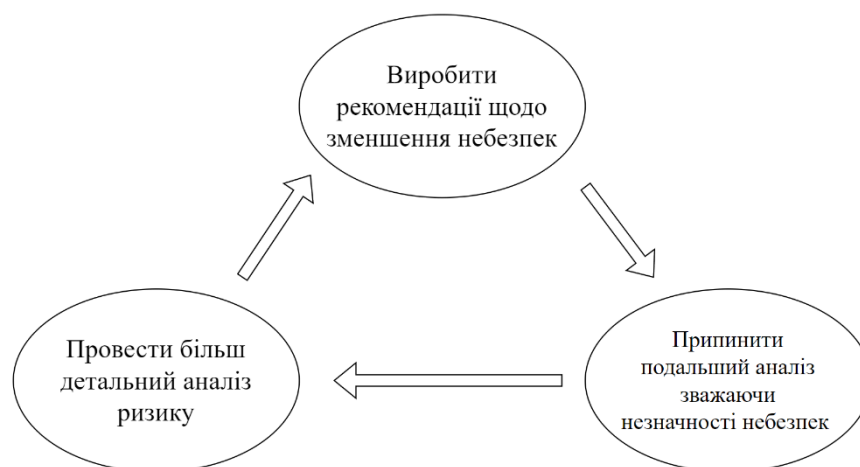


Рис. 1.5. Другий етап ідентифікації можливих небезпек

Останній етап аналізу ризику технологічної системи-розроблення рекомендацій щодо зменшення рівня ризику здійснюється у разі, якщо ступінь ризику вище прийнятною. Проводиться попередня оцінка небезпек з метою обрання одного з можливих напрямків подальших робіт. При проведенні аналізу рівня ризику необхідно керуватися наступними принципами або їх поєднаннями, які наведено на рис.1.6.

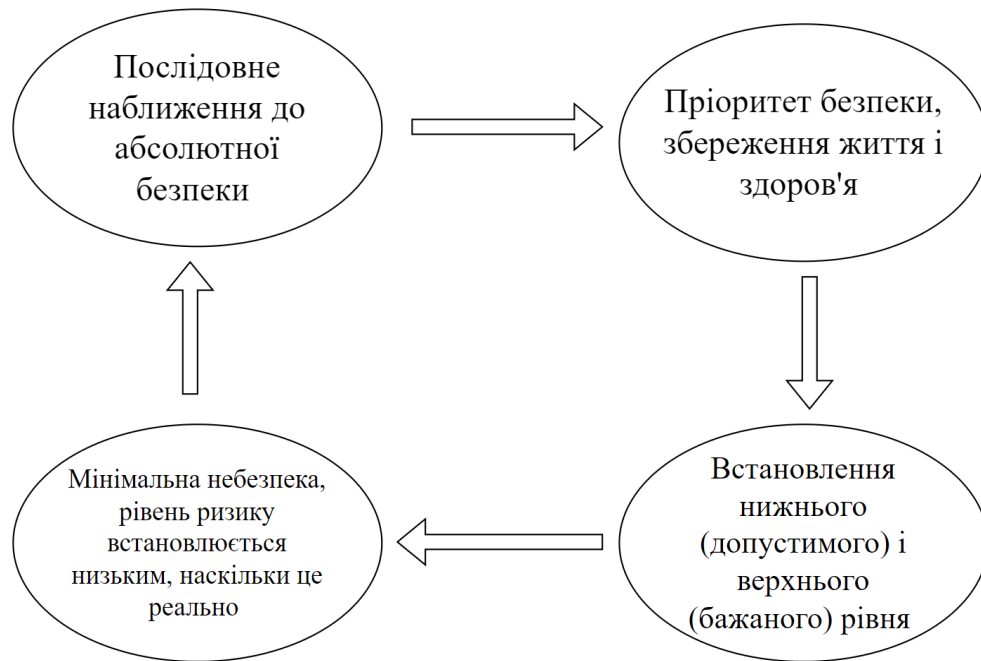


Рис. 1.6. Третій етап зменшення ризику

Більшість країн у світовому співтоваристві в даний час приймає концепцію *ALARA* – як найменший можливий ризик, який може бути прийнятий, що спрямована на використання принципу "передбачати і попереджати". Ця широко визнана концепція відображається у чотирьох основних принципах:

– виправданість діяльності з управління ризиком, формується як прагнення до забезпечення матеріальних і духовних благ при обов'язковому дотриманні умови: практична діяльність не може бути виправдана, якщо вигода від цієї діяльності в цілому не перевищує викликаного нею збитку;

– оптимізація захисту за критерієм середньостатистичної очікуваної тривалості майбутнього життя в суспільстві. Оптимальним вважається варіант збалансованих витрат на подовження життя за рахунок зниження рівня ризику і за рахунок вигоди, одержуваної від авіаційної діяльності;

– необхідність врахування всього спектру існуючих небезпек. Вся інформація про прийняті рішення з управління ризиком повинна бути доступна широким верствам населення;

– врахування вимог про не перевищення гранично допустимих екологічних навантажень на екосистеми. Він полягає в тому, що забезпечення безпеки людини, що живе сьогодні, слід досягати шляхом реалізації таких рішень, які не знижують здатність природи забезпечити безпеку і потреби людини майбутнього покоління.

Під терміном "управління ризиком" розуміється комплекс заходів, спрямованих на зниження рівня технологічного ризику, зменшення можливих втрат та інших негативних наслідків небажаних подій. Основна ідея полягає в запобіганні виникненню подій під час виробничої діяльності та в заходах щодо обмеження негативних наслідків у випадках, коли небажані події вже сталися.

Особливістю такої стратегії безпеки є комплексність застосовуваних заходів, яка включає різні аспекти, такі як технічні, організаційно-управлінські, соціально-економічні, медичні, біологічні та інші.

Небезпека, яка виступає основним керівником аналізу проблем у сфері управління ризиком, зазвичай характеризується як об'єктивно існуюча можливість негативного впливу на суспільство, особистість та природне середовище. Цей вплив може викликати різного роду збитки чи шкоду та погіршувати стан.

Фактори ризику для безпеки польотів, що спочатку перебувають у неприпустимій зоні, є неприйнятними в будь-яких умовах. Імовірність або серйозність наслідків цих факторів небезпеки настільки великі, а завдана шкода потенційною небезпекою настільки загрожує життєздатності організації, що потрібні негайні заходи для зменшення ризику. Загалом, в організації існують дві

альтернативи для переміщення факторів ризику для безпеки польотів (рис.1.7) в допустиму або прийнятну зону:

- виділити ресурси для зменшення потенційної шкоди наслідків факторів небезпеки або знизити його масштаби;
- якщо заходи по зменшенню небезпеки прийняти неможливо, припинити даний вид діяльності.

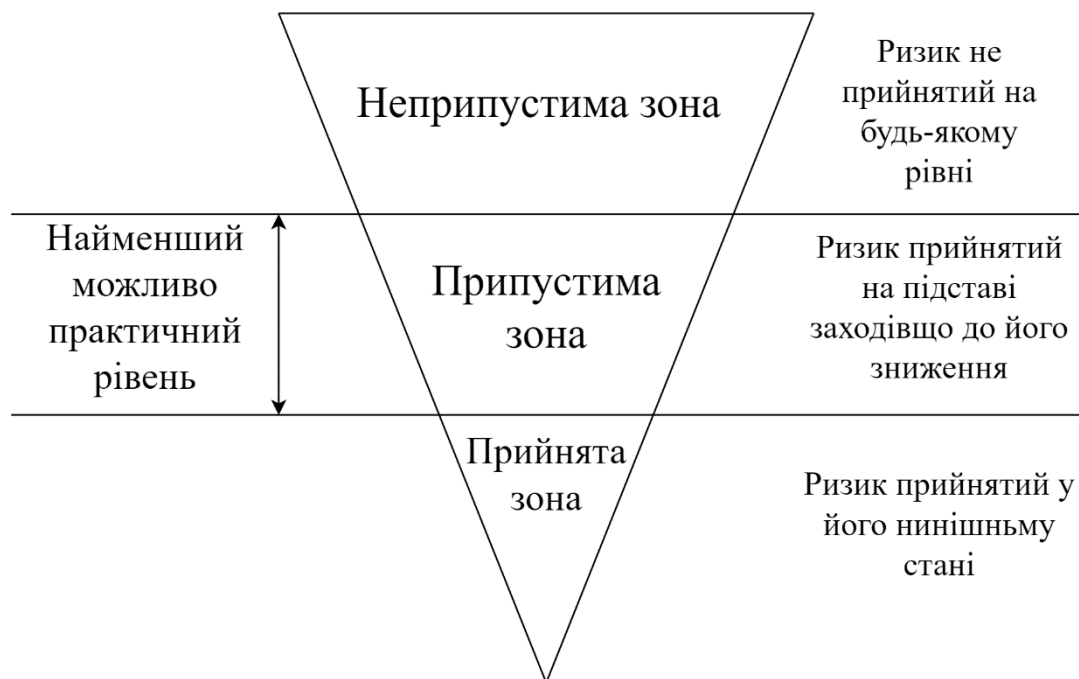


Рис. 1.7. Управління факторами ризику для безпеки польотів

Фактори ризику для безпеки польотів, які спочатку вважаються прийнятними, під умовою, що вже прийняті заходи для їх зменшення гарантують, що ймовірність або серйозність наслідків факторів небезпеки перебуває під організаційним контролем. Такий же критерій контролю стосується факторів ризику для безпеки польотів, які спочатку потрапляють в неприпустиму зону і, завдяки заходам по їх зниженню, переміщуються в допустиму зону. Фактор ризику для безпеки польотів, що спочатку вважається неприпустимим, але за допомогою заходів з його зниження переміщується в допустиму зону, повинен залишатися під контролем. Заходи з його зниження мають гарантувати контроль над ним. У обох випадках необхідний аналіз

витрат та вигід. При проведенні таких аналізів важливо враховувати дві абсолютно різні категорії витрат: прямі витрати та непрямі витрати.

Прямі витрати представляють собою очевидні витрати, які легко визначити. Головним чином це витрати, пов'язані з фізичним збитком, включаючи витрати на ремонт, заміну повітряних судів або обладнання, або компенсацію за тілесні пошкодження та збитки майна. Великі витрати, пов'язані з втратою організаційного контролю над екстремальними наслідками факторів небезпеки, такими як авіаційні події, можна зменшити за допомогою страхування. Проте слід зауважити, що страхування не впливає на ймовірність чи серйозність наслідків факторів небезпеки, підкреслюється тим, що воно лише переносить ризик у грошовий еквівалент з організації на страхову компанію.

Непрямі витрати охоплюють всі витрати, які не підлягають безпосередньому страхуванню. Ці витрати можуть перевершувати прямі витрати, що виникають внаслідок втрати організаційного контролю над конкретними екстремальними наслідками факторів небезпеки. Такі витрати не завжди є очевидними і часто проявляються пізніше.

Під час проведення аналізів витрат і вигоди можна отримати результати, які будуть точними у цифровому вираженні і аналітично правильними. Проте при аналізі витрат і вигоди також важливі інші менш точні цифрові фактори, серед яких:

- громадський фактор;
- управлінський фактор;
- правовий фактор;
- культурологічний й фактор;
- ринковий фактор;
- політичний фактор.

Для управління або зменшення ризиків безпеки польотів існує три основні стратегії:

- уникнення ризику. Операція припиняється, оскільки фактори ризику перевищують вигоду від продовження цієї операції;

- зменшення ризику. Частота операцій зменшується або робляться дії для зменшення масштабу наслідків акторів ризику;
- ізолювання схильності ризику. Вживаються заходи для того, щоб локалізувати вплив наслідків фактору небезпеки.

При аналізі конкретних методів зниження ризику важливо враховувати, що їх ефективність може значно відрізнятись. Перед тим як приймати рішення, слід оцінити потенціал кожного методу для зменшення факторів ризику у сфері безпеки польотів. Для прийняття оптимального рішення необхідно вивчити широкий спектр доступних заходів контролю та розглянути компромісні варіанти для узгодження різних заходів. Кожен передбачуваний варіант зменшення ризику слід проаналізувати з урахуванням таких аспектів, як:

- ефективність. Забезпечить він зменшення або усунення факторів ризику для безпеки польотів, пов'язаних з наслідками небезпечної події або стану. Якою мірою альтернативні варіанти зменшать такі фактори ризику для безпеки польотів;
- витрати та вигоди. Перевершують чи передбачувані вигоди даних заходів витрати на них. Чи будуть потенційні переваги пропорційні впливу необхідних змін;
- практичність. Чи є захід практично здійсненою і доцільною з точки зору наявної техніки, фінансових, адміністративних можливостей, що регламентує законодавства і правил, політичної волі;
- незаперечність. Чи здатна дана міра по зменшенню ризику витримати ретельний критичний аналіз з боку всіх зацікавлених сторін;
- прийнятність для кожної зацікавленої сторони. Наскільки зацікавлені сторони можуть підтримати дані заходи або виступити проти них;
- дотримувані. Якщо нові правила впроваджені, чи може бути забезпечено їх дотримання;
- довговічність. Чи витримає дана міра випробування часом. Чи принесе вона тільки тимчасові вигоди або виявиться корисною в довгостроковому плані;

— залишкові фактори ризику для безпеки польотів. Після реалізації заходів з зменшення ризик, якими будуть залишкові чинники ризику для безпеки польотів в порівнянні з початковим фактором небезпеки. Які можливості зменшення залишкових факторів ризику для безпеки польотів;

— нові проблеми. Які нові проблеми чи, можливо, більш серйозні фактори ризику для безпеки польотів з'являться в результаті прийняття передбачуваних заходів.

Після схвалення заходів для зменшення ризику, розроблена та впроваджена стратегія повинна бути включена в засоби захисту організації, на яких ґрунтується стратегія зниження ризику в рамках процесу забезпечення безпеки польотів. Метою цього є забезпечення цілісності, ефективності та дієвості заходів захисту в нових умовах експлуатації. Ризик включає невизначеність того, чи відбудеться небажана подія або негативний стан.

Іншими словами, термін ризику вказує на передбачувану частоту або ймовірність виникнення небезпеки певного рівню, або на розмір можливого збитку від небажаної події, або на деяку комбінацію цих параметрів. Виникнення небезпечних ситуацій є результатом виявлення конкретної сукупності факторів ризику, що породжуються різними джерелами, обставинами і умовами.

Структура системи вимірювання ефективності забезпечення безпеки польотів ґрунтується на трьох рівнях аналізу (табл.1.1), які відображають діяльність та результати діяльності як держави, так і постачальників послуг у системі цивільної авіації. Рівні системи охоплюють заходи, включені в інтегровану систему цивільної авіації, заходи, що приймаються в межах поведінкової системи постачальника послуг, а також заходи, засновані на діяльності регуляторних органів. Крім того, чотири стовпи описують, яким чином здійснюється вимірювання та управління безпекою польотів.

Таблиця 1.1

Таблиця виміру ефективності забезпечення безпеки польотів

Рівні безпеки польотів	Поведінка авіаційної системи	Показники ефективної безпеки	Використання індикатора	Вимоги до ресурсі
Рівень 1	Інтегрована система цивільної авіації	Наслідки	Ідентифікація значних сфер ризику	Витрати на зв'язок
Рівень 2	Поведінка послуг постачальників	Моніторинг конкретних областей систем	Зменшення ризиків	Промислові витрати

Закінчення таблиці 1.1

Рівень 3	Поведінка оператора	Показники заходів безпеки	Управління ризиками безпеки	Управління ресурсами
----------	---------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------

Показники ефективної безпеки складаються як з процесу так і з результатів. Процес впровадження заходів за для функціонування ключових процесів управління безпекою польотів, таких як безпека управління ризиками та забезпечення безпеки з боку як держави, так і послуг постачальників.

Оцінки Рівня 1 можуть бути класифіковані у два основних типи: загальні індикатори подій та частота подій, пов'язаних із зонами значного ризику. Це стосується подій, що мають відношення до загальних небезпек - тобто тих ризиків, яким піддаються всі або значна частина спільноти постачальників послуг.

Оцінки Рівня 2 стосуються в ефективності функціонування систем постачальника послуг, які спрямовані на досягнення результатів у забезпеченні безпеки польотів. На цьому рівні також важливо провести оцінку, пов'язану з унікальними ризиками, що характерні саме для даного постачальника послуг. Дотримання вимог та правил є необхідною частиною управління ризиками. Таким чином, оцінка відповідності також включає в себе оцінку того, наскільки ефективно постачальник послуг впроваджує свій процес управління ризиками з метою інтеграції відповідних норм і правил у свої процедури.

Показники Рівня 3 представляють оцінки процесу та результатів, спрямованих на вивчення втручань і ініціатив з безпеки польотів, проведених оператором. Ефективна діяльність оператора має бути стимулом і сприяти відповідній поведінці постачальника послуг, що, узагальнено, призведе до загального покращення результатів у сфері підвищення безпеки польотів. Показники рівня 3 у багатьох випадках будуть прямо пов'язані з показниками 2-го рівня, оскільки останні визначають, наскільки ефективно діяльність та поведінка оператора відповідали основним виявленим проблемам безпеки польотів. Здатність впливати на ефективність у майбутньому є важливою характеристикою показників обох рівнів 2 і 3.

На Рівні 3, діяльність оператора повинна базуватися на здатності впливати на поведінку постачальника продукту і послуг. Вплив системи автоматизованої системи управління даними на рівні 1 охоплює всі компоненти системи цивільної авіації або її основні елементи. Основна відповідальність за визначення та розробку засобів контролю ризиків для цих загальних небезпек лежить на операторі. Оцінка виконання цієї відповідальності та вимірювання ефективності ДАСУ у цьому відношенні стає предметом оцінки цих функцій.

Оцінки ефективності роботи ДАСУ повинні охоплювати в собі оцінку того, наскільки успішно оператор виконує свої функції як гарант. Тривалість цих оцінок повинна відображати міру впливу оператора на призначення системи та процесу, які використовуються постачальниками послуг. Оцінки операторів щодо призначення включають в себе оцінку того, наскільки ефективно постачальник послуг виявляє та контролює ризики, які є характерними для його власних систем та оточення.

В рамках своєї ролі у забезпеченні продуктивності, ДАСУ також повинні підтримувати експлуатаційну безпеку, сприяючи постачальникам послуг. Для цього вони зобов'язані вимірювати та оцінювати діяльність постачальника послуг. ДАСУ також мають приймати заходи у тих сферах експлуатаційної діяльності постачальника, де вони не можуть контролювати ризики до прийнятного рівня.

1.4. Висновки до розділу

В даному розділі можна підкреслити ключові аспекти та важливі висновки з обговорення основних принципів роботи системи підтримки прийняття рішень в авіаційній діяльності, огляд сучасних стандартів та інструментів управління ризиками.

Значення система підтримки прийняття рішень грає важливу роль у забезпеченні безпеки польотів, особливо в умовах зростаючого обсягу авіаційних операцій та технологічного розвитку.

Ключові аспекти підтримки прийняття рішень дозволяє виділити ключові аспекти роботи системи підтримки прийняття рішень в авіаційній галузі, такі як точність аналізів, швидкість реакції на зміни умов та ефективність в управлінні критичними ситуаціями.

Сучасні стандарти відіграють ключову роль у забезпеченні єдиної методології та нормативів управління ризиками в авіаційному секторі. Їх впровадження сприяє стандартизації процесів та забезпечує відповідність вимогам безпеки.

Роль інструментів управління ризиками є не менш важливим фактором забезпечення допустимого рівню безпеки в авіаційній галузі. Визначено важливість ефективного використання інструментів управління ризиками для адекватної ідентифікації, аналізу та керування ризиками в авіаційній сфері. Досягнення оптимальних результатів в управлінні ризиками вимагає інтеграції різноманітних засобів підтримки прийняття рішень, зокрема тих, які враховують технічні, організаційні та соціально-економічні аспекти.

Процес прийняття рішень є невід'ємною частиною сучасного суспільства. Дослідження показують що за останні десятиріччя використання груп в організаціях різко зростає і кожна організація функціонує на основі рішень прийнятих групами осіб всередині організації. Майже кожен аспект суспільного, політичного, законодавчого та економічного життя функціонує за рахунок прийняття рішень групами осіб. Теорія систем розглядає прийняття групових рішень як взаємозалежні сили здатні бути проаналізованими з точки зору інших сил. Поведінка індивідів у

групах зумовлена багатьма причинами а системний методі підкреслює множинні причинно-наслідкові зв'язки та складний взаємозв'язок сил. Ефективне прийняття рішень розглядається як природний наслідок здатності осіб що приймають рішення аналізувати та розуміти процес прийняття групових рішень, але ніхто не може набути такої здатності без активної участі у процесі прийняття групових рішень.

Групове рішення, у загальному випадку являється вибором членів групи з числа доступних їм альтернатив. Дуже рідко група осіб приймає рішення ізольовано від решти групи. На сьогоднішній день не існує простих засобів та систем, що забезпечать прийняття найкращих рішень, що породжує необхідність досліджень у даній галузі.

Системи підтримки прийняття групових рішень – це інтерактивні комп'ютеризовані системи, які допомагають групі користувачів, що приймають рішення, використовувати дані та моделі для ідентифікації та розв'язання задач.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ СИТЕМИ

2.1. Основны задачі системи підтримки прийняття рішень

Дослідження підтверджують, що вибір оптимального сценарію завершення польоту у надзвичайних ситуаціях, що вимагають примусової посадки повітряного судна, вимагає від оператора аналізу значних обсягів різнопланової інформації.

Для всебічного врахування чинників, що впливають на формування керівних рішень авіадиспетчера, необхідно розробити адаптивну систему підтримки прийняття рішень. Ця система повинна бути здатна адаптуватися до динамічних параметрів стану повітряного судна, зовнішнього середовища і характеристик управління повітряним рухом в заданій зоні.

Головними завданнями системи підтримки прийняття рішень та авіадиспетчера при виникненні невідповідної ситуації у польоті, що вимагає примусової посадки повітряного судна, є:

- збирання даних про стан повітряного судна та зовнішнього середовища;
- формовання стратегії дій в такій ситуації. Продовження польоту до аеродрому призначення або виконання вимушеної посадки;
- прогнозування розвитку ситуації на борту і побудова області досяжності повітряного судна за необхідності виконання вимушеної посадки;
- визначення характеристик альтернативних варіантів і формування множини допустимих альтернатив завершення польоту;
- оцінювання ефективності допустимих альтернатив та формування рекомендацій щодо визначення оптимального варіанта завершення польоту;

Задачі системи підтримки прийняття рішень пов'язані з необхідними даними, які можна розділити на дві категорії: статичні та динамічні (оперативні).

До статичних даних належать тактико-технічні характеристики повітряного судна:

- кількість, тип та розташування двигуні;
- горизонтальні й вертикальні швидкості за етапами та висотами польоту;
- максимальний кут крену;
- аеродинамічна якість;
- нормативна посадкова маса повітряного судна;
- мінімум повітряних суден для посадки;
- допустимий стан злітно-посадкової смуги;
- необхідна довжина смуги для посадки в стандартних умовах;
- допустимі складові вітру для посадки та планові дані;
- тип повітряного судну;
- командир повітряного судну.

Оперативна інформація включає моніторингові дані, які отримують в процесі безпосереднього спостереження за повітряним судном:

- тип ситуації;
- стан повітряного судна;
- висота повітряного судна;
- координати повітряного судна;
- курс польоту повітряного судна;
- фактична посадкова маса повітряного судна.

Статична інформація про аеродром містить такі дані:

- координати аеродрому;
- висота аеродрому;
- кількість і тип злітно-посадкової смуги;
- довжина злітно-посадкової смуги;
- посадковий шлях та кут злітно-посадкової смуги.

Оперативна інформація про аеродром містить такі дані:

- стан злітно-посадкової смуги;
- стан радіо-технічних засобів посадки;

- метеорологічні умови на аеродромі.

Дані статичної інформації про місцевість:

- тип майданчика для посадки;
- координати майданчика;
- наявність перешкод і населених пунктів;
- тип поверхні посадки.

Оперативна інформація про місцевість включає метеорологічні дані під час польоту повітряного судна:

- небезпечні явища погоди;
- хмарність;
- видимість;
- напрямок і сила вітру.

Концепцію адаптивної системи інформаційної підтримки прийняття рішень (рис.2.1) авіадиспетчера у випадку невідповідної ситуації, яка вимагає примусової посадки повітряного судна, представлено у вигляді комплексу підсистем.

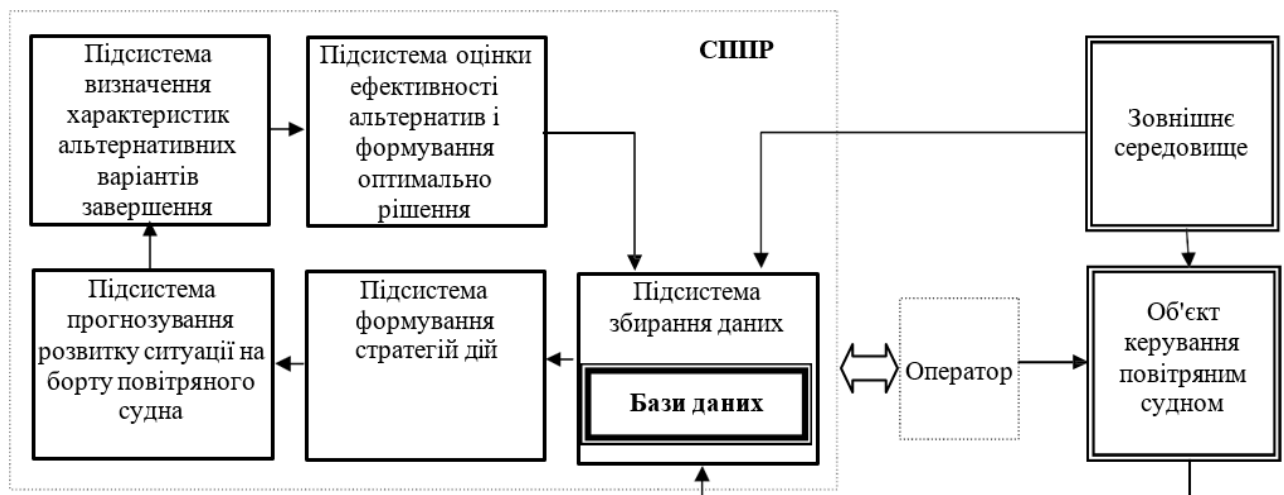


Рис. 2.1. Модель системи підтримки прийняття рішень в позаштатних ситуаціях

2.2. Основні вимоги до системи підтримки прийняття рішень

Розглядаючи ключові аспекти, пов'язані із виникненням невідповідних ситуацій у польоті, визначимо принципи, за якими слід розробляти системи підтримки прийняття рішень.

Ми врахуємо загальні принципи розробки автоматизованої системи, включаючи системність, відкритість, сумісність, стандартизацію та ефективність.

Дослідження у сфері розробки систем підтримки прийняття рішень для авіаційної галузі підтверджують, що ефективність рекомендацій у випадку невідповідних ситуацій зменшується.

Під час розробки систем підтримки прийняття рішень застосовується принцип оптимальної лаконічності, який передбачає необхідність та достатність інформації. Це означає вилучення важливої, але непотрібної у конфліктній ситуації інформації та визначення найсуттєвіших елементів для зосередження на них уваги. Можливість створення сприятливих умов для оператора, таких як взаємодія через діалог, подання зручних рекомендацій та здатність системи пояснювати свої рішення людині роблять систему підтримки прийняття рішення більш швидкою і ефективною, що є надзвичайно важливим під час реагування в критичні моменти.

Враховуючи рекомендації щодо формату подання інформації авіадиспетчеру в автоматизованих системах управління повітряним рухом для оптимального прийняття рішень та надійності отриманих результатів, системи підтримки прийняття рішень передбачають три режими роботи. Вони залежать від складності позаштатної ситуації, визначеної часом, доступним для оператора на прийняття рішення, а також типом ситуації та станом повітряного судна.

У пасивному режимі система надає лише нормативно-довідкову та оперативну інформацію, включаючи тактико-технічні характеристики повітряного судна, параметри аеродромів і місцевості, а також метеорологічні дані. Цей режим застосовується у ситуаціях, коли можливий політ до найближчого придатного аеродрому, наприклад, при ліквідації пожежі на борту повітряного судна.

У напівактивному режимі система пропонує кілька альтернатив завершення польоту, вказуючи потенційний збиток та значення основних факторів ризику. Однак вибір конкретної альтернативи залишається за диспетчером. Цей режим використовується, наприклад, при плануванні у випадку повної відмови двигунів на повітряному судні.

У активному режимі система пропонує єдину можливу альтернативу для завершення польоту з мінімальним потенційним збитком і вимагає негайної реалізації цієї альтернативи з боку оператора. Цей режим використовується у ситуаціях, що вимагають негайного завершення польоту, наприклад, при неліквідованій пожежі на борту повітряного судна.

При цьому можливий перехід до будь-якої з форм інформаційної підтримки за бажанням оператора.

Функції кожної із визначених концепцій підсистем визначаються конкретним набором завдань у сфері вимірювань рівня загрози. Уточнимо, що у контексті системи підтримки прийняття рішень для оператора в умовах невідповідних польотних ситуацій буде визначатися вхідна та вихідна інформація для кожної підсистеми, а також яке місце вони займатимуть у системі.

Аналіз даних у таблиці 2.1 дозволяє зробити висновок про необхідність створення баз даних та відокремлення їх на дві основні групи. Перша група включає бази, які є стаціонарним джерелом даних, і створюються до запуску системи підтримки прийняття рішень. Друга група визначається як динамічне джерело даних, що будується самою системою під час обробки динамічної інформації про повітряне судно та зону управління повітряним рухом і подальше використовується системою.

Виходячи з цього, визначимо, які саме бази даних становитимуть основу обох груп. До першої групи бази даних увійде така інформація:

- тактично-технічні характеристики повітряного судна;
- характеристики аеродромів;
- характеристика місцевості;
- параметри професійної діяльності оператора.

Основа другої бази даних становить:

- моніторингові дані про повітряне судно;
- технічна інформація про аеродроми;
- метеорологічна інформація про аеродроми;
- метеорологічні дані про місцевість.

Таким чином, система підтримки прийняття рішень можна подати у вигляді структури, яка зображена на рис.2.2.

При створенні бази даних особливо важливо керуватися принципом розвитку, який визначається специфікою повітряного судна та зовнішніх умов, включаючи їх динаміку. Це впливає на вибір програмної платформи для побудови та розробку структури бази даних.

Таблиця 2.1

Функції підсистем системи підтримки прийняття рішень

Підсистема	Вхідна інформація	Задачі	Вихідна інформація
Збирання даних	Динамічна інформація про повітряне судно і зони управління повітряним рухом	Збирання та зберігання даних	Створення баз даних про стан повітряного судна і зовнішнього середовища
Формування стратегій дій	Статична і динамічна інформація про повітряне судно: модель формування стратегій	Оцінювання можливості подальшого продовження польоту	Рекомендації щодо можливості продовження польоту або необхідності виконання вимушеної посадки

Закінчення таблиці 2.1

Визначення характеристик альтернативних варіантів завершення польоту	Статична інформація щодо повітряного судна: інформація про зону управління повітряним рухом у межах області досяжності повітряного судна	Оцінювання виду і придатності поверхні місця приземлення, придатності аеродромів, метеорологічних умов	Допустимі альтернативи завершення польоту та їх характеристики
Оцінювання ефективності потенціальних альтернатив і формування оптимального рішення	Характеристики допустимих альтернатив завершення польоту повітряного судна. Модель оцінки ефективності альтернативних варіантів	Оцінювання ефективності потенційних альтернатив і формування оптимального варіанта завершення польоту	Рекомендації щодо оптимального варіанту завершення польоту



Рис. 2.2. Структурна схема роботи системи підтримки прийняття рішень

У побудові системи підтримки прийняття рішень необхідно реалізувати основні концепції інформаційних систем, таких як інтерактивність, потужність, доступність, гнучкість, надійність, працездатність і керованість.

На основі проведених досліджень процесу прийняття рішень щодо вибору оптимального сценарію завершення польоту в ситуаціях позаштатного характеру, що вимагають примусової посадки повітряного судна, та створеної структури системи підтримки прийняття рішень, можна визначити логіку функціонування цієї системи.

Принцип системності визначається повнотою структури системи підтримки прийняття рішень, яка забезпечується встановленими інформаційними, логічними та програмними зв'язками між всіма структурними елементами. В системі важливо створювати різноманітні точки санкціонованого доступу для кваліфікованих фахівців, які здатні оцінювати рекомендації що надходять, вносити корективи за необхідності та приймати рішення в умовах багатоваріантних пропозицій. З практичної точки зору, при розробці системи підтримки прийняття рішень для позаштатних польотних ситуацій також важливо застосовувати принцип модульності. Цей принцип дозволяє виділяти самостійні частини та моделі з загальної системи, що можна розробляти і впроваджувати окремо.

Передбачається управління зі зворотним зв'язком за станом повітряного судна і навколишнього середовища.

В проекті розробки системи підтримки прийняття рішень виділяються три ключові фази функціонування: етап навчання на прикладах, фаза безпосереднього функціонування з видачею початкової рекомендації оператору та етап навчання, що включає коригування моделей на підставі об'єктивної інформації про результати вибору альтернативи завершення польоту, яка визначалася різноманітними факторами.

2.3. Методи комплексної оцінки впливу системи ризиків на ефективність авіаційної діяльності

Сучасний ризик-менеджмент відрізняється тим, що не існує загального підходу до оцінки ризиків. На практиці використовуються різні методики оцінки ризиків, і на сьогодні ще не було запропоновано ефективного підходу, який забезпечує комплексну оцінку ризиків на державному рівні. Але можна узагальнити основні показники ризиків в авіаційній діяльності та поділити їх на шість груп:

- група 1. Показники основані на статистичних методах оцінки ризиків;
- група 2. Показники основані на оцінці характеристик фінансово-господарської діяльності;
- група 3. Показники основані на оцінці сили впливу зі сторони третіх лиць;
- група 4. Показники основані на оцінці характеристик безпеки;
- група 5. Показники основані на експертних оцінках ризику;
- група 6. Показники основані на оцінці впливу ризику на результати авіаційної діяльності.

Індикатори ризиків першої групи, що використовуються в традиційному ризик-менеджменті, спрямовані, передусім, на оцінку ризиків фінансового інвестування. У той самий час практика вимагає розробки та використання показників оцінки ризиків, які б були характерні для авіаційної діяльності експлуатантів, де фінансове інвестування та кредитування складають лише обмежену частину значно різноманітнішої сфери діяльності.

Показники ризиків другої групи, ураховуючи їх вплив на окремі аспекти авіаційної діяльності, не надають можливості прямо оцінити вплив ризиків на ключові показники ефективності. Це, в свою чергу, ускладнює використання цих показників для управління ризиками внаслідок їх впливу на ефективність авіаційної діяльності.

Показники ризиків третьої групи, які базуються на оцінці сили впливу зі сторони третіх лиць, корисні для визначення значущості факторів ризиків. Однак вони не можуть служити показниками ефективності, які визначають управління ризиками в авіаційній діяльності на основі результатів їх впливу.

Показники ризиків четвертої групи, що базуються на оцінці характеристик безпеки, відображають резерв безпеки відносно конкретного фактора ризику. Це включає такі показники, як межа безпеки і коефіцієнт безпеки, або максимальне значення показника ризику події.

Показники ризиків п'ятої групи, які ґрунтуються на експертній оцінці ризиків, характеризуються суб'єктивністю та невизначеністю внаслідок об'єктивної складності врахування взаємного впливу різних ризиків під час експертного оцінювання.

Показники ризиків шостої групи включають в себе показники, що характеризуються максимальною потенційною втратою, обумовленою негативним впливом факторів ризику.

Досить повне уявлення про вплив ризику на ефективність авіаційної діяльності, може дати система підтримки прийняття рішень. Для прийняття зазначених рішень необхідно вибрати критерії основу застосування яких рішень вони будуть приймати.

Критерій придатності застосовується експлуатантом в ситуаціях, коли необхідно визначити досить великий діапазон раціональних варіантів, що задовольняють нерівності.

Критерій оптимальності застосовується для вибору найкращого варіанту, але характеризується недостатньою гнучкістю системи дій, оскільки не враховує поточну інформацію про зміну підприємницького середовища при реалізації рішення.

Критерій адаптивності забезпечує гнучку цілеспрямовану систему дій, проте характеризується високою складністю, обумовленою багатоетапним застосуванням і необхідністю наявності повної інформації про очікувані величини збитків і прибутків.

З метою оцінки впливу ризиків на ефективність промислового підприємництва для практичних завдань необхідно проаналізувати ймовірності, пов'язані з тим, щоб система ризиків перебувала в стані реалізації конкретних ризиків. Ці ризики визначаються інтенсивністю потоків подій, що визначають реалізацію ризиків та часу протягом якого система ризиків перебуває у змозі їх реалізації. Розроблене ядро системи управління авіаційними ризиками може стати фундаментом для створення системи управління ризиками.

Графічне відображення інформації про ймовірність реалізації ризиків і очікувані втрати здійснюється через побудову карти ризиків. Це дозволяє виділити найбільш значущі ризики для ефективного їх управління. Однією з поширених форм такої карти є "матриця втрат". Ця матриця представляє собою таблицю. По вертикалі вказують ймовірності реалізації ризиків, а по горизонталі - величину очікуваного збитку. В кожній клітинці матриці втрат ризик позиціонується з врахуванням його значень реалізації та очікуваного збитку. Карти ризиків мають обмеження, пов'язані із застосуванням бальної шкали експертних оцінок для визначення ймовірності реалізації ризиків і очікуваного збитку, зазвичай від 1 до 5 балів, а також визначенням рангу ризику для визначення його значущості, як наслідок цих оцінок.

Отримані в ході кваліфікаційної роботи результати, щодо оцінки ймовірностей перебування системи ризиків у стані реалізації конкретних ризиків та оцінки

очікуваного збитку від їхньої реалізації, надають можливість формування карти ризиків, базуючись на аналітичних оцінках замість експертних. Застосування аналітичного підходу дозволяє уникнути суб'єктивізму та виражати збиток не у абстрактних балах, а в термінах очікуваного зниження ключових показників ефективності авіаційної діяльності, таких як стійкість зростання та рентабельність власного капіталу.

Ризики, збиток від яких не перевищує встановленого граничного значення, можна віднести до категорії «Прийнята зона». Якщо збиток в межах від граничного до критичного значення, то такий ризик вважається критичним і входить до категорії «Припустима зона». Ризики, де збиток перевищує критичне значення, належать до катастрофічних ризиків категорії «Неприпустима зона». Розподіл ризиків за категоріями дозволяє використовувати відповідні методи та інструменти управління ризиками. Так, для ризиків категорії «Неприпустима зона» рекомендується використовувати методи ухилення і компенсації, для ризиків категорії «Припустима зона» - методи компенсації і нейтралізації. Ризики категорії «Прийнята зона» потребують постійного моніторингу для виявлення можливостей їх переходу в більш небезпечні категорії, а також впровадження запобіжних заходів для уникнення такого переходу.

Запропонований аналітичний метод побудови карти ризиків передбачає оцінку збитку, який може виникнути внаслідок реалізації конкретного ризику, за умови відсутності всіх інших ризиків, які не мають впливу на аналізований ризик.

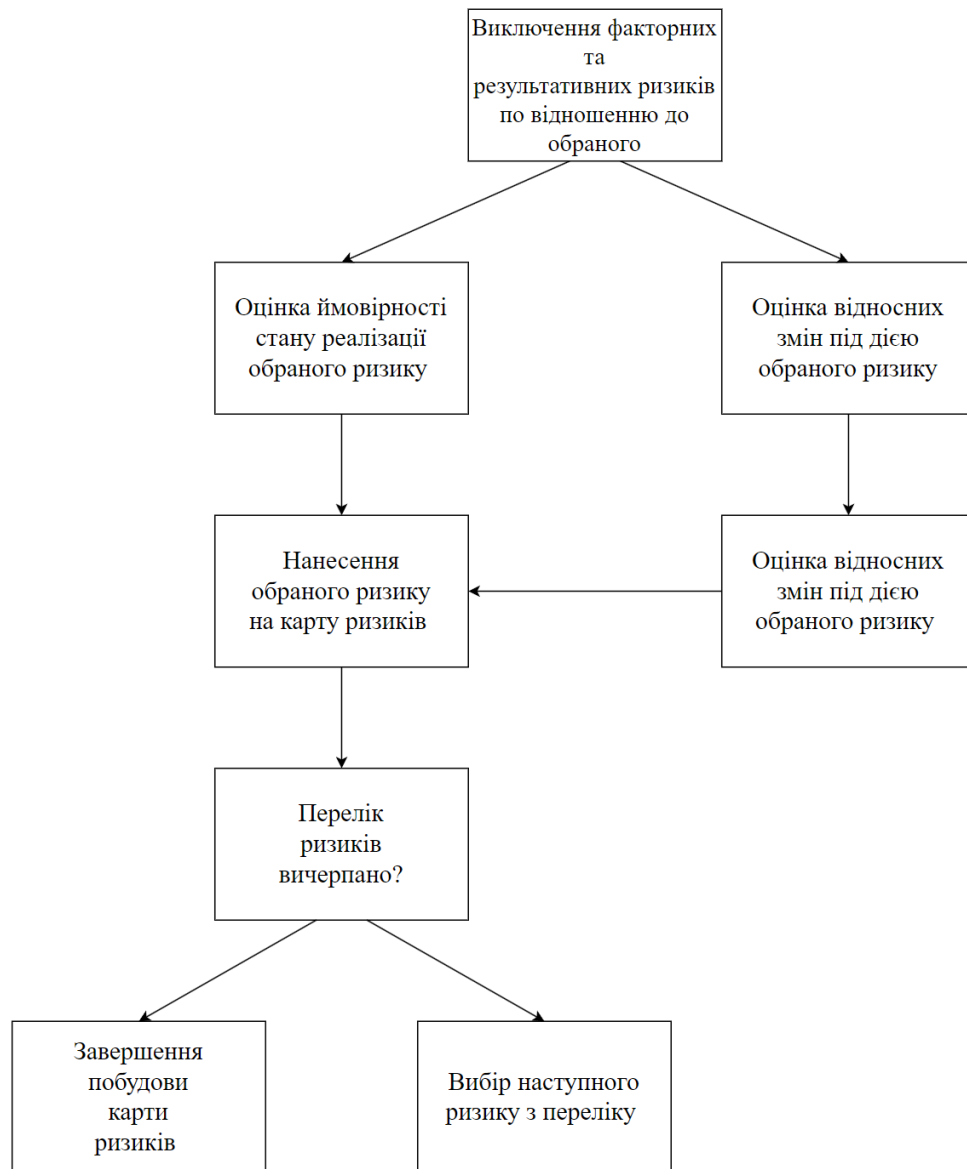


Рис. 2.3. Розподіл ризиків на категорії

Розроблена схема (рис.2.3) дозволяє, з використанням аналітичних оцінок, класифікувати ризики за категоріями та розробляти рекомендації стосовно відповідності тяжкості наслідків для кожного обраного ризику, а також вибору методів та інструментів управління ними.

Отримані розрахункові вирази для оцінки очікуваних і максимальних втрат в обсязі реалізації та збільшенні загальних витрат, а також розроблений аналітичний метод для створення карт ризиків, служать основою для оцінки ефективності управління ризиками та прийняття відповідних рішень щодо цих заходів.

Реалізація наведеної концепції базується на розробці карти ризиків та впровадженні стратегій управління ризиками. Оскільки кожен з ризиків характеризується ланцюжком взаємопов'язаних аспектів, включених у цей ризик, його вплив, відображений на карті ризиків, визначає втрати, спричинені всім цим ланцюжком. Тим не менш, для ефективного розроблення стратегій управління ризиками (рис.2.4) слід виділяти факторні ризики. Зазначена робота пропонує розв'язання цього завдання на основі принципу зниження початкових факторних ризиків, що ґрунтується на визначенні факторних ризиків менших градацій, зменшення яких гарантує прийнятність впливу на весь ланцюжок ризиків. Застосування цього принципу націлене на стримування розвитку механізму генерації ризиків усередині ланцюжка взаємозалежних ризиків і, відповідно, зменшення ризиків вищих градацій та об'єднаних ризиків, що призводить до скорочення обсягів реалізації та підвищення загальних витрат.

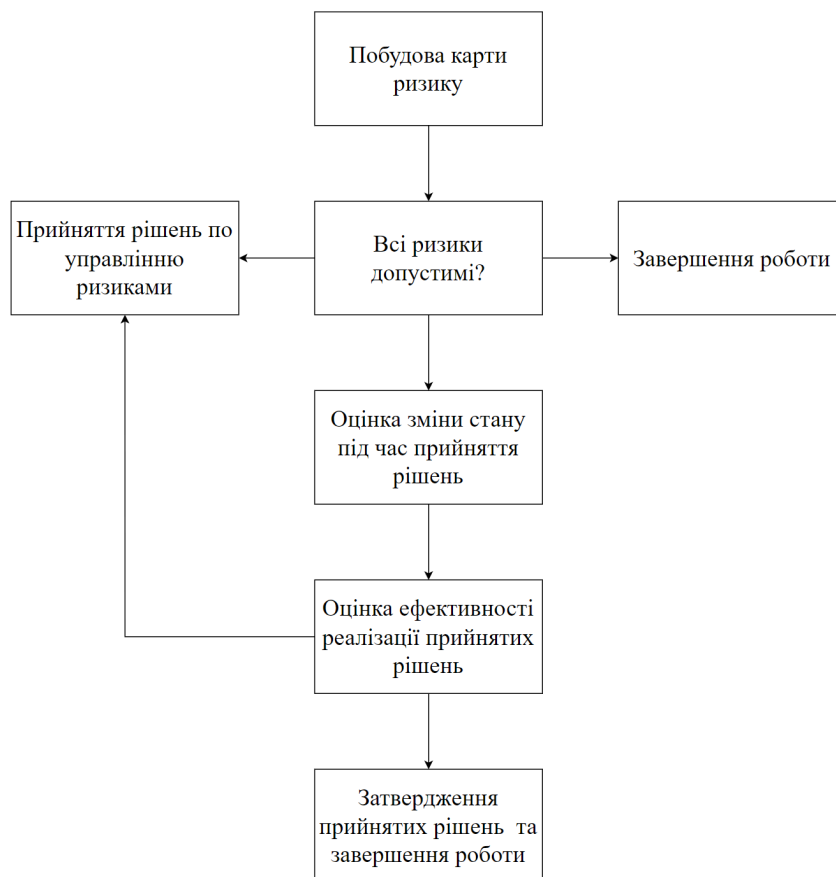


Рис. 2.4. Формування рішень щодо управління ризиками

Процедура втілення вказаного принципу складається з кількох етапів.

Етап 1. Формування по карті ризиків переліку критичних і катастрофічних ризиків і ранжування їх за величиною збитку. В результаті виконання етапу 1 формується перелік критичних і катастрофічних ризиків.

Етап 2. Визначення ризику, що викликає найбільший збиток.

Етап 3. Виділення в ланцюжку ризиків, пов'язаних з даним ризиком, факторних ризиків нижчої градації і упорядкування їх за величиною збитку.

Етап 4. Вибір факторного ризику нижчої градації, що викликає найбільший збиток.

Етап 5. Розробка керуючих рішень, спрямованих на ухилення або зниження тяжкості наслідків обраного ризику.

Етап 6. Перехід до схеми розподілу ризиків на категорії.

Етап 7. Ухвалення рішення за схемою розподілу ризиків на категорії і включення розроблених рішень впливів в схему формування рішень з управління ризиками. Якщо реалізація розроблених заходів недоцільна, то розробка і оцінка ефективності інших можливих рішень з подальшим переходом до виконання етапу 6.

Етап 8. Оцінка зміни шкоди від впливу ланцюжка ризиків, пов'язаних з ризиком, і нанесення ризику на карту ризиків з урахуванням заходів, включених в схему формування рішень щодо управління ризиками.

Етап 9. Якщо певний ризик перейшов до групи прийнятних ризиків, то перехід до етапу 2. В іншому випадку перехід до етапу 4 для наступного факторного ризику ланцюжка ризиків, пов'язаних з іншим ризиком.

Етап 10. Якщо після впровадження заходів з управління ризиками, які враховують всі факторні ризики, конкретний ризик залишається в категорії критичних або катастрофічних, рекомендується відмовитися від заходів, пов'язаних із цим ризиком.

Використання розробленої методики сприяє систематизації процесу формування заходів з управління ризиками та направлене на пригнічення причин генерації ризиків.

2.4. Висновки до розділу

У розділі детально розглянуті основні задачі та вимоги, що ставляться перед системами підтримки прийняття рішень в авіаційній сфері. Крім того, проведений аналіз різних методів комплексної оцінки впливу систем ризиків на ефективність авіаційної діяльності. Це дозволяє отримати глибше розуміння сутності та ролі таких систем у визначенні безпеки та оптимізації рішень в авіаційному секторі.

Однією з основних задач системи підтримки прийняття рішень в авіаційній діяльності є забезпечення операторів та управлінського персоналу найкращими інструментами та інформацією для ефективного вирішення різноманітних завдань. Системи такого роду повинні допомагати в управлінні ризиками, реагуванні на непередбачувані ситуації, а також в оптимізації процесів, що покращує загальну безпеку та продуктивність авіаційних операцій.

Вимоги до систем підтримки прийняття рішень в авіаційній сфері ставляться високі і включають в себе необхідність точності та достовірності інформації, адаптованості до швидкозмінюваних умов, ефективності у виявленні та реагуванні на ризики, а також зручності в користуванні. Інтеграція технологічних новацій та врахування особливостей конкретної авіаційної організації є ключовими аспектами в розробці таких систем.

Ефективна система ризик-менеджменту в авіації потребує комплексної оцінки впливу ризиків на всі аспекти авіаційної діяльності. Методи, такі як аналіз важливості ризиків, моделювання сценаріїв, стохастичні та детерміновані підходи, грають важливу роль у визначенні потенційних загроз та розробці стратегій управління ризиками. При цьому необхідно поєднувати кілька методів для отримання повноцінної та об'єктивної карти ризиків, що дозволяє ефективно планувати заходи забезпечення безпеки та підвищувати ефективність авіаційної діяльності.

Система показників ефективності в авіаційній діяльності повинна включати групи показників для оцінки зростання бізнесу, використання капіталу, продажів і

управління персоналом. Ключовим показником системи може бути коефіцієнт стійкого зростання, який визначає темпи розвитку бізнесу.

У якості критерію ефективності розумно використовувати критерій придатності. Різні підприємства характеризуються спільним ядром системи ризиків, побудованим на основі модульного принципу та базових структур ризиків, які були запропоновані у даному розділі. Систему структур ризиків слід розробляти на основі зазначеного ядра з урахуванням особливостей діяльності конкретного підприємства.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

3.1. Вимоги для реалізації системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден

Ефективна реалізація системи підтримки прийняття рішень та, загалом, будь-якої комп'ютерної інформаційної системи визначається відповідно до вимог і потреб, правильного вибору інструментів для їх втілення, наявності виконавчого досвіду та знань, достатньої фінансової підтримки та доступу до необхідної інформації.

Перше з чого треба почати це визначити вимоги до системи підтримки прийняття рішень що буде розроблюватися:

- збір та моніторинг інформації. Використовуються для збору різноманітної інформації про стан повітряного судна, оточуючого середовища, погодних умов та стану екіпажу;
- обробка та аналіз даних. Використовуються для аналізу зібраної інформації та визначення потенційних загроз безпеці. Враховують різноманітні фактори, такі як погодні умови, технічний стан судна, та інші параметри для оцінки рівня безпеки;
- прийняття рішень. Допомагають пілотам та операторам приймати рішення на основі аналізу інформації та ризиків. Забезпечують можливість автоматичного втручання або надають рекомендації пілотам для уникнення потенційно небезпечних ситуацій;
- моніторинг. Здійснюють моніторинг роботи системи та надають можливість для аналізу та вдосконалення процесів.

Для системи підтримки прийняття рішень були обрані такі інструменти реалізації: мова програмування *Python* та система управління базами даних *MySQL*.

Python є популярною мовою програмування, і вона чудово підходить для написання систем підтримки прийняття рішень з ряду причин.

Простота і зрозумілість коду. *Python* має простий та зрозумілий синтаксис, що робить код легким для читання та розуміння. Це важливо для розробки і підтримки системи прийняття рішень, де розуміння логіки та алгоритмів важливо для впровадження ефективних стратегій прийняття рішень.

Багата екосистема бібліотек. *Python* має велику кількість бібліотек, які полегшують роботу з обробкою даних, машинним навчанням та іншими завданнями, які можуть виникнути при розробці систем підтримки прийняття рішень. Наприклад, бібліотеки такі як *NumPy*, *Pandas*, і *Scikit-learn* можуть бути використані для обробки даних та реалізації моделей прийняття рішень.

Широке застосування в галузі обробки даних та науки про дані. *Python* є популярним в галузі обробки даних, і в ньому існують зручні інструменти для роботи з великими обсягами інформації. Це важливо для систем підтримки прийняття рішень, які часто вимагають обробки та аналізу великих обсягів даних.

Враховуючи все вище сказане мова програмування *Python* є чудовим рішенням для розробки системи підтримки прийняття рішень та подальшого її вдосконалення.

Що на рахунок системи управління базами даних, мною була обрана *MySQL*, так як на даний момент вона є одна з найкращих по деякому ряду причин.

Відкритість та безкоштовність. *MySQL* є відкритою системою, що робить її доступною для використання безкоштовно. Це особливо важливо для проектів з обмеженим бюджетом, таких як розробка система підтримки прийняття рішень.

Ефективність та продуктивність. *MySQL* володіє швидкістю та ефективністю роботи, що особливо важливо для систем підтримки прийняття рішень, які можуть вимагати обробки великих обсягів даних.

Транзакційна підтримка. *MySQL* підтримує транзакції, що дозволяє забезпечувати консистентність та надійність операцій в базі даних. Це важливо для збереження цілісності даних у системі прийняття рішень.

Гнучкість у моделюванні даних. *MySQL* дозволяє створювати гнучкі схеми баз даних, що може бути важливим для розробки систем, які можуть піддаватися змінам у вимогах та структурі даних.

Інтеграція з іншими інструментами. *MySQL* легко інтегрується з іншими технологіями та інструментами, що може бути важливим для розширення функціональності системи підтримки прийняття рішень за допомогою додаткових інструментів або сервісів.

Безпека даних. *MySQL* надає можливості для забезпечення безпеки даних, включаючи автентифікацію, авторизацію та шифрування, що є важливим для збереження конфіденційності та цілісності інформації в системах підтримки прийняття рішень.

3.2. Структура побудови системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден

Структура побудови системи підтримки прийняття рішень складається з модулів, що забезпечують функціонал та роботу системи.

Рекомендується така послідовність програмування модулів системи:

- модуль управління інтерфейсом;
- модуль бази знань і даних;
- модуль для оцінки рівня безпеки польоту.

Кожен з модулів, які були вище згадані, виконує конкретну роль у розробленій системі. Схему алгоритму роботи системи підтримки прийняття рішень можна побачити на рис.3.1.

Модуль управління інтерфейсом забезпечує просту взаємодію між користувачем, підсистемою даних і підсистемою моделей, а також забезпечує проведення аналізу та моделювання проблеми для допомоги в прийнятті управлінських рішень.

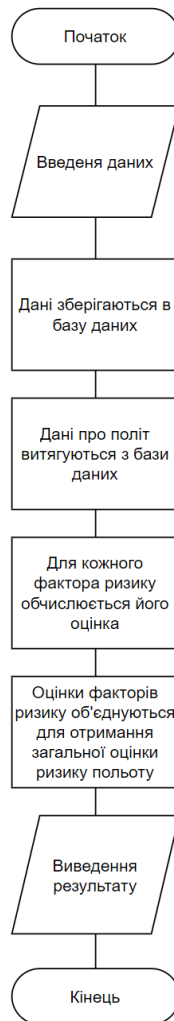


Рис. 3.1. Схема алгоритму роботи системи підтримки прийняття рішень

Нижче наведений код який демонструє вивід інтерфейсу для користувача:

```

class FlightSafetySystem:
    def __init__(self, data):
        self.data = data
    def evaluate_flight_safety(self, flight_id):
        flight_data = self.data[self.data["flight_id"] == flight_id]
        return evaluate_flight_safety(flight_data)
    def get_results(self):
        flight_safety_levels = self.data.apply(evaluate_flight_safety, axis=1)
        return flight_safety_levels
    def show_flight_information(self, flight_id):
  
```

```

flight_data = self.data[self.data["flight_id"] == flight_id]
print(f"Номер борту: {flight_data['flight_number']}")
print(f"Пілоту: {flight_data['pilot_name']} {flight_data['copilot_name']}")
print(f"Маршрут: {flight_data['route']}")
print(f"Стан погоди: {flight_data['weather_status']}")
print(f"Рівень безпеки: {self.evaluate_flight_safety(flight_id)}")
flight_data = self.data[self.data["flight_id"] == flight_id]

```

Цей інтерфейс допомагає користувачу вводити дані стосовно польоту повітряного судна і виводити інформацію стосовно рівня безпеки.

Дані які може водити користувач:

- номер борту повітряного судна;
- ім'я, прізвище та *id* першого та другого пілотів;
- маршрут повітряного судна;
- стан погоди.

Вигляд інтерфейсу наведений на рис.3.2.

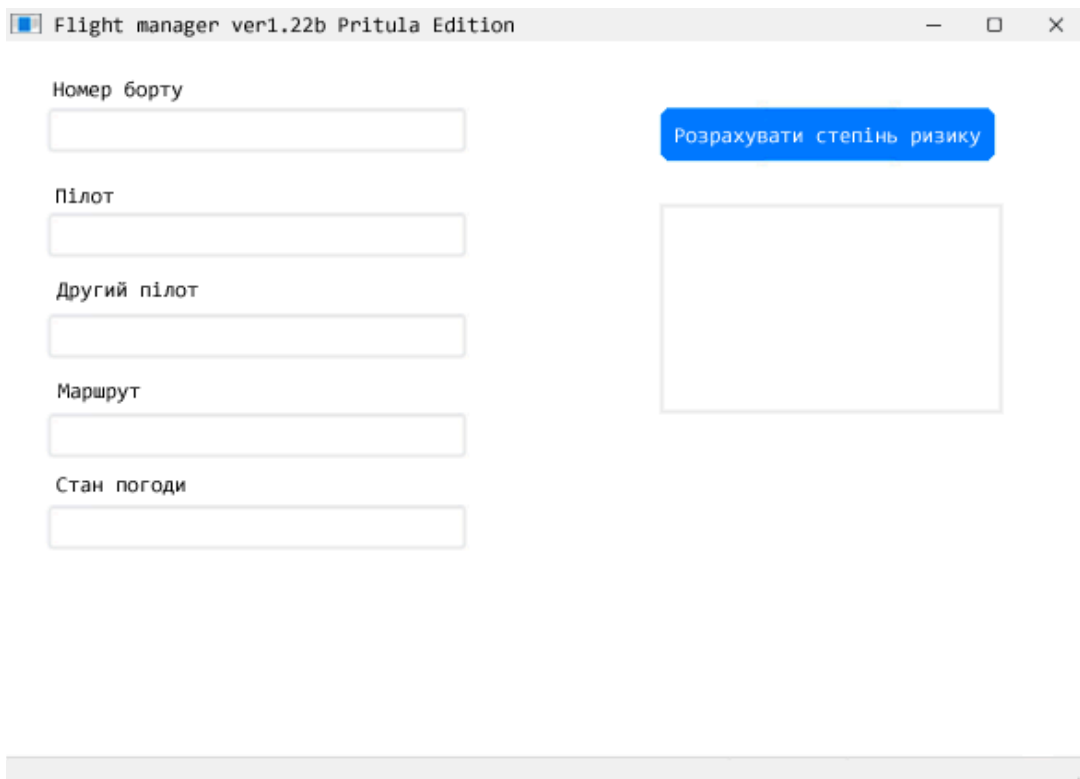


Рис. 3.2. Інтерфейс системи підтримки прийняття рішень

Після ведення інформації щодо польоту повітряного судна треба натиснути на «Розрахувати степінь ризику», після чого програма покаже ймовірний ступінь загрози.

Для подальших дій щодо усунення чи послаблення рівня ризику детально описаний в другому розділі.

Інтерфейс користувач забезпечує зв'язок з кожною базою даних. Базы даних систем підтримки прийняття рішень включають як кількісну, так і якісну інформацію, що надходить із різних джерел. Засоби створення і ведення базу даних повинні надавати такі можливості:

- об'єднувати різні джерела інформації, використовуючи процедуру їх «добування» даних;
- представляти логічну структуру у термінах користувача;

База моделей повинна забезпечувати гнучкість моделювання, зокрема, за рахунок використання готових блоків моделей і підпрограм.

Структура бази даних програмного модуля. На рис.3.3 представлена структурована база даних програмного модуля.

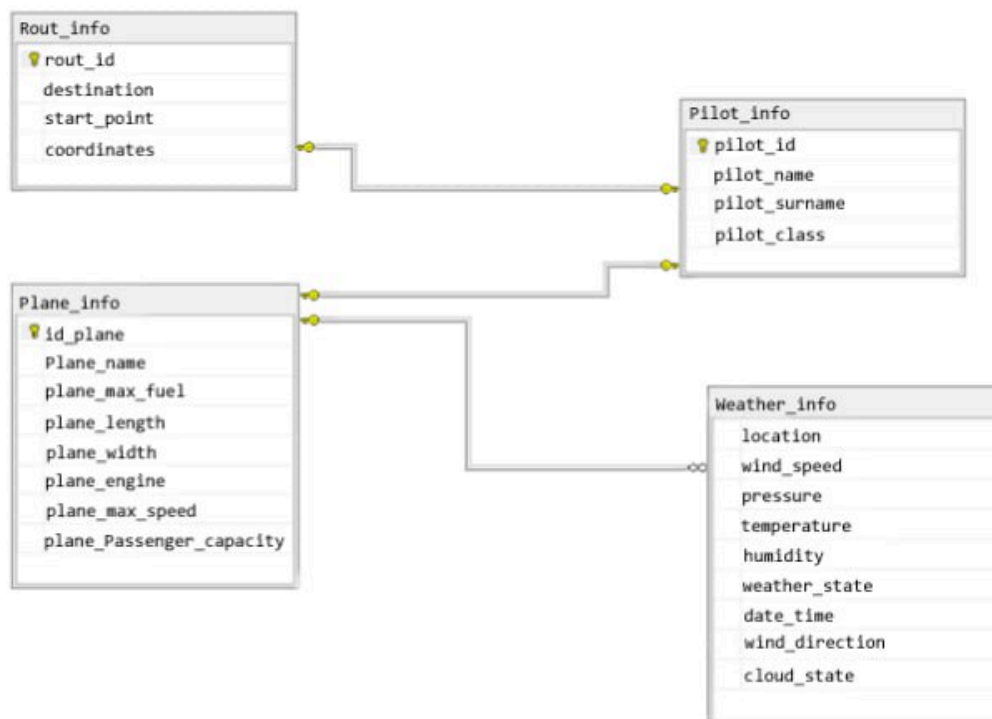


Рис. 3.3. Відношення таблиць бази даних

База даних системі підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки повітряних суден включає в себе чотири таблиці: *Rout_info*, *Pilot_info*, *Plane_info*, *Weather_info*.

Вміст таблиць 3.1 – 3.4 включають в себе інформацію стосовно даних які стосуються лише них.

Таблиця 3.1

Інформація яка зберігається в *Rout_info*

Зміст поля	Ім'я поля	Тип даних
<i>Id</i>	<i>rout_id</i>	<i>char</i>
Дистанція	<i>destination</i>	<i>varchar</i>
Місце початку польоту	<i>start_point</i>	<i>varchar</i>
Координати	<i>coordinates</i>	<i>varchar</i>

Таблиця 3.2

Інформація яка зберігається в *Pilot_info*

Зміст поля	Ім'я поля	Тип даних
<i>Id</i>	<i>pilot_id</i>	<i>char</i>
Ім'я пілота	<i>pilot_name</i>	<i>varchar</i>
Прізвище пілота	<i>pilot_surname</i>	<i>varchar</i>
Розряд пілота	<i>pilot_class</i>	<i>varchar</i>

Таблиця 3.3

Інформація яка зберігається в *Plane_info*

Зміст поля	Ім'я поля	Тип даних
<i>Id</i>	<i>id_plane</i>	<i>char</i>
Назва повітряного судна	<i>plane_name</i>	<i>varchar</i>
Максимальна вмістимість палива	<i>plane_max_fuel</i>	<i>varchar</i>
Довжина повітряного судна	<i>plane_lenght</i>	<i>varchar</i>
Вага повітряного судна	<i>plane_width</i>	<i>varchar</i>
Справність двигунів	<i>plane_engine</i>	<i>varchar</i>
Максимальна швидкість	<i>plane_max_speed</i>	<i>varchar</i>
Кількість пасажирів	<i>plane_Passanger_capacity</i>	<i>varchar</i>

Таблиця 3.4

Інформація яка зберігається в *Weather_info*

Зміст поля	Ім'я поля	Тип даних
Місце знаходження	<i>location</i>	<i>varchar</i>
Швидкість вітру	<i>wind_speed</i>	<i>varchar</i>
Тиск	<i>pressure</i>	<i>varchar</i>
Температура	<i>temperature</i>	<i>varchar</i>

Вологість	<i>humidity</i>	<i>varchar</i>
-----------	-----------------	----------------

Закінчення таблиці 3.4

Стан погоди	<i>weather_stat</i>	<i>varchar</i>
Дата	<i>date_time</i>	<i>time</i>
Напрямок вітру	<i>wind_direction</i>	<i>varchar</i>
Стан хмар	<i>cloud_state</i>	<i>varchar</i>

Модуль для оцінки рівня безпеки складається з трьох основних функцій:

- функція отримання даних, що стосуються польоту. Ця функція взаємодіє з базою даних, отримуючи відомості, які стосуються конкретного польоту. Вона забезпечує доступ до інформації про повітряне судно, пілотів, маршрут, погодні умови та інші важливі параметри;

- функція розрахунку коефіцієнтів ризику. Після отримання необхідних даних модуль розраховує коефіцієнти ризику для трьох основних факторів: погодні умови, технічні проблеми та людський фактор. Ці коефіцієнти визначаються на основі детального аналізу історичних даних та статистики;

- функція розрахунку загального рівня ризику. Функція обчислює загальний рівень ризику, який є сумою трьох коефіцієнтів ризику. Це числове значення відображає комплексний погляд на безпеку польоту, і його визначення дозволяє системі визначати, наскільки безпечним є конкретний політ;

- функція виведення рівня безпеки польоту. Ця функція виводить розрахований рівень безпеки для конкретного польоту, що дозволяє користувачам отримувати оперативні та конкретні дані про безпеку авіапльоту.

Ця функція приймає на вхід дані про один політ і повертає рівень безпеки цього польоту. Функція спочатку вибирає з даних ті рядки, що стосуються даного польоту. Потім вона розраховує коефіцієнти ризику для кожного з трьох факторів:

погодні умови, технічні проблеми та людський фактор. Нарешті, функція обчислює загальний рівень ризику, який є сумою трьох коефіцієнтів ризику.

Програмна реалізація наведена нижче:

```
def evaluate_flight_safety(data):
```

```
    # Функція отримання даних, що стосуються даного польоту
```

```
    flight_data = data[data["flight_id"] == flight_id]
```

```
    # Розрахунок коефіцієнтів ризику
```

```
    weather_risk_coefficient = flight_data["weather_risk"].mean()
```

```
    technical_risk_coefficient = flight_data["technical_risk"].mean()
```

```
    human_risk_coefficient = flight_data["human_risk"].mean()
```

```
    # Розрахунок загального рівня ризику
```

```
    total_risk_coefficient = weather_risk_coefficient + technical_risk_coefficient +  
human_risk_coefficient
```

```
    # Виведення рівня безпеки польоту
```

```
    if total_risk_coefficient < 1:
```

```
        return "1"
```

```
    elif total_risk_coefficient < 2:
```

```
        return "2"
```

```
    else:
```

```
        return "3"
```

Після отримання «Рівня загрози» експерт або декілька експертів мають прийняти рішення щодо зниження рівня загрози або зменшення збитку вже існуючого рівня та не допустити його перехід на вищий рівень.

Приклад виконання програми ви можете побачити на рис.3.3.

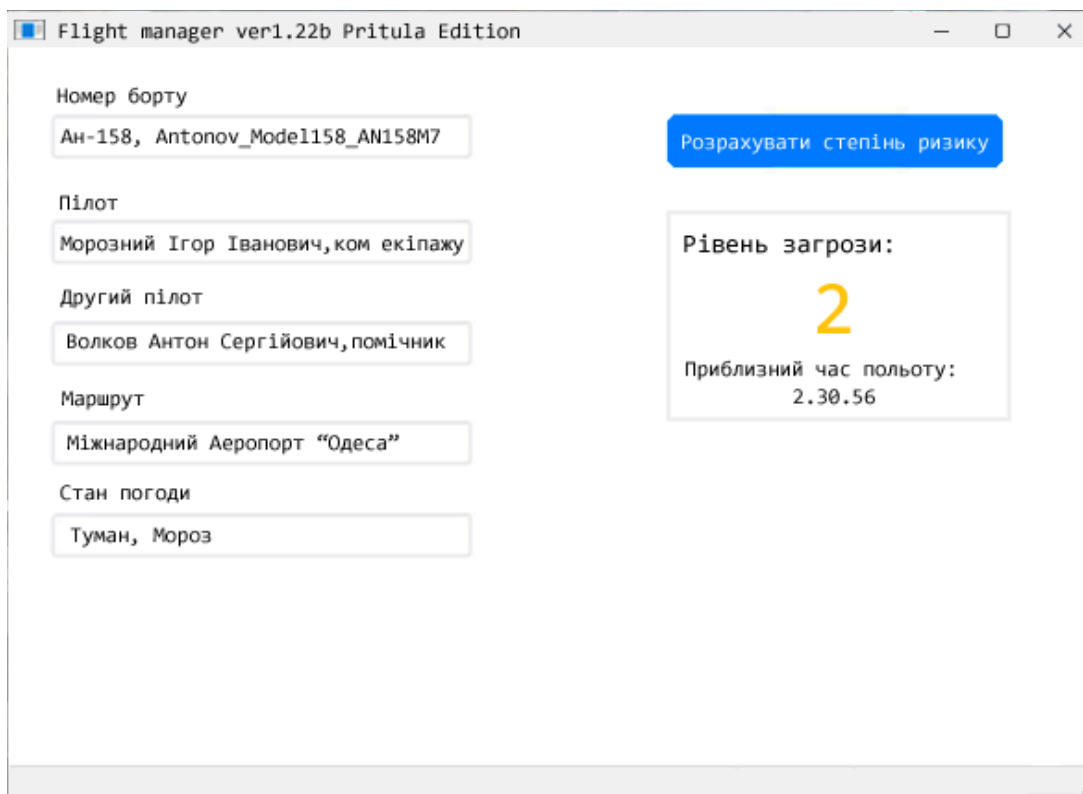


Рис. 3.3. Інтерфейс виконаної системи підтримки прийняття рішень

3.3. Переваги та недоліки системи

Виділення переваг та недоліків розробленої системи підтримки прийняття рішень, яка вираховує рівень безпеки польотів повітряних суден, може бути порівняна зі схожою програмою *Flight Data Monitoring Systems*.

Переваги розробленої програми:

- простота використання. Інтерфейс програми простий і зрозумілий, навіть для користувачів без досвіду роботи з програмуванням;
- зручність отримання інформації. Програма надає користувачам всю необхідну інформацію про політ, включаючи номер борту, імена пілота та другого пілота, маршрут повітряного судна, стан погоди та рівень безпеки;
- можливість оцінки рівня безпеки польотів. Програма дозволяє користувачам оцінювати рівень безпеки польотів, використовуючи три фактори: погодні умови, технічні проблеми та людський фактор.

Недоліки розробленої програми:

- залежність від якості даних. Якість результатів оцінки залежить від якості даних;
- неможливість оцінки інших факторів, які можуть впливати на рівень безпеки польотів. Програма оцінює лише три фактори, а інші фактори, можуть також впливати на рівень безпеки польоту.

Переваги *Flight Data Monitoring Systems*:

- збір даних у реальному часі. *Flight Data Monitoring Systems* можуть збирати дані про політ у реальному часі, що дозволяє отримувати більш точні оцінки рівня безпеки;
- зцінка широкого спектру факторів. *Flight Data Monitoring Systems* можуть оцінювати широкий спектр факторів, які можуть впливати на рівень безпеки польоту, включаючи погодні умови, технічні проблеми, людський фактор, стан повітряного судна, досвід екіпажу та стан здоров'я пілота;
- автоматизована оцінка. *Flight Data Monitoring Systems* можуть автоматично оцінювати рівень безпеки польотів, що дозволяє звільнити персонал для інших завдань.

Недоліки *Flight Data Monitoring Systems*:

- вартість. *Flight Data Monitoring Systems* можуть бути дорогими у встановленні та експлуатації;
- складність обслуговування. *Flight Data Monitoring Systems* можуть бути складними у обслуговуванні, що вимагає кваліфікованого персоналу.

Система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки повітряними суднами, є простим і зручним інструментом для оцінки рівня безпеки польотів. Однак, для отримання більш точних оцінок, можна використовувати більш складні системи, такі як *Flight Data Monitoring Systems*.

Flight Data Monitoring Systems пропонують ряд переваг перед програмою, про яку йде мова в цьому запитанні. *Flight Data Monitoring Systems* можуть збирати дані у реальному часі, оцінювати широкий спектр факторів і виконувати оцінку

автоматично. Однак, *Flight Data Monitoring Systems* також мають ряд недоліків, таких як висока вартість і складність обслуговування.

Загалом, найкраща система для оцінки рівня безпеки польотів залежить від конкретних потреб організації. Для організацій, які потребують простих і зручних інструментів, програма, система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки повітряними суднами, може бути хорошим варіантом. Для організацій, які потребують більш точних оцінок і автоматизованих систем, *Flight Data Monitoring Systems* є більш придатним вибором.

3.4. Оцінка ефективності розробленої системи

Оцінка ефективності розробленої системи підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден є важливим етапом у її розробці та впровадженні. Вона дозволяє визначити, чи відповідає система підтримки прийняття рішень поставленим вимогам і чи може вона бути ефективно використана для прийняття рішень.

Оцінка ефективності системи підтримки прийняття рішень може бути проведена шляхом опитування користувачів, які її використовують. Опитування може бути спрямоване на визначення того, наскільки точними, доступними, зручними у використанні та прийнятними користувачі вважають результати системи підтримки прийняття рішень.

Ефективність розробленої системи підтримки прийняття рішень можна оцінити за такими критеріями:

- точність: система підтримки прийняття рішень повинна надавати точні оцінки або рекомендації;
- доступність: система підтримки прийняття рішень повинна бути доступною для користувачів, які її потребують;
- зручність використання: система підтримки прийняття рішень повинна бути простою у використанні та розумінні;

– швидкість: система підтримки прийняття рішень повинна бути швидкою для миттєвого реагування користувача.

Всі показники оцінюються від 1 до 10. Оцінки кожного експерта представлені в таблицях 3.5, 3.6.

Таблиця 3.5

Оцінка системи експертом «Експерт 1»

№	Назва показника	Оцінка
1	Точність	7
2	Доступність	9
3	Зручність використання	8
4	Швидкість	7
Всього		31

Таблиця 3.6

Оцінка системи експертом «Експерт 2»

№	Назва показника	Оцінка
1	Точність	8
2	Доступність	9
3	Зручність використання	9
4	Швидкість	7
Всього		33

Оцінка експертів показала що розроблена система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки повітряними суднами має як свої мінуси, так і свої плюси.

Оцінка за критерієм точності. Точність оцінок розробленої системи підтримки прийняття рішень залежить від якості даних, на яких вона навчається. Якщо дані якісні, то й оцінки розробленої системи підтримки прийняття рішень будуть

точними. У випадку цієї розробленої системи підтримки прийняття рішень, яка оцінює рівень безпеки польотів, точність оцінок залежить від якості даних про погодні умови, технічні проблеми та людський фактор. Дані про погодні умови можна вважати досить точними, оскільки вони збираються з офіційних джерел. Дані про технічні проблеми можна вважати менш точними, оскільки вони можуть бути неповними або неактуальними. Дані про людський фактор можна вважати найменш точними, оскільки вони можуть бути суб'єктивними. Загалом, можна вважати, що точність оцінок розробленої системи підтримки прийняття рішень є задовільна. Однак, для підвищення точності оцінок, необхідно використовувати більш якісні дані про людський фактор.

Оцінка за критерієм доступності. Доступність розробленої системи підтримки прийняття рішень є задовільна. Система підтримки прийняття рішень доступна для користувачів, які мають доступ до комп'ютера та Інтернету. Система підтримки прийняття рішень можна встановити та використовувати за допомогою простих інструкцій.

Оцінка за критерієм зручності. Зручність використання розробленої системи підтримки прийняття рішень є задовільна. Інтерфейс системи підтримки прийняття рішень є простим і зрозумілим. Користувачі можуть легко знайти необхідну інформацію та виконати необхідні дії.

Оцінка за критерієм швидкості. Швидкість розробленої системи підтримки прийняття рішень є задовільна. Система підтримки прийняття рішень може надавати оцінки рівня безпеки польотів за кілька секунд.

3.5. Висновки до розділу

Розробка розробленої системи підтримки прийняття рішень була проведена за сучасними технологіями та методами. Визначені основні вимоги та функціонал пісня чого розроблено систему підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польоту повітряних суден на мові програмування *Python*, що є популярною мовою програмування.

Системою управління базами даних була обрана *MySQL*, в якій знаходиться інформація стосовно польоту. До цієї інформації відносяться дані про пілотів, погодні умови, повітряне судно та інформація про політ повітряного судна.

Інтерфейс розробленої системи підтримки прийняття рішень є простим і зрозумілим. Користувачі вводять інформацію про пілотів, номер борту, маршрут та стан погоди. Інтерфейс розроблений з урахуванням вимог користувачів, які не мають досвіду роботи з програмуванням. Головне що показує інтерфейс є рівень загрози, за допомогою якого можна прийняти рішення для подальшої реалізації дій стосовно безпеки повітряного судна та його екіпажу.

- функція отримання даних, що стосуються польоту;
- функція розрахунку коефіцієнтів ризику;
- функція розрахунку загального рівня ризику;
- функція виведення рівня безпеки польоту.

Функція отримання даних дозволяє користувачам вводити дані про політ у програму. Дані, які потрібно ввести, включають:

- номер борту. Цей номер є унікальним ідентифікатором повітряного судна;
- імена пілота та другого пілота. Це інформація про екіпаж повітряного судна;
- маршрут повітряного судна. Це інформація про те, де повітряне судно вилітає, де він летить і куди він прибуває;
- стан погоди. Це інформація про погодні умови в місці вильоту, в місці призначення та в міжміському просторі.

Користувачі можуть ввести дані вручну або завантажити їх з файлу. Дані перевіряються на правильність перед тим, як вони зберігаються в базі даних.

Функція оцінки ризику відповідає за обчислення оцінки ризику польоту. Оцінка ризику обчислюється на основі даних про політ, включаючи погодні умови, технічний стан повітряного судна та досвід екіпажу.

Функція оцінки ризику працює наступним чином. Для кожного фактора ризику обчислюється його оцінка. Оцінки факторів ризику об'єднуються для отримання загальної оцінки ризику польоту.

Оцінка ризику польоту вимірюється в балах від 1 до 3, де 1 означає низький рівень ризику, а 3 - високий рівень ризику. Після обчислення рівня небезпеки на екран буде виведено рівень небезпеки за котрим користувач може приймати рішення щодо рівня безпеки польоту повітряного судна

Були визначені переваги та недоліки розробленої системи підтримки прийняття рішень. Перевагою програми були виявлені простота використання, зручність отримання інформації та можливість оцінки рівня безпеки польотів. В свою чергу недоліками є залежність від якості даних та неможливість оцінити інших факторів ризику, які можуть впливати на рівень безпеки польоту.

ВИСНОВКИ

Під час написання кваліфікаційної роботи були ретельно вивчені та проаналізовані основні принципи функціонування систем підтримки прийняття рішень в контексті авіаційної діяльності. Особлива увага була приділена механізмам та стратегіям, які використовуються для забезпечення найвищого рівня ефективності та безпеки в авіаційному секторі.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи були розв'язані наступні задачі:

- вивчені основні поняття про систему підтримки прийняття рішень;
- розглянуто сучасні стандарти та інструменти управління ризиками при здійсненні авіаційної діяльності, основні задачі та вимоги до систем підтримки прийняття рішень;
- проаналізовані методи комплексної оцінки впливу системи ризиків на ефективність авіаційної діяльності;
- виконано аналіз інструментів та технологій, що можуть бути використані при створенні системи;
- реалізовано систему підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден з урахуванням усіх поставлених вимог;
- проведено тестування роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень.

В першому розділі були розглянуті сучасні стандарти та інструменти управління ризиками, які застосовуються в авіаційній індустрії. Перевірено їх актуальність та визначено, як вони взаємодіють з системами підтримки прийняття рішень, сприяючи підвищенню безпеки та ефективності авіаційних операцій.

Крім того, в роботі були визначені та розглянуті принципи управління факторами ризику при здійсненні авіаційної діяльності. Акцент був зроблений на тих стратегіях та підходах, які дозволяють ефективно впоратися з потенційними загрозами, а також забезпечити високий рівень безпеки в усіх етапах авіаційного процесу.

В додаток до вивчення сучасних стандартів та інструментів управління ризиками в авіаційній індустрії, у другому розділі роботи було проведено аналіз конкретних сценаріїв та ситуацій, де виявлення та ефективне управління ризиками є критично важливими. Проаналізовано вплив різноманітних факторів, таких як погодні умови, технічні несправності, людський фактор та інші, на безпеку та ефективність авіаційних операцій.

В рамках цього розділу також вивчалася реакція систем підтримки прийняття рішень на реальні ситуації з ризиком. Аналізувалися їхні можливості у виявленні потенційних небезпек, надання рекомендацій та визначення оптимальних шляхів реагування на кризові ситуації.

Під час розгляду принципів управління факторами ризику були розроблені і рекомендовані конкретні стратегії та тактики, спрямовані на зменшення можливих загроз. Особлива увага була приділена взаємодії між різними аспектами управління ризиками та їх впливу на рішення, які приймаються в реальному часі.

Загальний висновок дослідження підкреслив важливість інтеграції систем підтримки прийняття рішень, сучасних стандартів управління ризиками та принципів ефективного управління факторами ризику. Це є ключовим елементом для досягнення високого рівня безпеки та результативності в авіаційній діяльності.

В результаті цього дослідження було виявлено, що впровадження та оптимізація систем підтримки прийняття рішень, синергетично забезпечене використання сучасних стандартів управління ризиками та ефективного управління факторами ризику, може значно покращити безпеку та результативність авіаційної діяльності.

У другому розділі, де розглядалися аспекти розробки системи підтримки прийняття рішень в авіаційній галузі, були сформульовані та ретельно проаналізовані основні вимоги та задачі, які ставляться перед такими системами. Вимоги включають в себе необхідність максимізації ефективності прийняття рішень, забезпечення високого рівня безпеки та врахування специфіки авіаційної діяльності.

При розгляді аспектів безпеки повітряних суден слід враховувати, що абсолютної безпеки не існує – при прийнятті рішень щодо безпеки залишковий ризик

завжди залишається. Мною розглянуто рівні безпеки в авіації, як міра ймовірності та тяжкості можливої заподіяної шкоди. Таким чином, система показників ефективності забезпечення безпеки польотів враховує співвідношення результатів і процесів для оцінки факторів ризику при авіаційній діяльності. Ефективність забезпечення польотів слід вимірювати з того, наскільки добре працює система управління факторів ризиків в рамках всієї системи підтримки прийняття рішень.

Проведений аналіз також охопив методи комплексної оцінки впливу системи ризиків на ефективність авіаційної діяльності. Зазначено, що використання таких методів є ключовим етапом в процесі розробки та вдосконалення систем підтримки прийняття рішень. Засоби оцінки дозволяють ретельно аналізувати потенційні ризики та їхні наслідки, сприяючи покращенню загальної ефективності авіаційної сфери.

В цілому, результати теоретичного вивчення вказують на важливість врахування конкретних вимог та завдань при розробці систем підтримки прийняття рішень в авіаційній галузі, а також на необхідність систематичного застосування методів комплексної оцінки ризиків для забезпечення безпеки та оптимізації ефективності авіаційної діяльності.

У третьому розділі було реалізовано систему підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден, також були визначені основні вимоги, які склались з: збір та моніторинг інформації, обробка та аналіз даних, прийняття рішень моніторинг. Обрані та проаналізовані інструменти реалізації: мова програмування *Python* та система управління базами даних *MySQL*.

Структура побудови системи підтримки прийняття рішень складається з ряду модулів, які відповідають за функціонал та операційну діяльність системи. Послідовність програмування модулів системи включає наступні етапи:

- модуль управління інтерфейсом;
- модуль бази знань і даних;
- модуль для оцінки рівня безпеки польоту.

Кожен із зазначених вище модулів виконує конкретну роль у функціонуванні розробленої системи. Модуль управління інтерфейсом відповідає за забезпечення

зручної взаємодії між користувачем, підсистемою даних і підсистемою моделей. Крім того, він відповідає за проведення аналізу та моделювання проблеми з метою надання підтримки при прийнятті управлінських рішень.

Інтерфейс дозволяє користувачам вводити дані про політ у програму. Дані, які необхідно ввести, включають:

- номер борту: Цей номер є унікальним ідентифікатором літака;
- імена пілота та другого пілота: Це інформація про екіпаж літака;
- маршрут літака: Це інформація про те, де літак вилітає, де він летить і куди він прибуває;
- стан погоди: Це інформація про погодні умови в місці вильоту, в місці призначення та в міжміському просторі.

Дані вводяться у вікно введення. Дані перевіряються на правильність. Якщо дані є правильними, вони зберігаються в базі даних.

Модуль бази знань та даних відповідає за зберігання різноманітної інформації, пов'язаної з авіаційною діяльністю. Цей модуль включає в себе дані про політ повітряного судна, характеристики пілотів, технічні параметри повітряного судна та погодні умови. Усі ці відомості визначають фактори ризику, які використовуються для розрахунку рівня безпеки польотів повітряних суден. Ця інтегрована база знань допомагає системі підтримки прийняття рішень аналізувати та оцінювати ризики, пов'язані з авіаційною діяльністю, для забезпечення оптимального рівня безпеки.

Модуль для оцінки рівня безпеки включає в себе три ключові функції для ефективної обробки даних та розрахунку ризиків повітряних польотів:

- функція отримання даних, що стосуються польоту;
- функція розрахунку коефіцієнтів ризику;
- функція розрахунку загального рівня ризику;
- функція виведення рівня безпеки польоту.

Ця функція приймає вхідні дані, пов'язані з конкретним польотом, рахує відповідь щодо рівня безпеки даного польоту. Починаючи з відбору відомостей, що стосуються цього польоту, функція визначає та виокремлює необхідні рядки зі збережених даних. Далі вона проводить розрахунки коефіцієнтів ризику для кожного

з трьох факторів: погодні умови, технічні проблеми та людський фактор. У кінцевому підсумку функція визначає загальний рівень ризику, який представляє собою суму коефіцієнтів ризику для усіх трьох факторів.

Поставлене завдання в межах кваліфікаційної роботи було успішно виконано, і проект успішно завершено. Розроблена система підтримки прийняття рішень відповідає всім встановленим нормам і стандартам, а проведене тестування підтверджує її функціональну відповідність та надійність. Розглянута система, спрямована на прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден, виявляє наукову новизну і висвітлює потенціал для її подальшого розвитку в технічному та технологічному вимірах в сфері наук і технологій.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойченко С.В., Іванченко О.В. Положення про дипломні роботи (проекти) випускників Національного авіаційного університету. – К.: НАУ, 2017. – 63 с.
2. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – 39 с.
3. Алексеев О.Н. Проблеми розвитку аеронавігаційного обслуговування в Україні Науково-практична конференція. Проблеми розвитку глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху *CNS/ATM*. Київ 2014.
4. Алексеев О.Н. Деякі питання аеронавігаційного обслуговування України Всеукраїнська науково-практична конференція Проблеми навігації та управління рухом. Київ 2015
5. Беляев Ю.Б. Науково-методологічні основи оцінювання помилкових дій оператора авіаційної ергатичної системи в особливих випадках польоту / Ю.Б. Беляев, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда // Автоматизація виробничих процесів. – 2002. – №2 (15). – С. 60–65.
6. Беляев Ю.Б. Моделювання процесу прийняття рішень оператором авіаційної ергатичної системи в особливих випадках польоту / Ю.Б. Беляев, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда / Автоматизація виробничих процесів. – 2003. – №2 (17). – С. 17–23.
7. Герасимов Б.М. Людино-машинні системи прийняття рішень із елементами штучного інтелекту / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, І.В. Токарев. - К.: Наук. думка, 1993. - 184 с.
8. Сікірда Ю.В. Моделювання системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях: дис канд. техн. наук: 05.13.06 / Ю.В. Сікірда. – К., 2004. – 184 с.

9. Бочкарьов В.В. Автоматизоване управління рухом авіаційного транспорту/В.В. Бочкарьов, Г.А. Крижанівський, І.М. Сухих; за ред. Г.А. Крижанівського. - М.: Транспорт, 1999. - 345 с.
10. Карнаух В.І. Принцип гнучкого розподілу функцій між льотчиком та автоматикою у процесі польоту літальних апаратів / В.І. Карнаух, А.В. Харченко // Аналіз та синтез авіаційних ергатичних систем управління: зб. матер. міжвуз. наук.-техн. семінару. - К.: КВАІУ, 1989. - Вип. 1. – С. 10–16.
11. Литвиненко О.Є. Моделювання виробничих процесів в автоматизованих системах управління цивільної авіації: навч. посібник/О.Є. Литвиненко. - К.: КПГА, 1988. - 72 с.
12. Граськін С.С. Імітаційні моделі безпеки польотів/С.С. Граськін, П.Є. Дубовик// Проблеми безпеки польотів: Оглядова інформація. - М.: ВІНТІ, 2001. - Вип. 3. – С. 9–20.
13. Денисов В.Г. Інженерна психологія в авіації та космонавтиці / В.Г. Денисов, В.Ф. Оніщенко. - М.: Машинобудування, 1972. - 316 с.
14. Цибулевський І.Є. Людина як ланка системи, що стежить / І.Є. Цибулівський. - М.: Наука, 1981. - 288 с.
15. Герасимов Б.М. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: навч. пос. / Б.М. Герасимов, В.М. Локазюк, О.Г. Оксіюк, О.В. Поморова. – К.: Видано Європ. ун-ту, 2007. – 335 с.
16. Філіпс Ч. Системи управління зі зворотним зв'язком / Ч. Філіпс, Р. Харбор. - М.: Лабораторія Базових Знань, 2001. - 616 с.
17. Шемаєв В.М. Знання-орієнтований підхід до аналізу природно-мовної текстової інформації на користь моніторингу та оцінки ситуацій / В.М. Шемаєв, І.В. Замаруєва, М.В. Приймак, О.М. Дубровський // Інтелектуальний аналіз інформації: зб. наук. тр. – К.: НТУУ «КПІ», 2003. – С. 1–18.
18. Шерідан Т.Б. Системи людей – машина. Моделі обробки інформації, управління та прийняття рішень людиною-оператором / Т.Б. Шерідан, У.Р. Феррелл; пров. з англ. - М.: Машинобудування, 1980. - 400 с.

19. Сікірда Ю.В. Моделювання системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях: дис канд. техн. наук: 05.13.06 / Ю.В. Сікірда. – К., 2004. – 184 с.

20. Сікірда Ю.В. Формування структури інформаційного забезпечення системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях / Ю.В. Сікірда, Т.Ф. Шмельова, І.І. Єніна // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2004.– Вип. 15. – С. 212–217.

21. Сікірда Ю.В. Експериментально-методичні засади розробки програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях / Ю.В. Сікірда, Т.Ф. Шмельова // Искусственный интеллект. – 2004. – №4. – С. 448– 455.

22. Сікірда Ю.В. Автоматизована оцінка потенційних стратегій завершення польоту в позаштатних ситуаціях, що потребують вимушеної посадки повітряного судна / Ю.В. Сікірда // Автоматика-2004: 11-та міжнар. конф. по автоматичному управлінню, Київ, 27-30 верес. 2004 р.: тези доповідей. – Т. 3. — К.: НУХТ, 2004. – С. 24.

23. Фактори, що впливають на довжину посадкової дистанції літака// Повітряний транспорт. Зарубіжний досвід: Експрес-інформація. - М.: ЦНТІГА, 1984. - №6. – С. 69–74.

24. Артеменко О.В. Автоматизація підготовки передпольотної інформації/О.В. Артеменко // Інтегровані інформаційні технології та системи – 2005: наук.-практ. конф. молодих учених та аспірантів, Київ, 21-23 лист. 2005: тези доповідей. - К.: НАУ, 2005. - С. 65-68.

25. Венда В.Ф. Системи гібридного інтелекту: еволюція, психологія, інформатика / В.Ф. Венда. - М.: Машинобудування, 1990. - 448 с.

26. Жмеренецький В.Ф. Науково-методичні засади побудови та функціонування бортових комплексних систем забезпечення безпеки польотів / В.Ф. Жмеренецький// Проблеми безпеки польотів: Огляд. інф. - М.: ВІНІТІ, 1998. - Вип. 6. – С. 25–32.

27. Неділько С.М. Основи теорії функціональної стійкості автоматизованої системи управління повітряним рухом: монографія / С.М. Неділько. – Кіровоград: ДЛАУ, 2011. – 218 с.

28. Притула Д.О. Розподілена система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден: міжнар. науково-техн. конф. «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу», 24-25 жовтня 2023р.: тези доп. -К.: НАУ, 2023. -С. 83.

29. Притула Д.О. Система підтримки прийняття рішень щодо рівня безпеки польотів повітряних суден: міжнар. науково-техн. конф. «Сучасні тенденції розвитку системного програмування», 23-24 листопада 2023р.: тези доп. -К.: НАУ, 2023. - С. 28.

Додаток А

Лістинг частини коду програми

```
# Функція для оцінки рівня безпеки польоту  
def evaluate_flight_safety(data):
```

```
# Вибір даних, що стосуються даного польоту  
flight_data = data[data["flight_id"] == flight_id]
```

```
# Розрахунок коефіцієнтів ризику  
weather_risk_coefficient = flight_data["weather_risk"].mean()  
technical_risk_coefficient = flight_data["technical_risk"].mean()  
human_risk_coefficient = flight_data["human_risk"].mean()
```

```
# Розрахунок загального рівня ризику  
total_risk_coefficient = weather_risk_coefficient + technical_risk_coefficient +  
human_risk_coefficient
```

```
# Виведення рівня безпеки польоту  
if total_risk_coefficient < 1:  
    return "1"  
elif total_risk_coefficient < 2:  
    return "2"  
else:  
    return "3"
```

```

# Інтерфейс
class FlightSafetySystem:
    def __init__(self, data):
        self.data = data

    def evaluate_flight_safety(self, flight_id):
        flight_data = self.data[self.data["flight_id"] == flight_id]
        return evaluate_flight_safety(flight_data)

    def get_results(self):
        flight_safety_levels = self.data.apply(evaluate_flight_safety, axis=1)
        return flight_safety_levels

# Виконання програми
if __name__ == "__main__":

    # Завантаження даних
    data = pd.read_csv("flight_data.csv")

    # Створення об'єкта системи
    system = FlightSafetySystem(data)

    # Оцінка рівня безпеки польоту
    flight_id = 12345
    level = system.evaluate_flight_safety(flight_id)
    print(f"Рівень безпеки польоту з ідентифікатором {flight_id}: {level}")

    # Отримання результатів оцінки рівня безпеки всіх польотів

```

```
flight_safety_levels = system.get_results()  
print(flight_safety_levels)
```