

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра _____

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

« _____ » _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ,
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ “МАГІСТР”

ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ

“Управління авіаційним транспортом системами та комплексами”

Тема: «Методика оцінки основних характеристик і показників стану безпеки польотів в авіакомпанії (на авіапідприємстві)»

Виконавець: студент групи Колесник Єгор Сергійович

Керівник: Гладкий Юрій Миколаєвич

Нормоконтролер: _____

Київ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _

Кафедра _____

Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма: 27
“Транспорт”, 272 “Авіаційний транспорт”, “Управління авіаційними
транспортними системами та
комплексами”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ 2023р.
« _____ » _____

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи студента

Колесника Єгора Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема роботи:** «Методика оцінки основних характеристик і показників стану безпеки польотів в авіакомпанії (на авіапідприємстві)» затверджена наказом ректора від «» вересня 2023р. № /ст.
- 2. Термін виконання роботи:** з.10.09.2023 р. по.10.12.2023 р.
- 3. Вихідні данні до роботи:** нормативно-правові акти щодо безпекової політики, веб-сайти ІСАО, scopus, збірники Державної авіаційної служби України, щорічні звіти з безпеки польотів.
- 4. Зміст пояснювальної записки:** теоретичні аспекти безпеки в авіації, аналіз світових практик та загальноприйнятих методик визначення основних характеристик та показників безпеки польотів, аргументація збірок методик для оцінки безпеки польотів в авіакомпаніях, висновки до роботи, рекомендації, обгрунтовані дослідженнями.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: у роботі розміщено 7 рисунків, 15 таблиць, 2 діаграми та 2 додатки.

6. Календарний план-графік

<i>№ з/п</i>	<i>Завдання</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Підпис керівника</i>
1.	Аналіз предметної області, формування тез дослідження, вибір основних тез		
2	Збір необхідної інформації за предметною областю дослідження		
3	Проведення дослідження, заданої предметної області		
4	Написання реферату, вступу, висновків та оформлення списку використаних джерел		
5	Підготовка та оформлення першого розділу дипломної роботи		
6	Підготовка та оформлення результатів дослідження		
7	Підготовка доповіді до захисту роботи		
8	Попередній захист роботи		
9	Рецензування і проходження перевірок		
10	Передача дипломної роботи науковому керівнику для написання відгуку		

7. Дата видачі завдання: 2023 р.

Керівник дипломного проекту _____ Юрій Гладкий
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ ЄГОР Колісник.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Методика оцінки основних характеристик і показників стану безпеки польотів в авіакомпанії (на авіапідприємстві)» викладена на 92 сторінках, містить 7 рисунків, 15 таблиць, 2 діаграми, 52 літературно-наукових джерел та 2 додатки.

Об'єкт дослідження: процеси прийняття рішень оцінок характеристик і показників стану безпеки польотів.

Предмет дослідження: теоретико-методичні, практичні та новаторські методики оцінки безпеки польотів.

Мета кваліфікаційної роботи: дослідження регіонального досвіду і світових практик у методиках оцінки основних характеристик і показників стану безпеки польотів в авіакомпаніях, оптимізація та обґрунтування українських і світових механізмів методик прийняття рішень оцінки безпеки польотів.

Методи дослідження: аналіз і синтез світових практик; логіко-семантичне представлення знань; таблично-графічний метод; системно-формалізовані підходи.

Результати дослідження: обґрунтовані рекомендації застосування світових практик і методик оцінки безпеки польотів в українському сегменті авіапідприємств за напрямком інтенсивного відродження і розвитку авіаційної галузі.

Рекомендації щодо використання результатів: матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані для створення документованого стандарту загальноприйнятого комплексу методик оцінки безпеки польотів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ, СТАН БЕЗПЕКИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗПЕКИ, МЕТОДИКИ ОЦІНКИ, СВІТОВІ ПРАКТИКИ, ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР, ЕКІПАЖ, ІКАО.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ В АВІАЦІЇ	13
1.1. Загальні положення.....	13
1.2. Історія розвитку безпеки в авіації	14
1.2.1. Утворення Міжнародної організації цивільної авіації.....	15
1.2.2. Впровадження "чорних скриньок"	16
1.3. Характеристики безпеки в авіації. Показники стану безпеки польотів	17
1.3.1. Стан безпеки і її характеристики.....	18
1.3.2. Людський фактор	24
1.3.3. Визначаюча документація безпеки польотів.	28
1.3.4. Сучасні тенденції та інновації у сфері безпеки на авіапідприємствах	29
1.4. Висновок до 1 розділу	31
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СВІТОВИХ ПРАКТИК ТА ЗАГАЛЬНОПРИЙНЯТИХ МЕТОДИК ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ	33
2.1. Аналіз світових практик та загальноприйнятих методик західного походження	33
2.1.1. Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах.....	33
2.1.2. Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL.....	35
2.1.3. Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації.....	41

2.2. Аналіз світових практик та загальноприйнятих методик східного походження	44
2.2.1. Математично-матрична методика оцінки ризиків	44
2.2.2. Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS	47
2.2.3. Методи аналізу безпеки польотів складних систем	48
2.3. Аналіз практик та загальноприйнятих методик в Україні	50
2.3.1. Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів	50
2.3.2. Методика парних порівнянь	52
2.3.3. Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП	55
2.3.4. Методика оцінки складних багатокритеріальних систем	57
2.4. Висновок до 2 розділу	60
АРГУМЕНТАЦІЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ В АВІАКОМПАНІЇ (НА АВІАПІДПРИЄМСТВІ).....	63
РОЗДІЛ 3 АРГУМЕНТАЦІЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ В АВІАКОМПАНІЇ (НА АВІАПІДПРИЄМСТВІ).....	63
3.1. Визначення постановки завдання.....	63
3.2. Ієрархічна кластеризація всесвітніх практик і методик та України	65
3.3. Висновок до 3 розділу	70
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

АП	Авіаційна подія
АС	Авіаційна система
АТ	Авіаційний транспорт
БП	Безпека польотів
ІЕА	Інструкція з експлуатації аеропорту
ІКАО (ICAO)	Міжнародна організації цивільної авіації (International Civil Aviation Organization)
ІЛІ	Інструкція з льотної експлуатації
КГС	Курсо-глісадна система
ЛНЦА	Ліга націй з цивільної авіації
ПЛІ	Правила льотної експлуатації
ПСА	Правила сертифікації авіакомпаній
ПСП	Правила сертифікації персоналу
УПР	Управління повітряним рухом
АС	Cronbach's alpha (Альфа Кронбаха)
ARMS	Airline Resource Management System (Системи управління ресурсами авіакомпаній)
CVR	Cockpit Voice Recorder (Бортові засоби об'єктивного контролю)
FDR	Flight Data Recorder (Бортовий самописець)
FTLs	Flight Time Limitations (Обмеження часу польоту)
CFA	Confirmatory Factor Analysis (Підтверджувальний факторний аналіз)
CR	Composite Reliability (Композитивна надійність)
AVE	Average Variance Extracted (Виділена середня дисперсія)

SEM	Structural Equation Models (Моделі структурних рівнянь)
SMS	Safe Managment System (Система керування безпекою)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Аналіз режиму відмови та наслідків)

ВСТУП

Безпека польотів є одним з найважливіших аспектів діяльності авіакомпанії (авіапідприємства). Від її забезпечення залежить не тільки життя та здоров'я пасажирів і членів екіпажу, але й репутація авіакомпанії, її фінансовий стан, а також довіра суспільства до авіації в цілому.

Актуальність теми дипломної роботи обумовлена кількома факторами: зростаючими вимогами до безпеки польотів, необхідністю забезпечення стабільності та ефективності систем безпеки, необхідністю порівняння цих систем.

У міру розвитку авіації, вимоги до безпеки польотів постійно зростають, пов'язано з використанням більш складних авіаційних систем, а також з підвищенням вимог до безпеки пасажирів і членів екіпажу.

Система безпеки польотів повинна бути постійно вдосконалена, аби забезпечити найвищі показники ефективності роботи. Для цього необхідно за регулярної основи, проводити оцінку стану безпеки польотів та розробляти заходи щодо її підвищення, оскільки оцінка стану безпеки польотів дозволяє порівнювати її в різних авіапідприємствах та виявляти компанії, які мають найбільшу проблему з безпекою польотів.

Для оцінки стану безпеки польотів в авіакомпанії (на авіапідприємстві) застосовуються різні методики. Вони дозволяють оцінити рівень безпеки польотів, виявити недоліки в системі безпеки та розробити заходи щодо їх усунення.

Людський фактор в авіаційній сфері займає ключове положення у забезпеченні безпеки та ефективності операцій. Перш за все, тренінг та освіта стають невід'ємною частиною професійного розвитку пілотів, екіпажу та персоналу підтримки на землі. Регулярні навчання та тренування

визначаються як важливий елемент утримання високого рівня професійної компетентності.

У контексті технічного стану літаків обов'язковим є проведення регулярних технічних перевірок та обслуговування для виявлення та усунення можливих проблем. Використання сучасних технологій визначається як стратегічний підхід для підвищення систем безпеки та моніторингу стану літаків.

Навігаційна безпека визначається використанням точних та надійних систем навігації для забезпечення правильного маршруту та уникнення колізій. При цьому важливо враховувати метеорологічні умови та, в разі необхідності, вживати заходів для забезпечення безпеки польотів в ускладнених атмосферних умовах.

Безпека аеропортів та земельних служб обумовлюється ефективним контролем доступу та наглядом за територією аеропорту. Мінімізація ризику аварій та зіткнень між літаками та транспортними засобами на землі визначається як пріоритетна задача.

Управління та регулювання в авіаційній сфері включає розробку та використання стандартів безпеки для всіх аспектів авіаційної діяльності.

Основними напрямками розвитку методики оцінки стану безпеки польотів є: розширення сфер застосування цих методик, використання практик покращення точності оцінок та самих методів і їх інтеграція у більш складні автоматизовані системи.

В даний час методики оцінки стану безпеки польотів, зазвичай, застосовується для оцінки безпеки польотів в цілому. Однак для більш ефективного управління системою безпеки польотів необхідна розробка методик оцінки безпеки окремих її елементів, наприклад як технічна безпека, безпека польоту, організаційна безпека та ін.

В даний час для оцінки стану безпеки польотів застосовуються різні методи, такі як статистичний аналіз, експертна оцінка, моделювання тощо.

Для більш об'єктивної та достовірної оцінки необхідно розробити нові методи оцінки, які будуть враховувати всі фактори, що впливають на стан безпеки польотів.

Методики оцінки стану безпеки польотів сьогодення повинні вирішувати питання легкої інтегрованості у інші системи управління, неважливо чи це система управління якістю, система управління ризиками, чи будь-яка інша. Такий підхід дозволить забезпечити більш ефективне управління безпекою польотів.

Важливо зазначити, що одним із головних аспектів є також підпорядкування діяльності авіаційної індустрії законам та вимогам відповідних регулюючих органів.

Кризове управління та реагування розглядаються через призму планування та навчань для екіпажу та служб безпеки з метою готовності до екстрених ситуацій. Використання систем попередження та реагування визначається як необхідний елемент для оперативного реагування на кризові ситуації.

Метою даної роботи є безпосереднє дослідження регіонального досвіду і світових практик у методиках оцінки основних характеристик і показників стану безпеки польотів в авіакомпаніях, оптимізація та обґрунтування українських і світових механізмів методик прийняття рішень оцінки безпеки польотів .

Ідеєю роботи вважатимемо впровадження новітніх світових практик у сферу авіаційної оцінки безпеки.

Об'єктом дослідження виступають процеси прийняття рішень оцінок характеристик і показників стану безпеки польотів..

Предмет дослідження - теоретико-методичні, практичні та новаторські методики оцінки безпеки польотів.

В даній роботі, будуть використовуватись такі методи дослідження як аналіз і синтез світових практик, логіко-семантичне представлення знань, таблично-графічний метод відображення та системно-формалізовані підходи.

До результатів роботи пропонуються обґрунтовані рекомендації застосування світових практик і методик оцінки безпеки польотів в українському сегменті авіапідприємств за напрямком інтенсивного відродження і розвитку авіаційної галузі.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ В АВІАЦІЇ

1.1. Загальні положення

Авіаційна безпека - захист авіації від актів незаконного втручання, який забезпечується комплексом заходів із залученням людських і матеріальних ресурсів.[1]

За визначеннями енциклопедії сучасної України, людські ресурси - сукупність людей з їхніми фізичними і розумовими здібностями та відповідним трудовим потенціалом (як фактор економічного розвитку), в той час як матеріальні ресурси - складова частина економічних ресурсів (у матеріально-речовій формі), які використовують для досягнення конкретних економічних цілей.

Акти незаконного втручання у питанні авіаційної безпеки у зв'язку з подіями сьогодення є понад важливим питанням, оскільки недбале відношення може призвести до масових людських жертв, руйнувань інфраструктури будь-якого типу, екологічних катастроф, з завданням шкоди життєво важливим, стратегічним та особливо небезпечним об'єктам, вивести їх з ладу або понизити працездатність, не кажучи про виклики паніки серед населення, завдання значних матеріальних збитків, і підриву довіри населення до авіатранспорту загалом.

Бортовий самописець також бортовий реєстратор або неформально: «чорна скринька» — пристрій, що використовується в авіації для запису основних параметрів польоту, внутрішніх показників систем літака, переговорів екіпажу тощо.

Кафедра				НАУ			
Виконавець	Колісник Є.С.			ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКИ В АВІАЦІЇ	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Гладкий Ю.М.					13	20
Консультант							
Н.Контроль							

Інформація з «чорних скриньок» зазвичай використовується для з'ясування причин аварій, щоб уникнути їхнього повторення в майбутньому.[7]

Перевага у повітрі - вирішальна перевага над противником військової авіації однієї з воюючих сторін у повітряному просторі на театрі воєнних дій або на важливому напрямку.

Факторні навантаження - коефіцієнти кореляції кожної із аналізованих змінних із кожним з виділених факторів.

Альфа Кронбаха - коефіцієнт надійності тесту з одноразовим застосуванням.

Конвергентна валідність - висновок про подібність одного методу від іншого.

Дискримінантна валідність - висновок про відмінність одного методу від іншого.

1.2. Історія розвитку безпеки в авіації

Починаючи з часів перших конструкторських рішень, спроб «польотів» і фактичних транспортувань людини у повітрі, над питанням безпеки польотів турбувалася незначна частина заінтересованих осіб: «В той час це зайняття сприймалося як забава окремих ентузіастів. Але згодом, з якогось курйозу, воно перетворилося на те надзвичайно важливе технічне та соціальне явище, яким незабаром стало.»[5]

Розвиток безпеки в авіації є захопливою та постійно еволюційною ланкою, що бере свій початок, так би мовити, від початку ери авіації. Поступово, у важких умовах перших етапів авіаційної історії стало очевидним, що необхідні ефективні заходи для запобігання аваріям та забезпечення безпеки пасажирів і особливо екіпажу.

У міжвоєнні роки, авіаційну безпеку як питання транспорту, розглядали у вигляді допоміжних понять і більша увага приділялася у галузі військової

авіації після сесії конференцій зі скорочення та обмеження озброєнь 1932-1934 років. [8]. Питання безпеки почало набувати популярність через зміну вектору військової доктрини: від нарощування військової кількісної ударної потужності, до поліпшення «сталеві шкіри» - живучості та витривалості.

На початку 1970-х років був помітний підвищено-значний прогрес у питаннях технічної сфери, що призвело до використання реактивних двигунів у ПС, систем радарів (бортових, та земельних, як приклад - КГС), автопілотів, систем командного пілотажу і їх автоматизації, вдосконалених засобів навігації та зв'язку бортів та командних центрів, а також інших технічних засобів і рішень, що значно покращили технічні характеристики як у повітрі, так і на землі. Цей період прогресу у розвитку автоматизованих систем, відзначив початок акценту на безпеці польотів, і зсунувся від технічних аспектів на аспекти людської діяльності, що призвело до утворень таких напрямків керівного складу як:

- Оптимізація роботи екіпажу (ОРЕ);
- Льотна підготовка;
- Правила польотів за приладами;
- Автоматизації інших впливів, пов'язаних з діяльністю людини.

1.2.1. Утворення Міжнародної організації цивільної авіації

Утворення Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) в 1944 році визначило новий етап у питаннях врегулювання безпеки і її аспектів на міжнародному рівні. Ця організація стала ключовим джерелом стандартів та правил безпеки для всіх країн-членів. Міжнародна організація цивільної авіації була створена з метою розвитку та координації міжнародних стандартів у галузі цивільної авіації. Її заснування відбулося 7 грудня 1944 року під час Міжнародної конференції з цивільної авіації в Чикаго.[6]

До утворення ІКАО, звісно, існувала Ліга націй з цивільної авіації (ЛНЦА), але через події, пов'язані з Другою світовою війною, виникла потреба

в новому міжнародному органі, для вирішення питань, пов'язаних з безпекою і розвитком цивільної авіації на новому етапі.

ІКАО визначає стандарти та рекомендації з питань безпеки, навігації, екології, ефективності та інших аспектів цивільної авіації. Такі стандарти розробляються у співпраці з представниками різних країн і враховують міжнародні потреби та особливості авіаційної індустрії. Також, ІКАО надає забезпечення механізмам врегулювання конфліктів та розробки положень з питань, що стосуються цивільної авіації на глобальному рівні.

1.2.2. Впровадження "чорних скриньок"

Впровадження бортових самописців, або ж, як їх ще називають – "чорних скриньок" (Flight Data Recorder та Cockpit Voice Recorder) у 1950-60-х роках виявилось важливим кроком для збору даних, необхідних для розслідування аварій. Окрім того, багато країн створили свої власні національні органи безпеки, відповідальні за нагляд за безпекою авіаційної діяльності на внутрішньому рівні.

Разом із тим, технологічні інновації, такі як автоматизовані системи управління польотом, виконують ключову роль у підвищенні безпеки польотів. Всебічна демпферизації міжнародних стандартів безпеки, навчання пілотів та технічного персоналу, надають додаткової впевненості в надійності авіаційної системи.

Завдяки цьому неперервному процесу покращення, авіаційна індустрія продовжує підтримувати високі стандарти безпеки як національно, так і міжнародно, впевнено крокуючи у майбутнє безпечною та забезпеченою авіаційною системою.

1.3. Характеристики безпеки в авіації. Показники стану безпеки польотів

Під безпекою в авіації, зазвичай, приймають до уваги – безпеку польотів. Безпека польотів – стан авіаційної системи, за якого ризик заподіяння шкоди чи ушкодження особам або майну не перевищує прийнятний рівень та підтримується на цьому або більш низькому рівні шляхом безперервного процесу виявлення джерел небезпеки, їх усунення та контролю за факторами ризику. [10]; це технічний стан захищеності авіаційної системи (АС) від негативного впливу різносторонніх чинників (як хаотичний, (як приклад – стихійні лиха, зміни погодних умов і т.п.), так і навмисний – людський (починаючи з наслідків некомпетентності спеціалістів, закінчуючи промисловим шпигунством, актами військових дій диверсійного характеру), який відображає можливий рівень аварійності у АС і стан безпеки польотів авіаційного транспорту (АТ).

Теоретичний підхід, що сьогодні використовується в системах безпеки польотів (БП) цивільної та військової авіації, був запропонований у середині минулого століття, і можливості такого підходу себе практично вичерпали. [11]

В умовах сьогодення, сучасних векторів розвитку авіації та подіях, що відбуваються вже другий рік, питання забезпечення безпеки авіації є понад актуальним, оскільки від забезпечення безпеки АС, наряду залежить і кількісні показники одиниць техніки, і питання «переваги у повітрі», і питання швидкості завершення активних дій, що експоненційно буде відображати показники пасажиропотоку, розвитку новітніх технологій у авіаційній галузі та відродженню держави як провідної у сфері авіації.

1.3.1. Стан безпеки і її характеристики

Транспорт є однією з базових системостворчих галузей матеріального виробництва, що забезпечує потреби громадського виробництва та населення у перевезеннях. [19] Тому, стан безпеки польотів вимірюється класифікованими показниками. На рис.1.1. подано візуальне представлення даних класифікації. Розберемо детальніше їх (див. рис.1.1.).

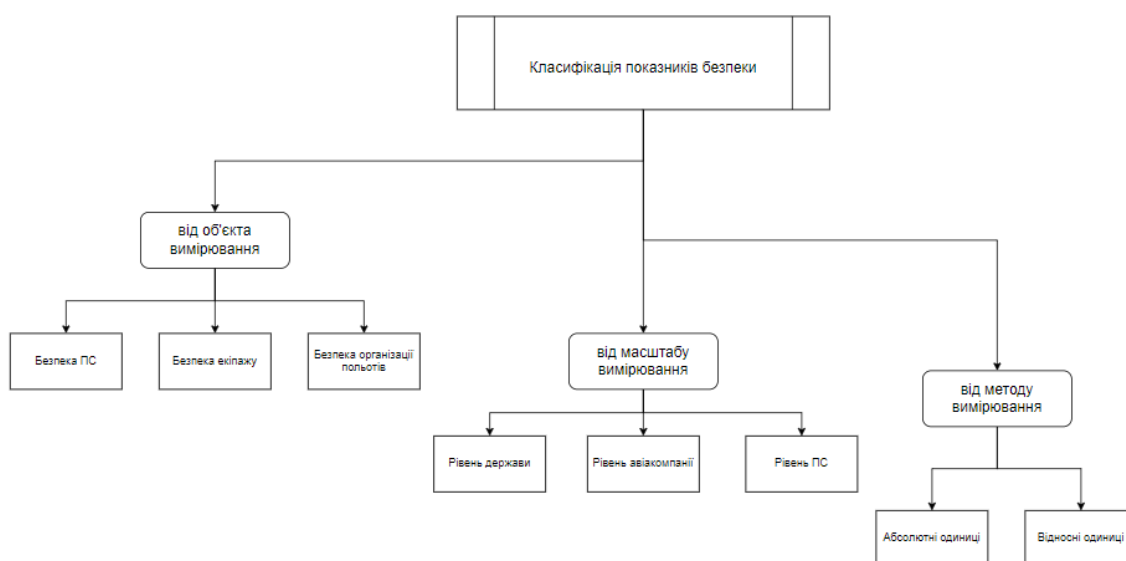


Рис.1.1. Класифікація показників безпеки

Показники стану безпеки польотів, зазвичай, класифікують за такими ознаками як:

- Залежно від об'єкта вимірювання:
 - Показники, що характеризують безпеку повітряних суден (ПС);
 - Показники, що характеризують безпеку персоналу;
 - Показники, що характеризують безпеку організації польотів.
- Залежно від масштабу вимірювання:
 - Показники, що характеризують безпеку польотів на рівні держави;

– Показники, що характеризують безпеку польотів на рівні авіакомпанії;

– Показники, що характеризують безпеку польотів на рівні конкретного ПС.

•Залежно від методу вимірювання:

– Показники, що вимірюються в абсолютних одиницях (кількість подій, кількість загиблих і травмованих);

– Показники, що вимірюються в відносних одиницях (наприклад, кількість подій на сто тисяч годин нальоту).

До основних показників стану безпеки польотів відносяться (див.рис.1.2.):

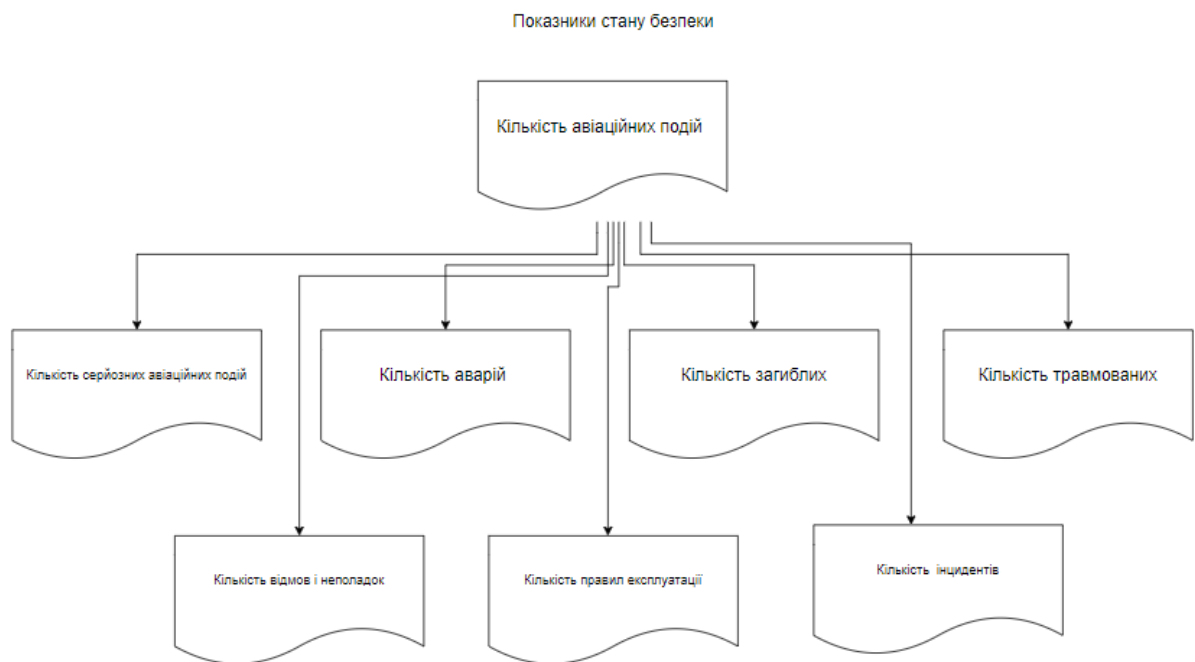


Рис.1.2. Показники стану безпеки

1. Кількість авіаційних подій - це загальна кількість авіаційних подій, що сталися за певний період часу; цей показник є найбільш загальним показником стану безпеки польотів. Він дозволяє експертам виконати оцінку загального рівня аварійності;

2. Кількість серйозних авіаційних подій - кількість авіаційних подій, що призвели до загибелі або травмування пасажирів, екіпажів або інших осіб, або до серйозного пошкодження ПС. Це є більш інформативним показником, ніж кількість авіаційних подій, що дозволяє оцінити рівень серйозності авіаційних подій;

3. Кількість аварій - кількість авіаційних подій, що призвели до загибелі пасажирів або екіпажів - найбільш важливий показник стану безпеки польотів;

4. Кількість загиблих в авіаційних подіях - це кількість осіб, які загинули в результаті авіаційних подій;

5. Кількість травмованих в авіаційних подіях - кількість осіб, які отримали травми в результаті авіаційних подій.

Два останніх показника є показниками, що характеризують наслідки авіаційних подій.

Крім загальних показників, що масово використовуються, існує ряд додаткових показників стану безпеки польотів, до яких відносяться:

1. Кількість відмов і неполадок ПС – кількісна характеристика відмов і неполадок ПС, що сталися за певний період часу;

2. Кількість порушень правил експлуатації ПС - кількісна характеристика порушень правил експлуатації ПС, що були виявлені за певний період часу;

3. Кількість інцидентів з безпеки польотів - кількісна характеристика інцидентів з безпеки польотів, що сталися за певний період часу.

Аналіз стану безпеки польотів є важливим етапом у забезпеченні безпеки авіації. Він дозволяє фахівцям досконало виявляти фактори, що впливають на безпеку польотів, і допомагає у розробці заходів, щодо їх усунення.

Аналіз стану безпеки польотів проводиться за такими основними напрямками (див. рис.1.3.) [21]:



Рис.1.3. Напрямки аналізу стану безпеки

- Аналіз авіаційних подій – дослідження причин і обставин авіаційних подій, який виявляє основні фактори, що призвели до подій і плану їх усунення;

- Аналіз інцидентів з безпеки польотів - аналіз причин і обставин інцидентів з безпеки польотів, що дозволяє виявити потенційні фактори, які можуть призвести до авіаційних подій і заходи щодо їх усунення;

- Аналіз даних про експлуатацію ПС - аналіз даних про відмови і несправності ПС, порушеннях правил експлуатації ПС, а також про інші фактори, що можуть впливати на безпеку польотів - дозволяє виявити тенденції в розвитку безпеки польотів і розробити заходи щодо її підвищення;

Також, за масштабованістю, виділяють 3 рівні аналізу стану безпеки (див. рис.1.4.).

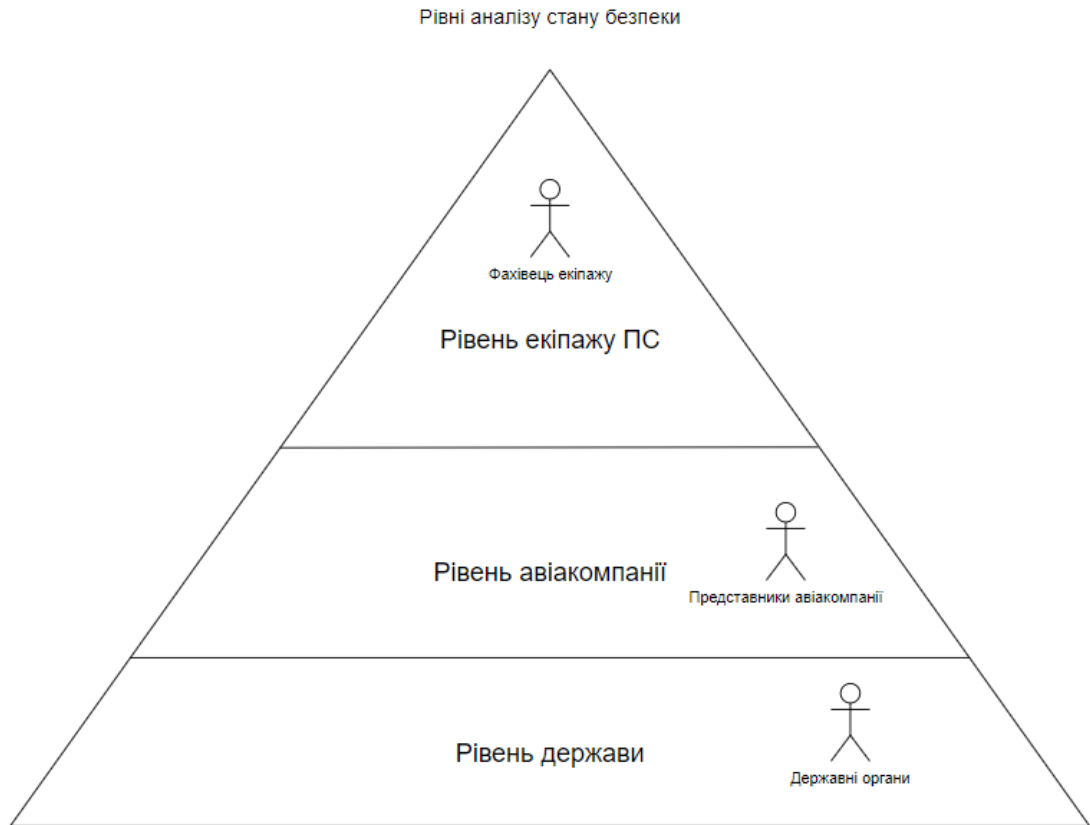


Рис.1.4. Рівні аналізу стану безпеки

Аналіз стану безпеки польотів проводиться на різних рівнях:

- На рівні держави - аналіз стану безпеки польотів проводиться державними органами, що відповідають за авіацію;
- На рівні авіакомпанії - аналіз стану безпеки польотів проводиться авіакомпаніями за контролем державних органів;
- На рівні конкретного ПС - аналіз стану безпеки польотів проводиться безпосередньо екіпажем ПС, за моніторингом авіакомпаній.

Характеристики безпеки в авіації, зазвичай, включають в себе різноманітні аспекти, які оцінюють стан придатності повітряного транспорту, бортових систем та систем підтримки, а також комплексно безпеку польотів. Наведені класифікації є уніфікованими і повноцінно характеризують аналітику.

Алгоритм процесу оцінки безпеки

Безпека залежить від ряду факторів, включаючи розробку, поведінку екіпажу літака та технічне обслуговування, експлуатаційні ефекти, якість деталей, модифікації, атмосферу та «виснаженість» літака.

Оцінку безпеки польотів, зазвичай, композують у такому вигляді (див. рис.1.4.) і вона складається з п'яти кроків:

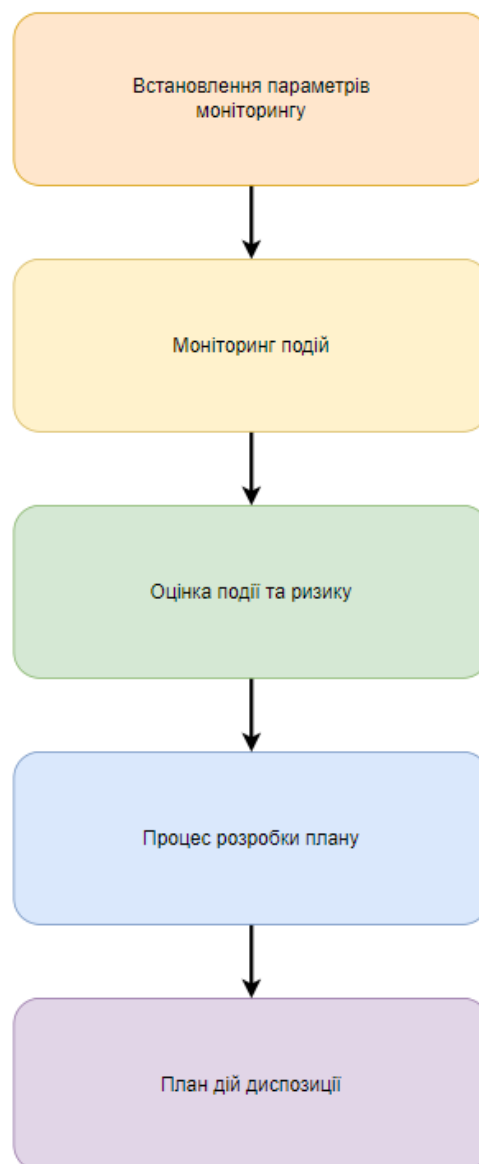


Рис.1.4. Алгоритм процесу оцінки безпеки польотів

Встановлення параметрів моніторингу починається з визначення основних принципів безпеки компанії, пріоритетів і цілей. Цей процес також визначає параметри для моніторингу та їхні значення.

Моніторинг подій – безперервний процес пошуку подій, що викликають нормову девіацію. Такий моніторинг базується на параметрах моніторингу, встановлених на попередньому кроці.

Оцінка події та ризиків – процес, який ініціюється при виявленні події, який включає оцінку подій, достатню для визначення того, чи справді подія викликає девіацію. Оцінка події та ризиків також включає попереднє визначення ризику для використання при визначеності пріоритетів початкової розширеної оцінки та розробки плану дій. Більш детальна та всебічна оцінка ризику може бути проведена на основі серйозності події та початкової оцінки ризику.

Процес розробки плану передбачає виправлення або вдосконалення існуючих параметрів характеристик (як приклад – зміни інструкції для експлуатації, технічне обслуговування або процедури навчання). План дій може не знадобитися, якщо визначено, що подія є достатньо типовою.

Під планом дій диспозиції приймається до уваги оцінка і/або реалізація плану дій, що може включати визначення виконання дії, а також визначення пріоритетів та планування. Після завершення дії або прийняття рішення не виконувати дію, процес повертається до нормального стану моніторингу подій, тобто у базовий стан. У деяких випадках перегляд або оновлення параметрів монітора може статися в результаті події або виконаної дії.

1.3.2. Людський фактор

Основною причиною більшості авіаційних подій (АП) є так званий «людський фактор», пов'язаний з порушеннями в організації польотів, недисциплінованістю та недостатньою професійною підготовкою авіаційного персоналу, проте, крім людського фактору є безліч показників.[13]

Людський фактор у загальному визначається як сукупність основних соціальних якостей людини, які історично склалися в суспільстві.[22] Під людським фактором у авіації розуміють сукупність факторів, пов'язаних з діяльністю людини в авіаційній системі, що впливають на безпеку польотів.

Виділимо такі впливові фактори [23]:

- Особисті якості людини;
- Організаційні фактори;
- Технологічні фактори.

Одним із найважливіших факторів, що впливають на безпеку польотів, є особисті якості людини. Для досконалого виконання місій, екіпаж (пілоти, бортпровідники та ін.) повинні мати високий рівень фізичного та психічного здоров'я, мати високий рівень відповідальності та дисциплінованості (так звана «культура Безпеки польотів» [12]

Однак, навіть у професіоналів найвищої кваліфікації, трапляються проступки та помилки у робочій сфері. Для кращого розуміння, розглянемо діаграму вена «культури безпеки польотів» (див.рис.1.5).

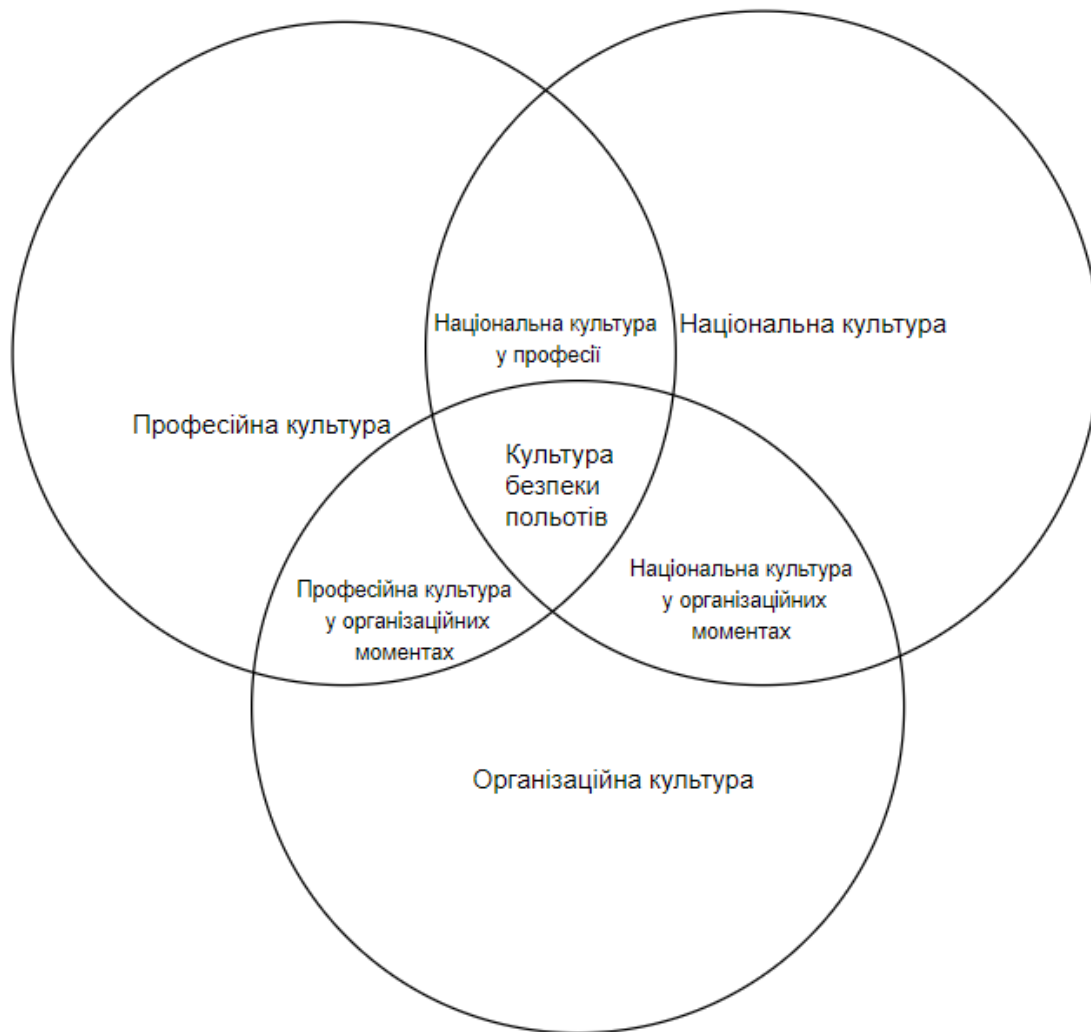


Рис.1.5. Діаграма Вена культури безпеки польотів

Організаційна культура авіаційного колективу включає в себе набір правил, які визначені в офіційних документах щодо організації та забезпечення польотів (тут, в Україні). Ці норми також відображають принципи, які є невід’ємною складовою повсякденної діяльності АС і відображаються в діях всього виконавчо-допоміжного персоналу, який виконує та забезпечує польоти. В масштабі державної авіації, це може включати безпосередньо базові принципи, які регулюють організацію та забезпечення польотів з урахуванням потреби в виконанні бойових та спеціальних завдань.

Національна культура визначає особливості різних націй, їхні пріоритети та цінності, які впливають на ставлення авіаційного персоналу до виконання обов'язків і, відповідно, на ефективність забезпечення безпеки польотів.

Професійна культура враховує особливості норм поведінки всередині підрозділів авіаційного колективу. Кожен підрозділ має свої унікальні особливості поведінки, що виникають внаслідок професійного відбору осіб, їхньої освіти та підготовки, характеру виконання професійних завдань та взаємодії з колегами та попередниками.

Культура надання інформації про події або процеси, що можуть загрожувати безпеці польотів, полягає в створенні ефективної системи інформування керівництва авіаційних підрозділів про існуючі та потенційні ризики з метою підвищення безпеки польотів. На рівні культури безпеки польотів загалом, є пряма залежність з глибиною прийняття відповідальності авіаційним персоналом за ризики, пов'язані з діяльністю авіаційної системи. Така складова культури безпеки напряму залежить від організаційної, професійної та національної культур разом і виступає одним з основних критеріїв оцінки ефективності системи забезпечення безпеки польотів. Успіх системи інформування залежить від безперервності й відкритості потоку інформації.

Організаційні фактори також можуть призвести до зниження безпеки польотів. Через недосконалість систем управління (за умови не ідеальності) може призвести до помилок у прийнятті рішень.

Окремо скажемо про недостатню підготовку персоналу. Недостатня підготовка, може призвести до невідповідності виконання вимог безпеки. Стресові ситуації, пов'язані з роботою в авіації, пропорційно можуть підвищити ризик виникнення помилок. Технологічні фактори, безпосередньо, можуть бути причиною авіаційних інцидентів. Недосконалість засобів навігації, зв'язку, управління літаком може призвести до аварійних ситуацій.

1.3.3. Визначаюча документація безпеки польотів.

Базисними документами для авіації є документація, обумовлена під час Чиказької конвенції. Ці документи є основоположеннями, які визначають механізм стандартизації підвищенню показників авіаційної діяльності - пріоритетно безпеку польотів. Найголовнішою рисою конвенції виступає наголошення на уніфікації стандартів у питаннях авіації. У межах Чиказької конвенції, було розроблено інноваційну систему, згідно якої, міжнародні стандарти можуть бути прийняті Радою ІКАО та застосовуватися до всіх держав-членів, якщо ті, не повідомили заздалегідь представників ІКАО про свої наміри відхилитися від встановлених порядків.

Серед ключових документів, що визначають авіаційну діяльність і є основоположними для безпеки польотів, є:

- Конвенція про міжнародну цивільну авіацію (Чикаго, 1944) - міжнародна угода, яка встановлює основи міжнародного співробітництва в галузі цивільної авіації, що містить вимоги до безпеки польотів, включаючи правила сертифікації літаків, авіакомпаній і персоналу;
- Інструкція з льотної експлуатації (ІЛІ) [24] - нормативний документ, який визначає правила і процедури льоту для конкретного типу літака, розроблений виробником літака і затверджений органом сертифікації;
- Правила льотної експлуатації (ПЛІ) [26] - нормативний документ, який визначає загальні правила і процедури льоту для всіх типів літаків, розроблений і затверджений органами влади;
- Інструкція з експлуатації аеропорту (ІЕА) [27] - нормативний документ, який визначає правила і процедури експлуатації аеропорту, що також розробляється і затверджується органом влади;
- Правила сертифікації авіакомпаній (ПСА) [28] - нормативний документ, який визначає вимоги до сертифікації авіакомпаній, розроблений і затверджений також органами влади;

– Правила сертифікації персоналу (ПСП) [29] - нормативний документ, який визначає вимоги до сертифікації авіаційного персоналу, розроблений і затверджений також органами влади.

Перелічений список документації є обов'язковим для виконання усіх фахівців у сфері авіації. Цей список забезпечує єдиний підхід - стандартність до забезпечення безпеки польотів і сприяє поліпшенню безпеки авіації в цілому.

1.3.4. Сучасні тенденції та інновації у сфері безпеки на авіапідприємствах

Сучасні тенденції та інновації у галузі безпеки на авіапідприємствах впроваджують новітні стандарти та стратегії з різнобічних напрямків, спрямованих на посилення безпеки польотів та гарантування захисту пасажирів та екіпажів. Цей постійний пошук передових рішень є необхідним у зв'язку із зростанням потоків пасажирів та стрімким технологічним розвитком авіаційної галузі.

Однією з провідних тенденцій, в даному контексті, є активне впровадження передових технологій у сфері безпеки. Застосування штучного інтелекту та систем машинного навчання стає вирішальним для аналізу великої кількості даних, яку людині не доцільно виконувати у області її можливостей і часового фактору, що дозволяє виявляти потенційні загрози та ризики на етапі їх виникнення.

Технологія автоматизації може допомогти також знизити ризики кібератак, автоматично виявляючи загрози та реагуючи на них. Автоматизовані системи можуть відстежувати підозрілу активність мереж і вживати відповідних заходів для захисту критично важливих систем. Автоматизація також може допомогти виявити та реагувати на спроби несанкціонованого доступу, забезпечуючи доступ до конфіденційних даних лише авторизованому персоналу. Автоматизовані системи моніторингу в

режимі реального часу надають можливість оперативно реагувати на небезпеку та забезпечувати високий ступінь безпеки. [31]

Значною інноваційною складовою стає використання беспілотних літальних апаратів (БПЛА) для виконання завдань, пов'язаних із забезпеченням безпеки. Вони можуть використовуватися для моніторингу важливих територій, виявлення можливих загроз та надання допомоги в ситуаціях, що вимагають негайних заходів.[32]

Постійна оптимізація систем автоматизації та вдосконалення безпекових протоколів стають необхідними аспектами інновацій в авіаційній безпеці.

Основні інновації у розвитку безпеки на авіапідприємствах включають застосування інтеграцій систем безпеки з віртуальною та доповненою реальністю, БПЛА або ж дронами та 3D-друку. Це дозволяє поліпшити процеси контролю безпеки, підвищити їх точність і ефективність, а також отримувати нові дані для аналізу.

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику авіакомпаній регіонів України та Європи з використанням тенденцій та інновацій у напрямлені безпеки польотів.

Табл. 1.1

Тенденції та інновації безпеки польотів, впроваджені в регіоні Україна

Інновація	МАУ	SkyUp Airlines	Bees Airline	Windrose
Штучний інтелект та системи машинного навчання	Так	Так	Ні	Так
Технологія автоматизації	Так	Так	Так	Так
Використання БПЛА	Так	Так	Так	Так
Використання віртуального пілоту	Ні	Так	Ні	Ні
Вдосконалення безпекових протоколів	Так	Так	Так	Так
Системний аналіз великих даних	Так	Ні	Так	Так
Інтеграція систем безпеки з віртуальною та доповненою реальністю	Так	Так	Так	Так
3D-друк	Так	Так	Так	Ні

Тенденції та інновації безпеки польотів, впроваджені в регіоні Європа

Інновація	LOT Polish Airlines	Ryanair	Lufthansa	Air France	British Airways	Turkish Airlines
Штучний інтелект та системи машинного навчання	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Технологія автоматизації	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Використання БПЛА	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Використання віртуального пілота	Так	Так	Так	Так	Ні	Ні
Вдосконалення безпекових протоколів	Так	Так	Ні	Так	Так	Так
Системний аналіз великих даних	Так	Так	Так	Так	Так	Ні
Інтеграція систем безпеки з віртуальною та доповненою реальністю	Так	Так	Так	Так	Так	Так
3D-друк	Ні	Так	Ні	Так	Так	Ні

1.4. Висновок до 1 розділу

У цьому розділі дипломної роботи, було проведено огляд історичного розвитку питань безпеки в авіації. Розглянуто ключові події, які вплинули на формування систем безпеки польотів, враховуючи етапи розвитку авіації та її основні виклики. Особлива увага буде приділена тим періодам, коли відбулися значущі зміни у підходах до забезпечення безпеки в авіаційній сфері.

Були описані основні характеристики, які класифіковано визначаються у безпеку в авіації. Розглянуто питання надійності, безпеки польотів та інші ключові аспекти. Визначено основні критерії, за якими можна оцінювати ефективність систем безпеки в авіаційній галузі, описано основну документацію стосовно безпеки польотів. Розглянуто кількісні та якісні показники, їхню важливість та взаємозв'язок.

Проведено огляд сучасних тенденцій у сфері безпеки польотів. Описані новітні технології, методи та стратегії, які використовуються для покращення безпеки в авіаційній діяльності. Детально розглянуто впровадження автоматизованих систем, використання штучного інтелекту та інші інновації, спрямовані на запобігання авіаційним подіям.

В умовах сьогодення, сучасних векторів розвитку авіації та подіях, що відбуваються вже другий рік, питання забезпечення безпеки авіації є понад актуальним, оскільки від забезпечення безпеки АС, напряду залежить і кількісні показники одиниць техніки, і питання «переваги у повітрі», і питання швидкості завершення активних дій, що експоненційно буде відображати показники пасажиропотоку, розвитку новітніх технологій у авіаційній галузі та відродженню держави як провідної у сфері авіації.

Оцінка безпеки авіації є важливою складовою управління безпекою польотів. Вона дозволяє оцінити поточний стан безпеки і розробити заходи щодо її підвищення.

Аналіз стану безпеки польотів є важливим етапом у забезпеченні безпеки авіації. Він дозволяє фахівцям досконало виявляти фактори, що впливають на безпеку польотів, і допомагає у розробці заходів, щодо їх усунення.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СВІТОВИХ ПРАКТИК ТА ЗАГАЛЬНОПРИЙНЯТИХ МЕТОДИК ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

2.1. Аналіз світових практик та загальноприйнятих методик західного походження

2.1.1. Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах

Під авіаційним терміналом, тут, будемо вважати будь-який цифровий пристрій АСУ: в даному випадку, доречно вважати підсистеми обробки та передачі інформації, а також засоби для комунікації, реактивного реагування та збереження цілісності даних.

Karin Bernsmed, Guillaume Bour, Martin Lundgren, Erik Bergström у своїй статті «An evaluation of practitioners' perceptions of a security risk assessment methodology in air traffic management projects» проводили дослідження використання методик стандарту кібербезпеки і кібергігієни.[33]

Метою їх дослідження було дізнатися практичні наслідки і уроки, отримані під час вивчення того, як підходи до управління ризиками кібербезпеки терміналів(такі як SecRAM), були реалізовані на практиці.

Дослідження було проведено за допомогою якісного методу дослідження, заснованого на напівструктурованих інтерв'ю. Загалом восени 2019 року було проведено 21 глибоке інтерв'ю з фахівцями, практикуючими дані методики, які були залучені до реалізації SecRAM у своїх проектах.

Кафедра				НАУ			
Виконавець	Колісник Є.С.			АНАЛІЗ СВІТОВИХ ПРАКТИК ТА ЗАГАЛЬНОПРИЙНЯТИХ МЕТОДИК ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кулик М.С.					33	30
Консультант							
Н.Контроль	.						

Експертна група була обрана на основі їхньої високої компетенції в галузі кібербезпеки терміналів та їхнього досвіду роботи з SecRAM. Інтерв'ю були записані та транскрибовані для подальшого аналізу.

Аналіз даних інтерв'ю виявив чотири ключові теми, які впливають на практичне застосування SecRAM:

- Усвідомлення ризиків кібербезпеки;
- Складність методології;
- Взаємодія між учасниками проекту;
- Можливі обмеження методології.

Перша ключова тема стосується усвідомлення ризиків кібербезпеки у проектах терміналів. Фахівці експертної групи зазначили, що SecRAM може бути корисним інструментом для підвищення кібербезпеки.

Друга тема стосується складності методології SecRAM - SecRAM може бути складним у використанні, особливо для фахівців, які не мають практичного глибинного досвіду роботи з оцінкою ризиків.

Третім ключем було відзначено взаємодію між учасниками проекту, тобто важливим є тісна співпраця між усіма учасниками проекту, щоб забезпечити ефективне використання SecRAM.

Четверта тема стосується можливих обмежень методології SecRAM. SecRAM може бути обмеженим у своєму застосуванні, оскільки він не враховує всі можливі ризики. Вони також зазначили, що важливо, щоб спеціалісти, які будуть безпосередньо використовувати дану методику, були готові адаптувати цей підхід, відповідно до конкретних потреб.

Дослідження показало, що SecRAM може бути корисним інструментом для управління оцінки ризиками кібербезпеки, навіть у авіаційній галузі.

2.1.2. Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL

У дослідженнях оцінки обмежень польотного часу, автори дослідження M. Efthymiou, S. Whiston, J. F. O'Connell, G. D. Brown, оцінили вплив змін, внесених до обмежень польотного часу (FTL), на загальну втому працівників та втому від роботи серед льотного екіпажу в Європі. Каталізатором до тематики проведення цих досліджень, були інтенсивні дослідження з причин поточних провалів у виконанні авіамісій, її факторів, включаючи ризики втоми, утримання пілотів в компаніях, людського фактору, проблематик планування, ризиків перевантаження та наслідків для міжнародних авіакомпаній. [34-42]

Втома є явною проблемою для європейських екіпажів. Як засіб боротьби з втомою у промисловому масштабі, було висунуто низку профілактичних стратегій, однією з яких є встановлений підхід шляхом обмеження годин і періодів відпочинку, протягом яких екіпаж може працювати. Була висловлена низка критики, посилаючись на різні тлумачення та відсутність вказівок щодо правильного впровадження, що також підтверджено результатами дослідження.[43]

Дані дослідження приймали до мети перевірити ставлення європейського екіпажу до втоми та визначити фактори, пов'язані з ризиком втоми під час роботи. Основні висновки дослідження включають такі твердження:

Втома є поширеною проблемою для європейського екіпажу. Більше 80% опитуваних фахівців заявили, що працювали втомленими, 73,2% опитуваних повідомили, що не повідомляли своїй авіакомпанії про втому, при цьому 26,8% повідомили, що не могли повідомити про втому. Це може бути пов'язано з низкою факторів, включаючи культуру безпеки в авіакомпанії, занепокоєння з приводу репресій і побоювання, що це може негативно вплинути на кар'єру пілота і безпосередньо людський фактор.

Зміни в обмеженнях польотного часу (FTL) були введені з метою зменшення впливу втоми на безпеку, проте не були сприйняті екіпажами позитивно. Більшість фахівців зійшлися до думки, що зміни не були ефективними для зменшення ризику втоми.

Дослідники проводили опитування експертної групи, розміром у 800 членів екіпажу і надали результати досліджень. Для кращого розуміння результатів дослідження, на основі шкал знань про втому та культури справедливості/безпеки, сформуємо графіки результатів опитування (див. рис.2.1. – рис.2.5).



Рис.2.1. Графік результатів опитування експертної групи

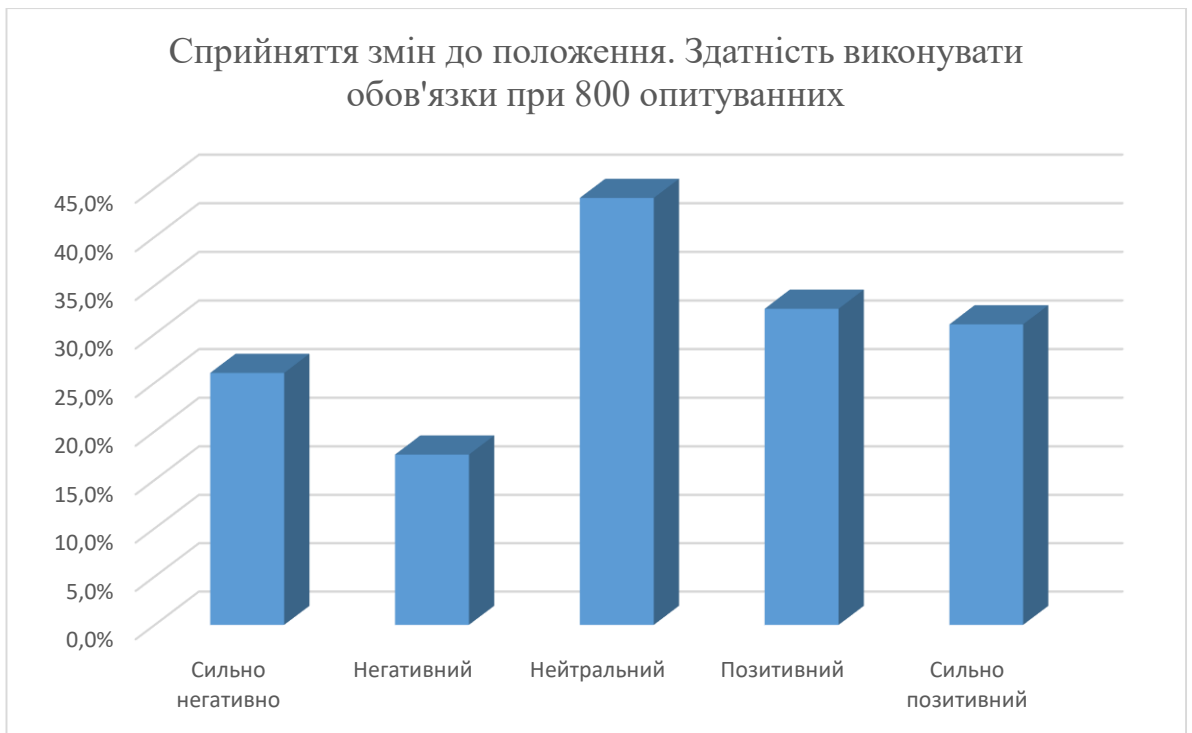


Рис.2.2. Графік результатів опитування експертної групи

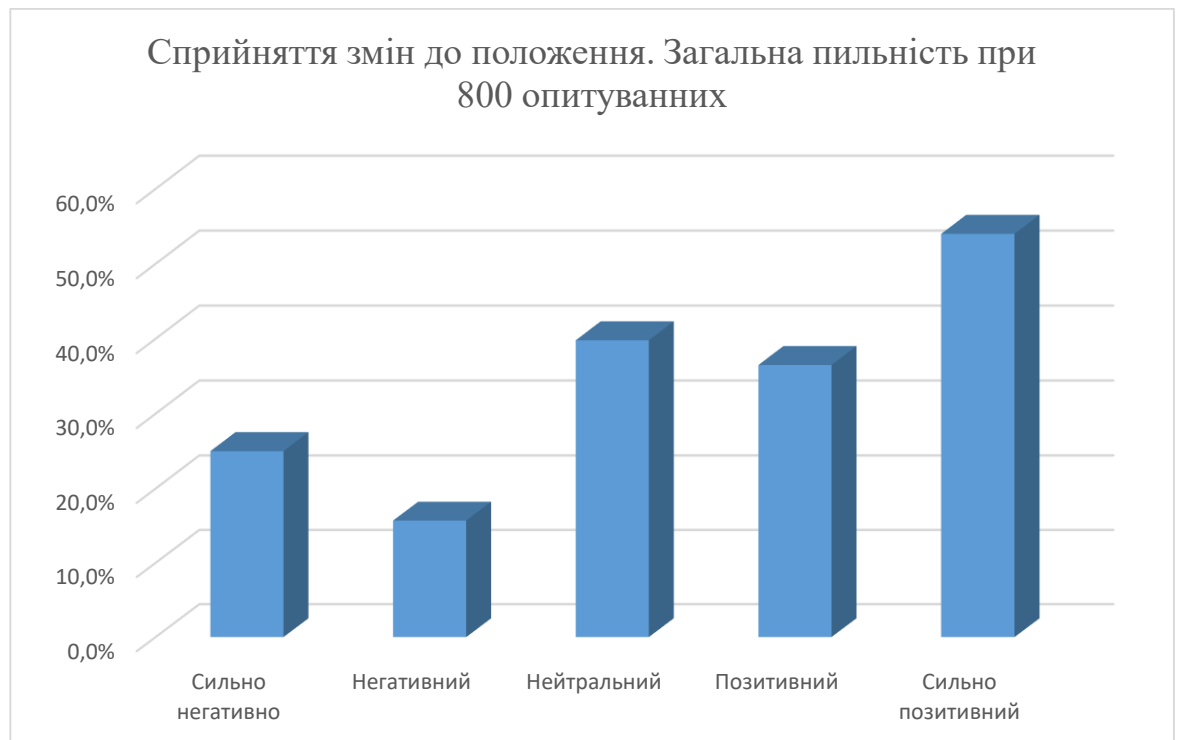


Рис.2.3. Графік результатів опитування експертної групи

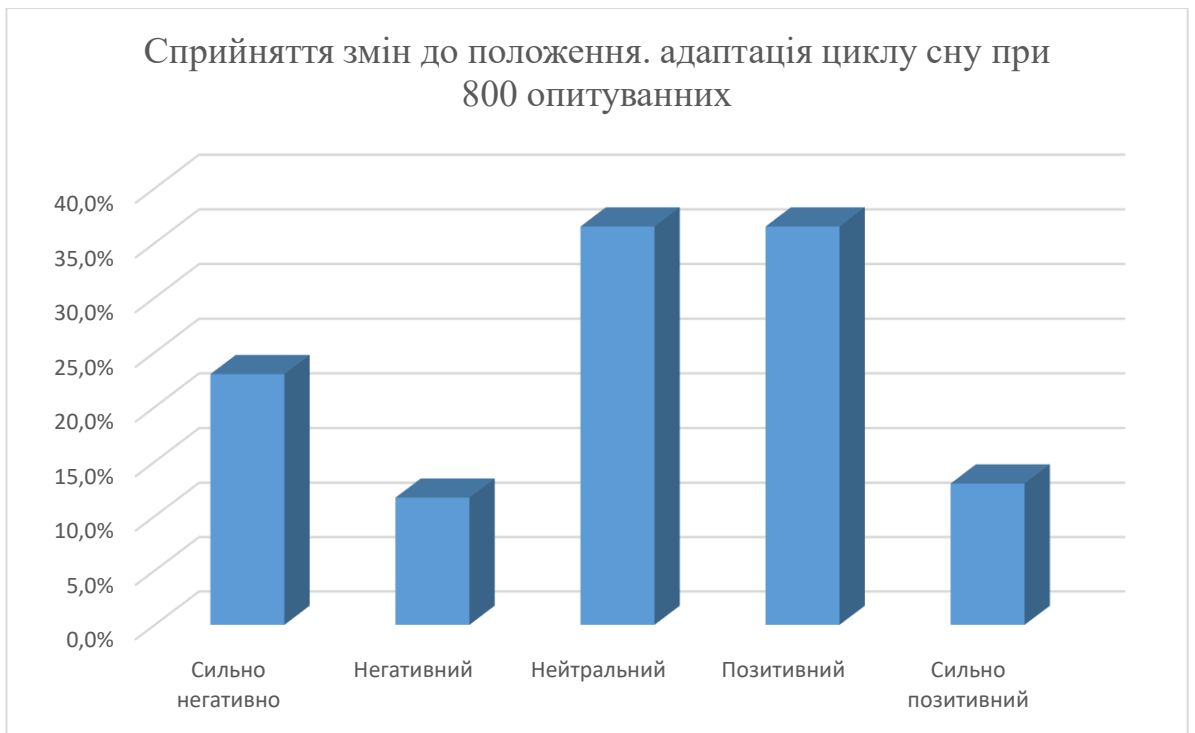


Рис.2.4. Графік результатів опитування експертної групи



Рис.2.5. Графік результатів опитування експертної групи

Результати аналізу (див. дод.А, табл.1,2) показують у табличній формі дослідження взаємозв'язку між соціально-демографічними показниками, посадою, типом польоту, знаннями та уявленнями про FTL, культурою безпеки авіакомпанії та двома залежними змінними: «повідомлення про втому

та виконання польотів у втомі. Зауваження - значення граничного ефекту, отримані з двох моделей -регресії, яка розраховується з урахуванням усіх інших пояснювальних змінних, оцінених за їхніми середніми значеннями.» [43]

У дод. А табл.1 наведено модель probit з граничними ефектами для звітування про втому. Два фактори були визнані значущими та негативними: наявність менше ніж 5 років досвіду роботи в галузі та позитивне сприйняття пункту FTL 5.

Кожне збільшення балів за 6-пунктовою шкалою «Справедливість/Культура безпеки» показує, що члени експертної групи, на 8,6% менше схильні працювати втомленими.

Втома є серйозною проблемою безпеки в авіації. Вона може призвести до зниження пильності, прийняття неправильних рішень, помилок та ін. Дослідження показало, що втома є поширеною проблемою серед льотного екіпажу, і що багато членів екіпажу не повідомляють про втому своїм авіакомпаніям.

Дослідження також показало, що культура справедливості/безпеки в авіакомпанії є важливим фактором, який впливає на схильність льотного екіпажу повідомляти про втому. Опитуванні фахівці, які вважали, що їхня авіакомпанія має справедливу культуру безпеки, були менш схильні працювати втомленими. Це свідчить про те, що важливо, щоб авіакомпанії створювали культуру безпеки, яка заохочує членів екіпажу повідомляти про будь-які проблеми, пов'язані з безпекою, навіть якщо це пов'язано з втомою.

Загалом результати дослідження свідчать про те, що в цілому культура безпеки авіакомпаній у Європі є позитивною. Однак, незважаючи на це, існує ряд областей, які можна було б покращити, щоб підвищити готовність членів екіпажу повідомляти про втому. Зокрема, необхідно покращити рівень довіри до системи звітності, забезпечити своєчасний зворотній зв'язок та забезпечити доступну підтримку у разі втоми.

За результатами цих досліджень, M. Efthymiou, S. Whiston, J. F. O'Connell, G. D. Brown дають такі рекомендації:

1. Авіакомпанії повинні впровадити культуру безпеки: проводити регулярні навчання та систему звітності, які заохочуватимуть членів екіпажу повідомляти про будь-які проблеми, пов'язані з безпекою, навіть якщо це пов'язано з втомою і підвищувати їх рівень впевненості;

2. Авіакомпанії повинні забезпечити, щоб члени екіпажу мали доступ до ресурсів, які допоможуть їм впоратися з втомою, наприклад, до тренінгів з управління втомою та до програм підтримки сну;

3. Авіакомпанії повинні забезпечити своєчасний зворотній зв'язок із членами екіпажу, які повідомляють про втому. Це допоможе членам екіпажу зрозуміти, що їх повідомлення були почуті та що вжиті заходи для вирішення проблеми;

4. Авіакомпанії повинні надати доступну підтримку членам екіпажу, які відчують втому. Це може включати надання можливості відпочити, зміни розкладу або отримання медичної допомоги;

5. Авіакомпанії повинні переглянути свої системи управління ризиками, щоб забезпечити їхню відповідність актуальним науковим знанням та найкращим практикам;

6. Регулюючі органи повинні продовжувати впроваджувати заходи, спрямовані на зменшення впливу втоми на безпеку польотів;

7. Об'єднані організації повинні більше інвестувати в програми освіти та навчання з питань втоми для екіпажу;

8. Об'єднані організації повинні створити стандарт культуру безпеки, яка сприяє звітуванню про втому.

Впровадження цих рекомендацій, за аргументами авторів, допоможе покращити культуру звітності про втому в авіаційній галузі, зменшити ризик втоми у європейській авіації та сприяти підвищенню безпеці польотів.

2.1.3. Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації

У статті " Assessing the relationship between organizational management factors and a resilient safety culture in a collegiate aviation program with Safety Management Systems (SMS)", D. K. Adjekum, M. F. Tous досліджують чотири управлінські конструкції/фактори, які, як вважають, є пріоритетно важливими для стійкості безпеки: принципи, політика, процедури та практики. Вони розробили опитувальник для вимірювання цих конструкцій і провели дослідження з участю 516 працівників авіакомпанії. Дослідження було проведено на основі опитування працівників авіаційної організації. Опитування містило питання щодо принципів, політики, процедур і практик, які стосуються безпеки польотів.[45]

Автори використовували підтверджувальний факторний аналіз (CFA) для оцінки надійності, конвергентної валідності та дискримінантної валідності опитувальника.

Надійність вимірювання оцінювалася за допомогою альфа Кронбаха (AC) та композитійної надійності (CR). AC 0,7 або вище вказує на надійність високого рівня виміряних елементів. CR 0,7 або вище також свідчить про гарну надійність і вказує на наявність внутрішньої узгодженості.

Автори виявили, що AC та CR були прийнятними для всіх чотирьох факторів. Принципи, політика та процедури мали AC та CR більші за 0,7, що вказує на хорошу надійність конструкції. Практики мали прийнятне значення альфа Кронбаха та адекватну складову надійність.

Конвергентна валідність оцінювалася за допомогою методів факторних навантажень і середньої дисперсії (AVE). Факторні навантаження вказали на те, наскільки добре кожен елемент вимірює приховану складову. AVE представляє дисперсію, на яку прихована складова має вплив для кожного елемента.

Автори виявили, що фактори мали хорошу конвергентну валідність. Середнє факторне навантаження для всіх чотирьох факторів було більшим за 0,5, а AVE для всіх чотирьох факторів було більшим за 0,5.

Дискримінантна валідність оцінювалася за допомогою порівняльного підходу. Початковий аналіз порівнював квадратний корінь значень елементів із значення AVE будь-якої складової з оцінкою кореляції між цією конструкцією та іншими. Квадратний корінь із значення AVE має бути більшим за оцінки кореляції, щоб забезпечити надійний доказ дискримінантної валідності. Фактори мали прийнятну дискримінантну валідність. Усі коефіцієнти кореляції між факторами були нижчими за 0,9, що свідчить про те, що вони є відносно незалежними.

Додатково, для автоматизації досліджень, автори розробили інструмент опитування для оцінки стійкої культури безпеки в університетських авіаційних програмах США. Вони використовували моделі структурних рівнянь (SEM) для оцінки ефективності інструменту опитування. Було виявлено, що інструмент опитування був ефективним у вимірюванні стійкої культури безпеки в університетських авіаційних програмах США. Вони також виявили, що фактори організаційного управління (за маркетинговою моделлю 4Ps), такі як політика, принципи, процедури та практики, були пов'язані зі стійкою культурою безпеки в цих програмах.

Важливою особливістю їх дослідження є те, що воно було проведено на основі опитування працівників авіаційної організації, що дозволило отримати дані, які є більш актуальними та реалістичними, ніж дані, які отримуються шляхом спостережень або експертних оцінок.

Інструмент опитування, розроблений авторами, може бути корисним для авіаційних організацій, які прагнуть оцінити свою стійку культуру безпеки.

Політика безпеки може бути використана для встановлення чітких зобов'язань організації щодо безпеки. Наприклад, політика безпеки може вимагати від усіх працівників дотримуватися всіх процедур безпеки.

Процедури безпеки можуть бути використані для визначення конкретних кроків, які необхідно вжити для запобігання відмовам.

Практики безпеки можуть бути використані для створення культури, в якій працівники відчують, що їхні висловлювання щодо безпеки будуть вислухані (як приклад, організація може створити систему, яка дозволяє працівникам повідомляти про потенційні небезпеки без страху штрафування та доган).

Результати дослідження показали, що розроблені моделі вимірювання були ефективними у відстеженні теоретичних конструктів у дослідженні.

Розроблені моделі вимірювання ґрунтуються на теоретичній моделі стійкої культури безпеки, розробленій Міжнародною авіаційною організацією (ICAO), яка включає п'ять основних елементів:

- Лідерство і прихильність до безпеки;
- Участь працівників;
- Комунікація і навчання;
- Звітність і навчання;
- Надійність і відповідальність.

D. K. Adjekum, M. F. Tous у дослідженнях, дійшли до таких висновків:

1. Автори зробили важливий внесок у розуміння того, які фактори сприяють стійкості безпеки. Їхній опитувальник може бути цінним інструментом для оцінки цих факторів у різних організаціях;

2. Опитувальник є надійним і конструктивно валідним для вимірювання чотирьох управлінських факторів, що лежать в основі стійкості безпеки і його можна використовувати для оцінки цих факторів у різних організаціях;

3. Фактори оцінки були взаємопов'язані (як приклад, участь працівників була пов'язана з комунікацією, а комунікація була пов'язана з відповідальністю), що свідчить, що їх слід розглядати разом, при оцінці стійкості безпеки;

Надані рекомендації авторів:

- Необхідне використання структурних моделей для оцінки стійкості до безпеки серед авіаційних програм;
- Розширення досліджень, які будуть включати інші авіаційні організації, безпосередньо такі як аеропорти та організації повітряного руху і впроваджувати дану методику у їх діяльність.

Звісно, використання структурного аналізу з автоматизованою побудовою дерева рішень і засади Big Data виконувались для перевірки роботи інструменту опитування, попри це, варто зазначити, що композиція даної методики оцінки влучно буде використовуватись для оцінки показників конкретних підсистем авіоніки і загалом.

2.2. Аналіз світових практик та загальноприйнятих методик східного походження

2.2.1. Математично-матрична методика оцінки ризиків

Методи та інструменти для аналізу оцінки ризиків допомагають оцінити ймовірність і наслідки несприятливих подій, які можуть статися в результаті певної дії або бездіяльності. Ці методи/інструменти можуть бути використані для визначення того, які події є найнебезпечнішими і потребують найбільшої уваги.

У своїх роботах, А. Мостафа: «Кількісні та якісні оцінки співіснують, і всі організаційні підходи до зменшення ризиків мають бути розглянуті. Більшість спеціалістів з оцінки ефективного управління ризиками ніколи не проводять систематичний аналіз ризиків і продовжують використовувати їх лише для певних ситуацій, які потребують аналітичного обґрунтування або прийняття стратегії на випадок непередбачених обставин. Якісний аналіз ризику (позначення високої, середньої або низької ймовірності чи впливу) вважається достатнім для вибору найважливіших ризиків.»[44]

Незалежно від конкретного опису події, регуляторна схильність полягає у розділенні ризиків на два компоненти: ймовірність виникнення, якщо ризик викликаний, та інтенсивність (або величина інтенсивності) негативного ефекту, викликаного цим ризиком. Розбіжності виникають у позначенні цих двох компонентів. Ймовірність базується на впливі для кількісної оцінки можливостей на етапах, періодах, особах тощо. Таким чином, вплив може бути інтегрованим або не інтегрованим, залежно від того, як обчислюється ймовірність. Підвищений ризик негативних наслідків зростає в умовах нездоров'я. Таким чином, небезпека описується наступним чином:

$$\text{Ризик} = \text{Ймовірність} * \text{Інтенсивність} , \quad (2.1)$$

де Ризик – числове значення ймовірного ризику;

Ймовірність – числове значення ймовірності існування ризику;

Інтенсивність – числове значення кількості випадків виникнення ризику, за періодичне число.

Системи управління ресурсами авіакомпаній (ARMS) представляє ризик як можливу пропорційну взаємозалежність чотирьох компонентів:

$$\text{Ризик} = (\text{Ймовірність} * \text{Частота уникнення}) * (\text{Частота відновлення} * \text{Серйозність}) , \quad (2.2)$$

де Ризик – числове значення ймовірного ризику;

Ймовірність – числове значення ймовірності існування ризику;

Частота уникнення – числове значення частоти ризику.

Частота відновлення – числове значення періоду обнулення події;

Серйозність – числове значення якісної оцінки ступеня важкості наслідків;

Захист від ризику не можна досконало впровадити, без урахування виявлення небезпеки, продуктивності бар'єрів, що запобігають небезпеці матеріалізації, або ефективності бар'єрів для відновлення та недієздатності реалізувати найгірший сценарій.

За А. Мостафа, пропонується альтернативний варіант – використання матриці ризиків для оцінки системи

Матриця ризиків

Вірогідність/Значимість	0 -> 1				
$1 \geq 0$					

де, зелені комірки – приємні варіації;

Жовті комірки – допустимі варіації з незначними наслідками;

Червоні комірки – недопустимі варіації.

Якщо як вірогідність виникнення наслідків, так їх значимість виражаються якісно (лінгвістичне значення оцінки можна охарактеризувати словами «високий, середній ...»), оцінка ризику називається якісною оцінкою ризику. Повний перелік використовуваних оцінок даної методики, подано у дод. Б, табл.Б.1, табл.Б.2.

Використання даних методик, фактично базуються на базах фактів і знань. Важко визначити, чи справді ці результати є бажані та з малим ризиком негативних наслідків. Відсутність даних у режимі реального часу та фактів у реальному середовищі ускладнюють процес оцінки.

2.2.2. Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS

У статті Т.Бріттона «SMS Pro Aviation Safety Software Blog 4», розкриваються п'ять стратегій зменшення ризиків, які використовуються в програмах авіаційних систем управління безпекою SMS. Дані стратегії є більш оглядовими і спрямовані на зменшення ймовірності або серйозності конкретних ризиків, які можуть виникнути в процесі авіаційних операцій. [46]

Стратегія уникнення ризику

Дана стратегія передбачає прийняття заходів для запобігання виникненню конкретного ризику (як приклад, авіакомпанія може уникнути ризику виникнення несправності двигуна, відмовившись від використання певного типу двигунів, ґрунтуючись всесвітнім досвідом використання двигунів).

Стратегія зменшення ризику

Ця стратегія передбачає зменшення ймовірності або серйозності конкретного ризику (як приклад, авіакомпанія може зменшити ризик виникнення несправності двигуна, масштабуючи періодичність регулярного технічного огляду і обслуговування).

Стратегія передачі ризику

Стратегія передачі ризику примає до уваги передачу права власності з відповідальністю за певний ризик іншій стороні.

Стратегія припущення

Така стратегія передбачає прийняття конкретного ризику як прийнятного. «Це ще один спосіб для організації сказати, ми усвідомлюємо цю небезпеку/ризик; ми проаналізували та оцінили небезпеку/ризик; це в межах визначеного нами рівня прийнятності.»[46]

Стратегія відокремлення ризику

При відокремленні ризику, розподіл конкретного ризику виконується між декількома сторонами, місцями, ролями і тд, загальний вплив знижується.

Автор статті зазначає, що ці стратегії можна використовувати поодиночі або в комбінації. Важливо вибрати стратегію, яка найбільш ефективно зменшить ризик для конкретної ситуації.

Крім п'яти стратегій, які обговорюються в статті, існують і інші методи зменшення ризиків, які можуть бути використані в програмах авіаційного SMS. Таким чином, організації можуть використовувати контроль ризиків для визначення та усунення потенційних ризиків. Вони також можуть використовувати декомпозицію стратегій шляхом дублювання для забезпечення резервного копіювання в разі виникнення непередбачених обставин.

2.2.3. Методи аналізу безпеки польотів складних систем

Фахівці з The Boeing Company, Italo Romani de Oliveira, J. Alexandre Tavares, Guerreiro F. Michael Ulrey у своїй статті " Safety Analysis Methods for Complex Systems in Aviation" критикують домінуючі підходи до оцінки безпеки[47], у яких:

Логічні аргументи, представлені в формі «безпекової справи». Ці аргументи можуть бути корисними для розуміння причин і наслідків небезпек, але вони можуть бути сприйнятливими до помилок, оскільки ґрунтуються на людському розумінні складних систем (як приклад, логічні аргументи можуть бути недостатніми для виявлення небезпек, які неможливо передбачити або які виникають внаслідок взаємодії різних компонентів системи).

Кількісний аналіз, представлений в моделі краватки-метелика. Ця модель використовується для оцінки ймовірності аварій, але вона має ряд недоліків, таких як припущення про повноту і незалежність небезпек. Наприклад, модель краватки-метелика (Bow Tie Methodology) може не враховувати небезпеку, яка виникає, в наслідок взаємодії різних небезпек.

Стаття містить важливі критичні зауваження щодо домінуючих підходів до оцінки безпеки. Ці підходи є важливими інструментами, але їх слід використовувати з обережністю, усвідомлюючи їхні обмеження.

Стаття пропонує використовувати додаткові методи оцінки безпеки, такі як:

- Марковський аналіз для моделювання несправності толерантних систем;
- Аналіз режиму відмови та наслідків (FMEA) для виявлення небезпек;
- Формальні методи для перевірки властивостей безпеки.

Марковський аналіз може бути використаний для оцінки ймовірності аварій у системах, які мають певний рівень відмовостійкості.

FMEA є методом, який використовується для виявлення потенційних небезпек у системі шляхом ідентифікації всіх можливих режимів відмови компонентів системи та оцінки наслідків цих відмов.

Формальні методи можуть бути використані для формального доведення того, що система відповідає певним вимогам безпеки.

Основні висновки статті можна сформулювати наступним чином:

- Домінуючі підходи до оцінки безпеки мають ряд недоліків, які можуть призвести до помилок;
- Додаткові методи оцінки безпеки можуть допомогти усунути ці недоліки;
- Додаткові методи оцінки безпеки описані в статті, є досить перспективними. Вони можуть допомогти підвищити точність і надійність оцінки безпеки;
- Важливо пам'ятати, що жодна оцінка безпеки не може бути абсолютною.

Завжди існує ризик помилок, навіть при використанні найсучасніших методів, тому важливо також використовувати інші методи управління ризиком, такі як:

- Контроль якості для виявлення і усунення помилок у проектуванні і впровадженні систем;
- Заходи по стримуванню для зменшення ймовірності виникнення небезпек;
- Комплексний підхід до управління ризиком.

2.3. Аналіз практик та загальноприйнятих методик в Україні

На сьогоднішній день, у нормативних документах, що визначають організацію льотної роботи в державній авіації України методики визначення або розрахунку існуючих ризиків в сфері безпеки польотів не існує. Поняття “ризик” взагалі відсутнє. Командир приймає рішення спираючись виключно на власний досвід та інтуїцію. Проте, є ряд документів, у яких автори робіт використовують новаторство для формування даних методик.[49]

2.3.1. Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів

За І.В. Мішаріним, в.о. директора Національного бюро з розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними ПС, пропонується використання статистичного розподілу як методику оцінки безпеки польотів, в даному випадку – оцінки серйозності інцидентів авіаційних подій (АП), яку можна інтерпретувати для оцінки показників стану безпеки польотів.[48]

Таблично дану методику можна представити у вигляді багатомірного масиву ієрархічно-залежних змінних, від варіації яких, матимемо безліч варіацій зведених таблиць даних (див.табл.2.1).

Таблиця багатомірного масиву ієрархічно-залежних змінних

				Дата		Країна	Вид події		
				Місяць	Погодні умови	Рейс	Катастрофи	Серйозні інциденти	Інциденти
Експлуатант	Назва організації	Тип ПС	Стан завершеності						
				Категорії ПС					
	Фактор	Обставини							
		Причини девіації							
	Етап польоту	Фази польоту							
Подія									

Дану методикау описав у своєму дослідженні, Abdalla A. – студент Кропивницької льотної академії Національного авіаційного університету.

Довгостроковий щомісячний моніторинг показників дозволяє розширити статистичний аналіз до спектрального аналізу з побудовою гістограми розподілу частот оцінок ймовірності інцидентів. За гістограмою визначається найбільш ймовірне значення оціненого параметра, що відповідає досягнутому рівню. [50]

Для оцінки рівня безпеки авіаційних операторів використовують різні методи. Один з найпоширеніших методів - це використання середнього значення кількості інцидентів на 100 000 годин польотів.

Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) рекомендує використовувати додатково метод лінійно-зваженої ковзної середньої для оцінки поточного рівня безпеки в державі або регіоні.[51]. Це дозволяє більш точно визначити тенденції в динаміці рівня.

2.3.2. Методика парних порівнянь

Стаття Ю.В. Сікірди, Т.Ф. Шмельова, Д.О Ткаченка – «ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА БЕЗПЕКУ ПОЛЬОТІВ ПРИ УПРАВЛІННІ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ», має важливе практичне значення для забезпечення безпеки польотів при УПР. Запропонована методика оцінювання впливу організаційних факторів на безпеку польотів при УПР може бути використана для розробки паспортів безпеки, які можуть застосовуватися Державною авіаційною службою України при проведенні сертифікаційних перевірок провайдерів аеронавігаційних послуг.[52]

У статті досліджено вплив організаційних факторів на безпеку польотів при управлінні повітряним рухом (УПР). Автори статті провели експертне опитування авіадиспетчерів Львівського РСП «Украерорух» для виявлення організаційних факторів, які впливають на безпеку польотів при УПР. За результатами опитування було виділено вісім груп організаційних факторів (див. табл.2.2).

Групи, що впливають на організаційні фактори на безпеку польотів при
управлінні повітряним рухом

Номер групи	Назва групи	Опис групи
1	Робоче середовище	Фактори, пов'язані з фізичним середовищем (температура та циркуляція повітря, освітленість приміщення, наявність шуму (гучність, тривалість), атмосферний тиск тощо)
2	Робочі процедури та керівництва	Фактори, пов'язані з адекватністю / неадекватністю процедур / інструкцій, їх невиконанням, або ж неможливістю їх виконання
3	Процедури інженерного та технічного обслуговування	Фактори, пов'язані з інженерною роботою та контролем за робочим обладнанням, включаючи щоденні перевірки та ремонт обладнання після його відмови, а також процедури проектування, встановлення та вводу в експлуатацію нового обладнання
4	Взаємодія між секторами УПР	Фактори, пов'язані як з внутрішніми системними операціями між секторами УПР, так і між сусідніми системами УПР (сумісність процедур з координації, листи про укладення угод (LoA), прийняття інформації з інших джерел)

5	Засоби й технічні системи УПР	Фактори, пов'язані з роботою апаратури, програмним забезпеченням та їх взаємодією
6	Інфраструктура	Фактори, пов'язані з розміщенням елементів аеродрому (фізичні характеристики, конфігурація зон маневрування, зони обмежень) та навколишнього середовища
7	Структура повітряного простору	Фактори, пов'язані з класифікацією повітряного простору, мережею маршрутів, пропускною спроможністю, секторизацією
8	Політика управління та структура компанії	Фактори, пов'язані зі стилем управління роботою компанії на всіх її рівнях, корпоративна етика

За допомогою методу парних порівнянь було визначено вагові коефіцієнти для кожної групи організаційних факторів, використовуючи формулу вагових коефіцієнтів значущості групи:

$$\omega_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, \quad (2.3)$$

$$C_i = 1 - \frac{R_{\text{грі}} - 1}{n} \quad (2.4)$$

, де C_i – проміжні оцінки;

$R_{\text{грі}}$ – ранги і-х груп організаційних факторів.

А також застосовано аналіз організаційних факторів мультиплікативним способом, за формулою:

$$W = \prod_{i=1}^n f_i^{\omega_i} = g(f_i(w_i)) \quad (2.5)$$

,де f_i – значення рівня небезпеки і-х груп організаційних факторів;

ω_i – вагові коефіцієнти (ступінь впливу) і-х груп організаційних факторів.

За результатами розрахунків було встановлено, що найсильніший вплив на безпеку польотів при УПР здійснюють засоби й технічні системи УПР, найслабший – політика управління та структура компанії.

На основі отриманих результатів було розроблено мультиплікативну функцію оцінювання стану безпеки польотів при УПР. Ця функція дозволяє оцінити відповідність значень організаційних факторів встановленому максимально допустимому рівню небезпеки.

За результатами оцінки стану безпеки польотів при УПР у Львівському РСП «Украерорух» було встановлено, що всі групи організаційних факторів відповідають встановленому максимально допустимому рівню небезпеки. Це свідчить про високий показник безпеки польотів при УПР у даному РСП.

2.3.3. Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП

У статті Ю.Б. Ситника «АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ПОКАЗНИКІВ СТАНУ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ АВІАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ», розглядаються основні характеристики і показники стану безпеки польотів в авіаційному підрозділі. Автор пропонує особистісний методологічний підхід до оцінки забезпечення БП, який дозволяє враховувати вплив особистого фактора льотного складу на стан захищеності авіаційної системи (АС).[9]

Ю.Б. Ситник визначає такі основні характеристики стану БП:

1. Рівень забезпечення БП - показник, що характеризує повноту профілактичної роботи щодо запобігання АП, проведеної в авіаційному підрозділі на момент оцінки;
2. Рівень БП - кількісне значення інтегрального показника, який характеризує стан захищеності АС від впливу небезпечних чинників у ході виконання польотного завдання.

Автор пропонує наступні показники для оцінки рівня забезпечення БП:

- Законність допуску льотчика до польоту - показник, що характеризує виконання всіх заходів і процедур, визначених вимогами нормативних документів;
- Законність допуску повітряного судна до польоту - показник, що характеризує виконання всіх заходів і процедур, визначених вимогами нормативних документів;
- Сумарний показник небезпеки льотчика - показник, що характеризує потенційну загрозу безпеці майбутнього польоту з боку особистого фактора льотчика;
- Коефіцієнт безпеки польоту - показник, що характеризує ступінь особливої ситуації в польоті.

Рівень забезпечення БП пропонується визначати наступним чином:

$$U = Z_l * (1 - K) * Z_{zd} * 100\% \quad (2.6)$$

, де U – рівень забезпечення БП;

K – сумарний показник небезпеки льотчика;

Z_l – законність допуску льотчика до виконання майбутнього польоту;

Z_{zd} – законність допуску повітряного судна до виконання майбутнього польоту.

Інтерпретацію показника безпеки польоту можна сформулювати ще у такому вигляді:

$$W = f(U, K_b) \quad (2.7)$$

, де U – рівень забезпечення БП;

K_b – коефіцієнт безпеки польоту.

Значення визначається перед польотом і залишається постійним у процесі всього польоту за умови благополучного його завершення. Коефіцієнт U K_b може змінюватися від 1 до 0 протягом польоту залежно від складності особливої ситуації, що виникає в польоті.

При $K_b = 1$ особлива ситуація в польоті відсутня, при $K_b = 0$ особлива ситуація в польоті стала аварійної або катастрофічної. В остаточному вигляді формула рівня БП виглядає таким чином:

$$W = U * K_b \quad (2.8)$$

, де величина W , може змінюватися від 100% до 0%.

Обґрунтування сумарного показника небезпеки льотчика полягає у тому, що особистий фактор є одним з основних факторів, що впливають на стан БП. Тут пропонується використовувати особистісний методологічний підхід до оцінки забезпечення БП, який дозволяє враховувати вплив особистого фактора льотної складу на стан захищеності АС.

Обґрунтування коефіцієнту безпеки польоту полягає у тому, що найбільшу складність при оцінці рівня БП представляє завдання визначення значення коефіцієнта безпеки польоту. Ю. Ситник пропонує розробити і впровадити в систему управління БП автоматизовану систему, здатну розпізнавати виникнення особливої ситуації у польоті і визначати ступінь її небезпеки для АС.

Розроблений ними особистісний методологічний підхід до оцінки забезпечення БП дозволяє збільшити обсяг інформації про стан захищеності кожної системи “екіпаж-повітряне судно” перед виконанням польотів. Вони також пропонують розробити і впровадити в систему управління БП автоматизовану систему, здатну розпізнавати виникнення особливої ситуації у польоті і визначати ступінь її небезпеки для АС.

2.3.4. Методика оцінки складних багатокритеріальних систем

У статті А.М. Вороніна, А.С. Савченка «Оцінка складних систем: багатокритеріальний підхід», розглядається метод оцінки складних систем з ієрархічною структурою. Автори пропонують використання вкладених скалярних згорток для комбінування оцінок окремих властивостей на різних рівнях ієрархії. Метод базується на двох основних принципах:

1. Принцип додатковості Н. Бора - цей принцип стверджує, що всі критерії є необхідними та доповнюють один одного для повного опису об'єкта, що дозволяє розкласти властивості об'єктів на ієрархію критеріїв;

2. Теорема про неповноту К. Геделя - ця теорема стверджує, що завжди існують твердження, які неможливо довести або спростувати в даній системі. Такий принцип дозволяє композицію критеріїв на різних рівнях ієрархії.

Пропонований метод базується на наступних етапах:

- Розкладання властивостей об'єкта на ієрархію критеріїв, що робиться за принципом комплементарності.

- Кожному критерію присвоєння коефіцієнтів пріоритету, які відображають важливість кожного критерію в загальній оцінці.

- Обчислення скалярної згортки критеріїв на кожному рівні ієрархії. Цей етап передбачає поєднання окремих оцінок за допомогою нелінійної компромісної схеми.

- Повторення обчислень скалярної згортки критеріїв до досягнення верхнього рівня ієрархії. Отримана скалярна згортка на верхньому рівні представляє загальну оцінку об'єкта.

Обчислення скалярної згортки виконується за формулами:

$$y_{0k}^{(j)} = \left\{ \sum_{i=1}^{n_k^{(j-1)}} p_{ik}^{(j-1)} \left[1 - y_{0ik}^{(j-1)} \right]^{-1} \right\}^{-1}, k \in [1, n^{(j)}], j \in [2, m] \quad (2.9)$$

$$\varphi_{0k}^{(j)} = 1 - \left\{ \sum_{i=1}^{n_k^{(j-1)}} \lambda_{ik}^{(j-1)} \left[1 - \varphi_{0ik}^{(j-1)} \right]^{-1} \right\}^{-1}, k \in I_j, \varphi_0^{(1)} \equiv y_0 \quad (2.10)$$

, де $i = \{1, 2, \dots, n\}$ – множина елементарних підсистем, які оцінюються за критерієм нижнього рівня ієрархії;

$\{y_i\}_i \in j, y = \{y_1, \dots, y_n\}$ – оцінки по скалярним критеріям елементарних підсистем і векторний критерій нижнього рівня ієрархії;

$J = \{1, 2, \dots, m\}$ – множина ієрархічних рівнів.

Коефіцієнти пріоритету λ призначаються експертами або ЛПР. Умови нормування:

$$\lambda \geq 0, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (2.11)$$

У статті також розглядається використання вербально-числової шкали Харінгтона для якісного оцінювання (див. табл. 2.3). Ця шкала дозволяє конвертувати кількісні оцінки в якісні описи, такі як «високий» або «низький».

Табл. 2.3

Вербально-числова шкала Харінгтона

Description of gradations	Numerical value y_0
Very high	0,8 -1,0
Hight	0,64-0,8
Average	0,37-0,64
Low	0,2-0,37
Very low	0-0,2

Основні переваги запропонованого методу:

- Простий у реалізації метод, який є обчислювально ефективним і може бути легко реалізований за допомогою стандартних математичних інструментів;
- Метод має високий рівень гнучкості, який можна застосовувати до широкого діапазону складних систем з різними ієрархічними структурами;
- Забезпечення як кількісної, так і якісної оцінки - метод забезпечує як числову оцінку, так і якісний опис продуктивності об'єкта;
- Потенційні застосування проектування - метод можна використовувати для оцінки загальної продуктивності складних систем під час процесу оцінки;

- Прийняття рішень - метод можна використовувати для порівняння різних варіантів і прийняття обґрунтованих рішень у ситуаціях із кількома суперечливими критеріями;

- Точні оцінки ризику - метод можна використовувати для визначення потенційних ризиків і вразливостей у складних системах.

Обмеження даного методу:

- Суб'єктивність вибору - призначення коефіцієнтів пріоритету може бути суб'єктивним і залежати від індивідуального судження;

- Нелінійна компромісна схема - вибір конкретної компромісної схеми може вплинути на результати оцінювання.

Загалом, метод вкладених скалярних згорток пропонує потужний і універсальний інструмент для оцінки складних систем з ієрархічною структурою. Він надає як кількісні, так і якісні оцінки та має широкий спектр потенційних застосувань у різних сферах.

2.4. Висновок до 2 розділу

У розділі 2 кваліфікаційної роботи, було проведено аналіз світових практик та загальноприйнятих методик основних характеристик та показників оцінки безпеки польотів.

Розглянуто методики західного походження, серед яких:

- Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах;

- Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL;

- Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації.

Також розглянуто методики східного походження, серед яких:

- Математично-матрична методика оцінки ризиків;

- Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS;

- Методи аналізу безпеки польотів складних систем.

Окрім того, проаналізовано практики та загальноприйняті методики в Україні, серед яких:

- Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів;
- Методика парних порівнянь;
- Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП;
- Методика оцінки складних багатокритеріальних систем.

За результатами аналізу було виявлено, що існує широкий спектр методик оцінки безпеки польотів, які відрізняються за своїми підходами та можливостями.

Методики західного походження, як правило, більш деталізовані та ґрунтуються на статистичних методах аналізу і вектору оцінки безпосередньо персоналу. Ці методики характеризуються комплексністю, багаторівневістю та системним підходом до оцінки безпеки польотів. Вони дозволяють кількісно оцінити ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження - оцінити широкий спектр характеристик безпеки польотів, але можуть бути складними у використанні та вимагати значних витрат.

Методики східного походження, як правило, більш спрощені та орієнтовані на практичне застосування але також характеризуються системним підходом до оцінки безпеки польотів. Вони дозволяють швидко та ефективно оцінити основні характеристики безпеки польотів, ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження.

Методики, що застосовуються в Україні, переважно є адаптаціями західної та східної практик. Вони враховують особливості вітчизняної авіації і характеризуються різноманітністю та використанням різних підходів до оцінки безпеки польотів, але можуть бути не досконалими сучасним вимогам.

Загалом, можна зробити висновки, що:

- У світі існує широкий спектр методик оцінки безпеки польотів, які відрізняються за своїми підходами, методами та інструментарієм;

- Сучасні методики оцінки безпеки польотів характеризуються комплексністю, багаторівневістю та системним підходом. Вони дозволяють кількісно оцінити ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження;
- В Україні існує ряд методик оцінки безпеки польотів, які на різних рівнях відповідають міжнародним стандартам;
- Існує потреба в розробці єдиної методики оцінки безпеки польотів, яка б відповідала сучасним вимогам та була б придатна для використання в Україні.
- Розробка єдиного стандарту методики оцінки характеристик і показників безпеки польотів є перспективним напрямком досліджень у галузі безпеки польотів.

РОЗДІЛ 3

АРГУМЕНТАЦІЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ В АВІАКОМПАНІЇ (НА АВІАПІДПРИЄМСТВІ)

3.1. Визначення постановки завдання

Оскільки відсутній єдиний задокументований стандарт у методиці оцінки основних характеристик і показників стани безпеки польотів в Україні, спробуємо вирішити це завдання, використовуючи аналіз популярних практик і методик іноземного походження і вітчизняних розробок.

Визначимо найефективніші за суб'єктивною оцінкою методики, за допомогою яких буде виходити рекомендація стандарту. Для цього, виконаємо чисельно-графічні аналітичні розрахунки пріоритетності методик.

Для виконання аналізу, визначимо 2 відносні експертні оцінки за цими методиками: «Важкість використання» - наскільки за методикою визначення відбуваються довготривало ресурсозатратно, і «Універсальність застосування», тобто наскільки універсально можна використовувати методику оцінки в залежності від факторів, що впливають і вхідних даних для оцінки.

Маємо попередньо таку таблицю експертної оцінки методик (див.табл.3.1.):

Кафедра				НАУ			
Виконавець	Колісник Є.С.			АРГУМЕНТАЦІЯ МЕТОДИК ОЦІНКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ В АВІАКОМПАНІЇ (НА АВІАПІДПРИЄМСТВІ)	Літера	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кулик М.С.					63	14
Консультант							
Н.Контроль							

Таблиця експертної оцінки методик

Методика	Важкість використання	Універсальність застосування
Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах	0,8	0,5
Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL	0,6	0,5
Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації	0,6	0,7
Математично-матрична методика оцінки ризиків	0,8	0,2
Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS	0,4	0,2
Методи аналізу безпеки польотів складних систем	0,7	0,3
Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів	0,7	0,5

Методика парних порівнянь	0,6	0,4
Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП	0,8	0,25
Методика оцінки складних багатокритеріальних систем	0,9	0,3

Де, числові оцінки, знаходяться у проміжку [0,1] і відповідають безпосередньо відсотку повноти порівняльної характеристики.

3.2. Ієрархічна кластеризація всесвітніх практик і методик та України

Маючи вхідні дані, а саме таблицю експертної оцінки методик з відносними показниками порівняння, для знаходження найоптимальніших методик, виконаємо ієрархічну кластеризацію цих методик.

Представимо за вхідною таблицею даних (табл.3.1.), визначимо вагову відстань між нашими «об'єктами» - практиками і методиками, використовуючи формулу евклідової відстані:

$$d = \left(\sum_{j=1}^m (x_{aj} - x_{bj})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.1)$$

, де m – кількість об'єктів порівняння;

x – числове значення характеристики;

$(a,b,...,n)$ – ітератор характеристики.

Табл. 3.2

Початкова матриця відстаней між об'єктами

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0,20	0,28	0,30	0,50	0,22	0,10	0,22	0,25	0,22
2	0,20	0	0,20	0,36	0,36	0,22	0,10	0,10	0,32	0,36
3	0,28	0,20	0	0,54	0,54	0,41	0,22	0,30	0,49	0,50
4	0,30	0,36	0,54	0	0,40	0,14	0,32	0,28	0,05	0,14
5	0,50	0,36	0,54	0,40	0	0,32	0,42	0,28	0,40	0,51
6	0,22	0,22	0,41	0,14	0,32	0	0,20	0,14	0,11	0,20
7	0,10	0,10	0,22	0,32	0,42	0,20	0	0,14	0,27	0,28
8	0,22	0,10	0,30	0,28	0,28	0,14	0,14	0	0,25	0,32
9	0,25	0,32	0,49	0,05	0,40	0,11	0,27	0,25	0	0,11
10	0,22	0,36	0,50	0,14	0,51	0,20	0,28	0,32	0,11	0

Найближчими об'єктами є об'єкти 4 та 9. Їх об'єднуюємо в одну групу, при формуванні нової матриці залишають найменше значення відстані (див. табл. 3.3).

Табл. 3.3

Матриця 2 відстаней між об'єктами

№ п/п	1	2	3	4;9	5	6	7	8	10
1	0	0,20	0,28	0,25	0,50	0,22	0,10	0,22	0,22
2	0,20	0	0,20	0,32	0,36	0,22	0,10	0,10	0,36
3	0,28	0,20	0	0,49	0,54	0,41	0,22	0,30	0,11
4;9	0,25	0,32	0,49	0	0,40	0,14	0,32	0,28	0,14

Продовження табл. 3.3

5	0,50	0,36	0,54	0,40	0	0,11	0,42	0,28	0,51
6	0,22	0,22	0,41	0,14	0,11	0	0,27	0,14	0,20
7	0,10	0,10	0,22	0,32	0,42	0,27	0	0,25	0,28
8	0,22	0,10	0,30	0,28	0,28	0,14	0,25	0	0,11
10	0,22	0,36	0,11	0,14	0,51	0,20	0,28	0,11	0

З нової матриці видно, що можна об'єднати в один кластер об'єкти 1,2,7,8 (як найбільш близькі один до одного за значеннями відстані). Залишаємо найменше значення та формуємо нову матрицю відстаней (див. табл. 3.4)

Табл. 3.4

Матриця 3 відстаней між об'єктами

№ п/п	1;2;7;8	3	4;9	5	6	10
1;2;7;8	0	0,20	0,25	0,28	0,14	0,11
3	0,20	0	0,49	0,54	0,41	0,11
4;9	0,25	0,49	0	0,40	0,14	0,14
5	0,28	0,54	0,40	0	0,11	0,51
6	0,14	0,41	0,14	0,11	0	0,20
10	0,11	0,11	0,14	0,51	0,20	0

Найближчими об'єктами є об'єкти [1, 2, 7, 8] та 6, 10, які об'єднують (див. табл. 3.5) і отримуємо два кластери [1,2,3,6,7,8,10] і [4, 9], відстань між якими – 0,14.

Табл. 3.5

Матриця 4 відстаней між об'єктами

№ п/п	1;2;3;5;6;7;8;10	4;9
1;2;3;5;6;7;8;10	0	0,14
4;9	0,14	0

І нарешті об'єднують кластери [1,2,3,6,7,8,10] і [4, 9] (див.табл.3.6).

Табл. 3.6

Кінцева матриця відстаней між об'єктами

№ п/п	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10
1;2;3;4;5;6;7;8;9;10	0

Процес кластеризації завершено. Для виконаних розрахунків, створимо наглядові діаграми для візуалізації результатів і спрощення представлення уявлення про кластеризацію (рис.3.1, рис.3.2).

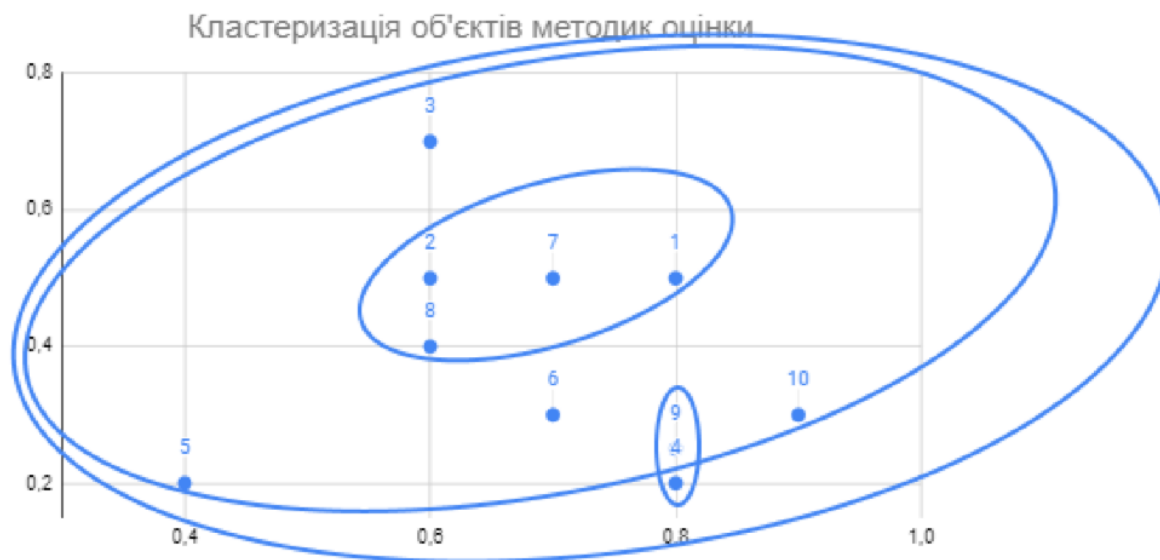


Рис.3.1. Діаграма Вена кластеризації об'єктів методик оцінки безпеки польотів



Рис.3.1. Дендограма Вена кластеризації об'єктів методик оцінки безпеки польотів

Створені діаграми важливі для аналізу структури даних і допомагають в розумінні внутрішніх взаємозв'язків та критичності об'єктів. Отримавши результати кластерного аналізу методик, інтерпретуючи результати у вхідний список, можна стверджувати про комплексне гарне поєднання таких методик:

1. Комплекс 1:
 - Математично-матрична методика оцінки ризиків;
 - Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП.
2. Комплекс 2:
 - Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах;
 - Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL;
 - Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів;
 - Методика парних порівнянь.
3. Комплекс 3:
 - Комплекс 1;

- Комплекс 2;
- Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації;
- Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS;
- Методи аналізу безпеки польотів складних систем;
- Методика оцінки складних багатокритеріальних систем.

Третій комплекс він, швидше, теоретичний, ніж практичний, оскільки при проектуванні оцінки показників БП, загальна сукупність практик і методик досить масштабна і різнобічна, що є ознакою високого рівня ресурсовитратності, складності реалізації та необхідності рівня кваліфікації.

Таким чином, основні рекомендації для впровадження стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польоту на авіапідприємствах є:

- Безпосереднє введення єдиного задокументованого стандарту оцінки безпеки польотів;
- Використання комплексів практик і методик №1,2 для вирішення оптимальності оцінки безпеки польотів.

3.3. Висновок до 3 розділу

У третьому розділі дипломної роботи, було сформульовано питання розробки єдиного задокументованого стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польотів в Україні. Для цього проведений аналіз популярних практик і методик іноземного походження і вітчизняних розробок.

За результатами аналізу визначено два комплекси методик, які є найбільш ефективними за суб'єктивною оцінкою:

- Комплекс 1: Математично-матрична методика оцінки ризиків і методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП.

– Комплекс 2: Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах, методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL, методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів та методика парних порівнянь.

– Комплекс 3, який включає в себе всі методики з комплексів 1 і 2, є більш масштабним і різнобічним, тому його впровадження в практику є менш реалістичним.

Основні рекомендації для впровадження стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польоту на авіапідприємствах є:

– Безпосереднє введення єдиного задокументованого стандарту оцінки безпеки польотів.

– Використання комплексів практик і методик №1,2 для вирішення оптимальності оцінки безпеки польотів.

– Реалізація цих рекомендацій дозволить підвищити рівень безпеки польотів в Україні.

Для більш ефективного впровадження стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польотів в Україні рекомендується:

1. Розробити детальний план впровадження стандарту, який враховує всі аспекти його реалізації, включаючи ресурсне забезпечення, підготовку персоналу тощо.

2. Провести широку роз'яснювальну роботу серед авіапідприємств щодо необхідності впровадження стандарту та його переваг.

3. Забезпечити постійний моніторинг та вдосконалення стандарту в міру накопичення досвіду його застосування.

ВИСНОВКИ

У першому розділі кваліфікаційної роботи, було проведено огляд історичного розвитку питань безпеки в авіації. Розглянуто ключові події, які вплинули на формування систем безпеки польотів, враховуючи етапи розвитку авіації та її основні виклики. Особлива увага буде приділена тим періодам, коли відбулися значущі зміни у підходах до забезпечення безпеки в авіаційній сфері.

Були описані основні характеристики, які класифіковано визначаються у безпеку в авіації. Розглянуто питання надійності, безпеки польотів та інші ключові аспекти. Визначено основні критерії, за якими можна оцінювати ефективність систем безпеки в авіаційній галузі, описано основну документацію стосовно безпеки польотів. Розглянуто кількісні та якісні показники, їхню важливість та взаємозв'язок.

Проведено огляд сучасних тенденцій у сфері безпеки польотів. Описані новітні технології, методи та стратегії, які використовуються для покращення безпеки в авіаційній діяльності. Детально розглянуто впровадження автоматизованих систем, використання штучного інтелекту та інші інновації, спрямовані на запобігання авіаційним подіям.

В умовах сьогодення, сучасних векторів розвитку авіації та подіях, що відбуваються вже другий рік, питання забезпечення безпеки авіації є понад актуальним, оскільки від забезпечення безпеки АС, наряду залежить і кількісні показники одиниць техніки, і питання «переваги у повітрі», і питання швидкості завершення активних дій, що експоненційно буде відображати показники пасажиропотоку, розвитку новітніх технологій у авіаційній галузі та відродженню держави як провідної у сфері авіації.

Оцінка безпеки авіації є важливою складовою управління безпекою польотів. Вона дозволяє оцінити поточний стан безпеки і розробити заходи щодо її підвищення.

Аналіз стану безпеки польотів є важливим етапом у забезпеченні безпеки авіації. Він дозволяє фахівцям досконало виявляти фактори, що впливають на безпеку польотів, і допомагає у розробці заходів, щодо їх усунення.

У другому розділі кваліфікаційної роботи, було проведено аналіз світових практик та загальноприйнятих методик основних характеристик та показників оцінки безпеки польотів.

Розглянуто методики західного походження, серед яких:

- Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах;
- Методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL;
- Методика використання статистичних методів структурного аналізу, Big Data, та маркетингових досліджень у векторі авіації.

Також розглянуто методики східного походження, серед яких:

- Математично-матрична методика оцінки ризиків;
- Стратегія методик зменшення ризику за допомоги SMS;
- Методи аналізу безпеки польотів складних систем.

Окрім того, проаналізовано практики та загальноприйняті методики в Україні, серед яких:

- Методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів;
- Методика парних порівнянь;
- Методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП;
- Методика оцінки складних багатокритеріальних систем.

За результатами аналізу було виявлено, що існує широкий спектр методик оцінки безпеки польотів, які відрізняються за своїми підходами та можливостями.

Методики західного походження, як правило, більш деталізовані та ґрунтуються на статистичних методах аналізу і вектору оцінки безпосередньо

персоналу. Ці методики характеризуються комплексністю, багаторівневістю та системним підходом до оцінки безпеки польотів. Вони дозволяють кількісно оцінити ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження - оцінити широкий спектр характеристик безпеки польотів, але можуть бути складними у використанні та вимагати значних витрат.

Методики східного походження, як правило, більш спрощені та орієнтовані на практичне застосування але також характеризуються системним підходом до оцінки безпеки польотів. Вони дозволяють швидко та ефективно оцінити основні характеристики безпеки польотів, ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження.

Методики, що застосовуються в Україні, переважно є адаптаціями західної та східної практик. Вони враховують особливості вітчизняної авіації і характеризуються різноманітністю та використанням різних підходів до оцінки безпеки польотів, але можуть бути не досконалими сучасним вимогам.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи, було сформульовано питання розробки єдиного задокументованого стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польотів в Україні. Для цього проведений аналіз популярних практик і методик іноземного походження і вітчизняних розробок.

Загалом, можна зробити висновки, що:

- У світі існує широкий спектр методик оцінки безпеки польотів, які відрізняються за своїми підходами, методами та інструментарієм;
- Сучасні методики оцінки безпеки польотів характеризуються комплексністю, багаторівневістю та системним підходом. Вони дозволяють кількісно оцінити ризики, пов'язані з польотами, та розробити заходи щодо їх зниження;
- В Україні існує ряд методик оцінки безпеки польотів, які на різних рівнях відповідають міжнародним стандартам;

– Існує потреба в розробці єдиної методики оцінки безпеки польотів, яка б відповідала сучасним вимогам та була б придатна для використання в Україні.

– Розробка єдиного стандарту методики оцінки характеристик і показників безпеки польотів є перспективним напрямком досліджень у галузі безпеки польотів.

– За результатами аналізу визначено два комплекси методик, які є найбільш ефективними за суб'єктивною оцінкою:

○ Комплекс №1: Математично-матрична методика оцінки ризиків і методологічні підходи для оцінки параметрів і характеристик БП.

○ Комплекс №2: Застосування методології SeCRAM в управлінні ризиками у авіаційних терміналах, методика використання регресивного аналізу оцінки обмежень польотного часу FTL, методика статистичного розподілу оцінки характеристик безпеки польотів та методика парних порівнянь.

○ Комплекс №3, який включає в себе всі методики з комплексів 1 і 2, є більш масштабним і різнобічним, тому його впровадження в практику є менш реалістичним.

Основні рекомендації для впровадження стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польоту на авіапідприємствах є:

– Безпосереднє введення єдиного задокументованого стандарту оцінки безпеки польотів.

– Використання комплексів практик і методик №1,2 для вирішення оптимальності оцінки безпеки польотів.

– Реалізація цих рекомендацій дозволить підвищити рівень безпеки польотів в Україні.

Для більш ефективного впровадження стандарту з методики оцінки основних характеристик і показників безпеки польотів в Україні рекомендується:

1. Розробити детальний план впровадження стандарту, який враховує всі аспекти його реалізації, включаючи ресурсне забезпечення, підготовку персоналу тощо.

2. Провести широку роз'яснювальну роботу серед авіапідприємств щодо необхідності впровадження стандарту та його переваг.

3. Забезпечити постійний моніторинг та вдосконалення стандарту в міру накопичення досвіду його застосування.

.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Климчук В.О. Факторний аналіз: використання у психологічних дослідженнях // Практична психологія та соціальна робота. – 2006. – №8. – С. 43-48. [Електронний ресурс]- Режим доступу - <http://eprints.zu.edu.ua/4128/1/8.pdf>– (дата звернення 01.10.2023р.)- Назва з екрана
2. ПОВІТРЯНИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ «Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 48-49, ст.536» [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3393-17#Text> (дата звернення 05.10.2023р.) – Назва з екрана.
3. Матеріальні ресурси [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://esu.com.ua/article-66969#:~:text=МАТЕРІАЛЬНІ%20РЕСУРСИ%20–%20складова%20частина%20економічних,для%20досягнення%20конкретних%20економічних%20цілей>. (дата звернення 06.10.2023р.) – Назва з екрана.
4. Людські ресурси [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://esu.com.ua/article-59920> (дата звернення 06.10.2023р.) – Назва з екрана.
5. Витоки української авіації ресурси [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://kpi.ua/history-aviation> (дата звернення 08.10.2023р.) – Назва з екрана.
6. Конвенція про міжнародну цивільну авіацію [Електронний ресурс]- Режим доступу - https://uk.wikipedia.org/wiki/Конвенція_про_міжнародну_цивільну_авіацію (дата звернення 10.10.2023р.) – Назва з екрана.
7. Бортовий самописець [Електронний ресурс]- Режим доступу - https://uk.wikipedia.org/wiki/Бортовий_самописець (дата звернення 10.10.2023р.) – Назва з екрана.

8. Конференція зі скорочення та обмеження озброєнь [Електронний ресурс]- Режим доступу - https://uk.wikipedia.org/wiki/Конференція_зі_скорочення_та_обмеження_озброєнь_1932—1934 (дата звернення 10.10.2023р.) – Назва з екрана.
9. Ситник Ю. Б. Аналіз основних характеристик і показників стану безпеки польотів авіаційної системи / Ю. Б. Ситник // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХНУПС, 2021. – Вип. № 2(66). – С. 117–122. – DOI: 10.30748/soivt.2021.66.15.<https://ips.ligazakon.net/document/TM060889>
10. Філик Н.В. БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ ТА ПИТАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ЇЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / Н. В. Філик // Юридичний вісник. – Київ: НАУ, 2021. – Вип. № 1(54). – С. 14–2020. (дата звернення 11.10.2023р.)
11. Романович М. І. кафедра льотної експлуатації, аеродинаміки та динаміки польотів / М. І. Романович, Ю. Б. Ситник: Нац. ун-т. «НАУ». – Київ : Вид-во Нац. ун-ту «НАУ», 2021 - 20с. (дата звернення 13.10.2023р.)
12. Гончаренко Є. В. Культура безпеки польотів державної авіації України/ Є. В. Гончаренко // Наука і Оборона. – Київ: Нац. ун-т оборони України ім. І. Черняхівського, 2019. – Вип. № 1. – С. 36–122. – DOI: 10.33099/2618-1614-2019-6-1-36-39 (дата звернення 14.10.2023р.)
13. Міжнародна організація цивільної авіації (ІСАО). Доповідь про стан безпеки польотів у світі за 2022 рік. Монреаль: Міжнародна організація цивільної авіації, 2023. (дата звернення 15.10.2023р.)
14. Гузь В. А., Гуревич Д. Г., Супрун А. В. Безпека польотів: сучасні проблеми та перспективи розвитку / В. А. Гузь, Д. Г. Гуревич, А. В. Супрун. - Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2023 – 216 с. (дата звернення 15.10.2023р.)
15. Клименко О. М., Осадча О. В., Чумак М. В. Безпека польотів: управління та моніторинг / О.М. Клименко, О.В. Осадча, М.В. Чумак. - Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2022. (дата звернення 20.10.2023р.)
16. Аналіз стану безпеки польотів за результатами розслідування авіаційних подій а інцидентів з цивільними повітряними суднами України та

іноземними ПС, що сталися у 2022 році [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://nbaai.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/2022.pdf> (дата звернення 25.10.2023р.) – Назва з екрана.

17. Азаров В. В., Гайдук А. В. Безпека польотів: теорія та практика / В. В. Азаров, А. В. Гайдук. - Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2022.

18. ЛЬОТНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН: підруч. для студ. ВНЗ / [О. І. Тимочко та ін.]. – Кропивницький : 2023. – 180 с. (дата звернення 28.10.2023р.)

19. Управління безпекою польотами [Електронний ресурс]- Режим доступу - http://4ua.co.ua/transport/xa3ac69b4d53b88521216d37_0.html (дата звернення 29.10.2023р.) – Назва з екрана.

20. Наказ Міністерства транспорту України «Про затвердження Положення про систему управління безпекою польотів на авіаційному транспорті» від 25.11.2005 року № 895. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE11783> (дата звернення 31.10.2023р.)

21. Людський фактор [Електронний ресурс]- Режим доступу - https://uk.wikipedia.org/wiki/Людський_фактор (дата звернення 31.10.2023р.) – Назва з екрана.

22. ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОРУ СИСТЕМІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ: посіб. для студ. ВНЗ / [В. І. Бурлаков та ін.]. – Київ : 2018. – 118 с. (дата звернення 01.11.2023р.)

23. Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження Інструкції з експлуатації аеродромів державної авіації України» від 01.07.2013 року № 441. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zakon.cc/law/document/read/z1229-13> (дата звернення 01.11.2023р.)

24. Наказ Міністерства транспорту України «Про затвердження Правил видачі свідоцтв авіаційному персоналу в Україні» від 07.12.1998 року № 486. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0833-98#Text> (дата звернення 01.11.2023р.)

25. Наказ Державної Авіаційної служби України «Про затвердження Авіаційних правил України «Технічні вимоги та адміністративні процедури щодо льотної експлуатації в цивільній авіації»» від 07.12.1998 року № 682. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1109-18#Text> (дата звернення 01.11.2023р.)

26. Наказ Державної Авіаційної служби України «Про затвердження Змін до деяких наказів Державної авіаційної служби України» від 15.11.2019 року № 1562. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0594-19#Text> (дата звернення 02.11.2023р.)

27. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України «Про затвердження Правил сертифікації експлуатантів, що здійснюють експлуатацію цивільних повітряних суден (літаків) з метою виконання комерційних транспортних перевезень згідно з вимогами OPS 1» від 05.07.2018 року № 682. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0558-10> (дата звернення 02.11.2023р.)

28. Наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці «Про затвердження Порядку сертифікації персоналу з неруйнівного контролю» від 10.12.2012 року № 1387. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0514-97> (дата звернення 02.11.2023р.)

29. Шапенко Л. О., Леуська О. І., АВІАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ 2030: ПРОБЛЕМИ ПРИЙНЯТТЯ / Л. О. Шапенко О.І. Леуська // НАУ. – 2020. – С. 169 (дата звернення 05.11.2023р.)

30. Кіберфізична безпека для авіаційної та аерокосмічної промисловості [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://ts2.space/uk/кіберфізична-безпека-для-авіаційної/#gsc.tab=0> (дата звернення 06.11.2023р.) – Назва з екрана.

31. В темпі інновацій. Як технології безпілотного транспорту змінюють енергетичну галузь [Електронний ресурс]- Режим доступу -

<https://enerhodzherela.com.ua/analityka/v-tempi-innovacij> (дата звернення 07.11.2023р.) – Назва з екрана.

32. Bernsmed, K., Bour, G., Lundgren, M. and Bergström, E., 2022. An evaluation of practitioners' perceptions of a security risk assessment methodology in air traffic management projects. *Journal of Air Transport Management*, 102, p.102223. DOI: <https://doi.org/101016/j.jairtraman.2022.102223>. (дата звернення 08.11.2023р.)

33. Efthymiou, M.; Whiston, S.; O'Connell, J.F.; Brown, G.D. Flight Crew Evaluation of the Flight Time Limitations Regulation. *Case Stud. Transp. Policy* 2021, 9, 280–290. (дата звернення 10.11.2023р.)

34. Akyildirim E., Corbet S., Efthymiou M., Guiomard C., O'Connell J.F., The financial market effects of international aviation disasters. *Case Stud. Transp. Policy* 2022, 69, 101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101468>. (дата звернення 12.11.2023р.)

35. Bowden Z. E., Ragsdale C. T., The truck driver scheduling problem with fatigue monitoring *Case Stud. Transp. Policy* 2018, 110, 20–31 (дата звернення 15.11.2023р.)

36. Lee S., Kim J. K. Factors contributing to the risk of airline pilot fatigue *Case Stud. Transp. Policy* 2018, 67, 197–207 (дата звернення 16.11.2023р.)

37. Efthymiou M, Usher D, O'Connell J.F., Warnock-Smith D, Conyngham G. The factors influencing entry level airline pilot retention: An empirical study of Ryanair *Case Stud. Transp. Policy* 2021, 91, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101997> (дата звернення 17.11.2023р.)

38. Davidović J., Pešić D., Antić B. Professional drivers' fatigue as a problem of the modern era *Case Stud. Transp. Policy* 2018, 55, 199-209 (дата звернення 17.11.2023р.)

39. Efthymiou M., Fichert F., Lantsch O. Workload Perception of Air Traffic Control Officers and Pilots during Continuous Descent Operations Approach Procedures *Case Stud. Transp. Policy* 2019, 59, 2-11 (дата звернення 17.11.2023р.)

40. Corbet S., Efthymiou M., Lucey B., O'Connell J.F. When lightning strikes twice: The tragedy-induced demise and attempted corporate resuscitation of Malaysia airlines *Case Stud. Transp. Policy* 2021, Article 103109 (дата звернення 18.11.2023р.)
41. Yun X., Yoon S.-M. Impact of oil price change on airline's stock price and volatility: Evidence from China and South Korea *Case Stud. Transp. Policy* 2019, 668-679 (дата звернення 18.11.2023р.)
42. 2019 Annual report [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://indd.adobe.com/view/ce87b79f-2694-4c6c-95c8-e9c4d15b8421> (дата звернення 18.11.2023р.) – Назва з екрана.
43. Mostafa A. Safety and Risk Assessment of Civil Aircraft during Operation [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://www.intechopen.com/chapters/73525> (дата звернення 21.11.2023р.) – Назва з екрана.
44. Adjekum D. K., Tous M. F. Assessing the relationship between organizational management factors and a resilient safety culture in a collegiate aviation program with Safety Management Systems (SMS) *Case Stud. Transp. Policy* 2020, article 104909 (дата звернення 22.11.2023р.)
45. SMS Pro Aviation Safety Software Blog 4 Airlines & Airports [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/5-risk-mitigation-strategies-in-aviation-sms-programs> (дата звернення 23.11.2023р.) – Назва з екрана.
46. de Oliveira Í. R. et al. Safety analysis methods for complex systems in aviation //arXiv preprint arXiv:2208.02018. – 2022. (дата звернення 25.11.2023р.)
47. Schmitz C., Pape S. LiSRA: Lightweight security risk assessment for decision support in information security //Computers & Security. – 2020. – Т. 90. – С. 101656. (дата звернення 25.11.2023р.)
48. Martyniuk O., Radko O., Honcharenko Y. Оцінювання ризику в системі забезпечення безпеки польотів державної авіації України //Сучасні

інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2019. – Т. 34. – №. 1. – С. 155-160. (дата звернення 26.11.2023р.)

49. Abdalla A. DEVELOPMENT OF A METHOD OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE FLIGHT SAFETY CURRENT LEVEL DURING THE FORMATION OF AIRCRAFT FLOWS IN THE AREA OF RESPONSIBILITY. – 2021. (дата звернення 26.11.2023р.)

50. Лінійно-зважене середнє ковзне [Електронний ресурс]- Режим доступу - http://ni.biz.ua/14/14_3/14_34163_lineyno-vzveshennoe-srednee-skolzyashchee.html (дата звернення 26.11.2023р.) – Назва з екрана.

51. Сікірда Ю. В., Шмельова Т. Ф., Ткаченко Д. О. Оцінювання впливу організаційних факторів на безпеку польотів при управлінні повітряним рухом //Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2017. – №. 3. – С. 39-44.[f](#)

52. Оцінка складних систем: багатокритеріальний підхід [Електронний ресурс]- Режим доступу - <https://jais.net.ua/index.php/files/article/view/30> (дата звернення 26.11.2023р.) – Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Додаток А

Табл. А.1

Report fatigue – probit regression.

Empty Cell	Probit regression				Marginal effects	
	Coef.	Robust Std. Err.	P	dy/dx	dy/dx 95% Conf. Interval	
Female	-0.005	0.150	0.973	-0.002	-0.088	0.085
Age 35–44	0.096	0.138	0.485	0.028	-0.052	0.108
Age 45 or over	0.409**	0.151	0.007	0.121**	0.032	0.210
Less than 5 years' experience in industry	-0.321дi3*	0.131	0.014	-0.095*	-0.171	-0.020
Cabin Crew	-0.165	0.149	0.269	-0.049	-0.135	0.038
Trainer	-0.309	0.181	0.089	-0.091	-0.197	0.014
Short Haul	-0.047	0.137	0.730	-0.014	-0.093	0.065
Mixed Haul	-0.249	0.158	0.116	-0.074	-0.165	0.018
FTL Scheme (Own Knowledge – Poor)	0.397*	0.159	0.013	0.117*	0.026	0.209
FTL Crew Responsibilities (Own Knowledge – Poor)	-0.042	0.209	0.840	-0.013	-0.134	0.109

Продовження додатку А

Продовження табл. А.1

Familiar with Airlines Fatigue Risk Management	0.205	0.129	0.112	0.061	-0.014	0.135
Aware of changes to Flight Duty Period (FTL)	0.231	0.183	0.206	0.068	-0.038	0.174
Aware of changes to rest periods (FTL)	-0.164	0.183	0.369	-0.048	-0.154	0.057
FTL 5 item (Fatigue Knowledge)	-0.342***	0.080	0.001	-0.101***	-0.147	-0.055
Just/Safety Culture (6-item)	-0.017	0.084	0.840	-0.005	-0.054	0.043
Comfortable with reporting fatigue	1.075***	0.128	0.001	0.318***	0.245	0.391
Agrees issues of fatigue are taken seriously	-0.113	0.136	0.404	-0.033	-0.112	0.045
Constant	-0.395	0.348	0.255			
Chi-squared (df = 18)	$\chi^2 = 157.33***$					
Log Likelihood	-375.15693					
Correctly classified	77.2%					
N	794					

Operated fatigued – probit regression.

Empty Cell	Probit regression			Marginal effects		
	Coef.	Robust Std. Err.	P	dy/dx	dy/dx 95% Conf. Interval	
Female	0.180	0.157	0.251	0.039	-0.028	0.106
Age 35–44	0.189	0.159	0.235	0.041	-0.026	0.109
Age 45 or over	0.198	0.167	0.236	0.043	-0.028	0.114
Less than 5 years' experience in industry	-0.191	0.141	0.174	-0.042	-0.102	0.019
Cabin Crew	-0.107	0.149	0.471	-0.023	-0.087	0.040
Trainer	-0.349	0.192	0.069	-0.076	-0.158	0.006
Short Haul	0.203	0.151	0.177	0.044	-0.020	0.109
Mixed Haul	-0.063	0.164	0.702	-0.014	-0.084	0.056
FTL Scheme (Own Knowledge – Poor)	-0.098	0.180	0.585	-0.021	-0.098	0.055
FTL Crew Responsibilities (Own Knowledge – Poor)	0.254	0.231	0.272	0.055	-0.043	0.154

Продовження додатку А

Продовження табл. А.2

Familiar with Airlines Fatigue Risk Management	-0.337*	0.137	0.014	-0.073*	-0.132	-0.015
Aware of changes to Flight Duty Period (FTL)	0.024	0.199	0.904	0.005	-0.080	0.090
Aware of changes to rest periods (FTL)	0.320	0.197	0.104	0.070	-0.014	0.154
FTL 5 item (Fatigue Knowledge)	-0.216*	0.087	0.014	-0.047*	-0.084	-0.010
Just/Safety Culture (6-item)	-0.396***	0.095	0.001	-0.086***	-0.126	-0.046
Comfortable with reporting fatigue	-0.177	0.136	0.194	-0.038	-0.096	0.019
Agrees issues of fatigue are taken seriously	-0.429***	0.133	0.001	-0.093***	-0.150	-0.037
Constant	3.180	0.392	0.001			
Chi-squared (df = 18)	$\chi^2 = 116.67***$					
Log Likelihood	-309.37893					
Correctly classified	82.49%					
N	794					

Sample of severity and likelihood criteria

Severity of consequences			Likelihood of occurrence		
Severity Level	Definition	Value	Likelihood level	Definition	Value
Catastrophic	Hardware annihilated; different passings	5	Frequent	Likely to occur many times	5
Hazardous	Enormous decrease in safety edges, physical trouble or a remaining burden to such an extent that administrators cannot be depended upon to play out their undertakings precisely or totally. Genuine injury or demise to various individuals. Significant gear harm	4	Occasional	Likely to occur sometimes	4

Major	Huge decrease in safety edge, decrease in the capacity of administrators to adapt to unfriendly working conditions hindering their effectiveness. Genuine occurrence. Injury to people	3	Remote	Unlikely but possible to occur	3
Minor	Nuisance. Operating limitations.	2	Improbable	Very unlikely to occur	2
	Use of emergency procedures. Minor incident				
Negligible	Little consequence	1	Extremely improbable	Almost inconceivable that the event will occur	1

Failure condition definition and relationship with probability

Failure condition	Definition	Qualitative probability	Quantitative probability— Average probability per flight
			hour
No safety effect	Failure conditions that would have no effect on safety; that would not affect the operational capability of the airplane or increased workload	No probability requirement	No probability requirement
Minor	Failure conditions which would not significantly reduce airplane safety, and which involve crew actions that is well within their capabilities. May include, for example, a slight reduction in safety margins or functional capabilities, a slight increase in crew workload, such as routine flight plan changes, or some physical discomfort to passengers or cabin crew	Probable—that can be anticipated to occur one or more times during the entire operational life of each airplane	Probability $>1 \times 10^{-5}$

<p>Major</p>	<p>Disappointment conditions which would lessen the capacity of the plane or the capacity of the group to adapt to antagonistic working conditions to the degree that there would be, for instance, a critical decrease in safety edges or useful abilities, a huge increment in team outstanding task at hand or in conditions debilitating group effectiveness, or inconvenience to the flight team, of physical trouble to travelers or lodge group, conceivably including wounds</p>	<p>Remote— unlikely to occur to each airplane during its total life, but which may occur several times when considering the total operational life of a number of airplanes of the type</p>	<p>$1 \times 10^{-7} < \text{Prob.} < 1 \times 10^{-5}$</p>
--------------	--	---	--

Hazardous	Disappointment conditions, which would decrease the capacity of the plane or the capacity of the group to adapt to unfriendly working, conditions to the degree that would be:	Extremely remote— not anticipated to occur to each airplane during its total life but which may occur a few times when considering the total operational life of all airplanes of the type	$1 \times 10^{-9} < \text{Prob.} < 1 \times 10^{-7}$
	A huge decrease in safety edge or practical capacities		
	Physical trouble or over the top outstanding burden with the end goal that the flight group cannot be the depended upon to play out their errands precisely or totally		
	Serious or deadly injury to a generally modest number of the inhabitants other than flight group		
Catastrophic	Failure conditions which would result in multiple fatalities, usually with the loss of the airplane	Extremely improbable—unlikely that they are not anticipated occurring during the entire operational life of all airplanes of one type	Probability $< 1 \times 10^{-9}$