

АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА

УДК 656.7.086

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.3.2/04>

Стратонов В.М.

<https://orcid.org/0000-0002-7366-4137>

Українська державна льотна академія

ПРОБЛЕМИ МІЖСУБ'ЄКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У СИСТЕМІ «ПЛОТ-ДИСПЕТЧЕР-РЯТУВАЛЬНИК» ПІД ЧАС ПОЖЕЖ НА ПОВІТРЯНИХ СУДНАХ

Метою статті є аналіз випадків пожеж на повітряних суднах (ПС) та виявлення закономірностей щодо проблем координації і комунікації між льотним екіпажем, диспетчером служби управління повітряним рухом (УПР) та службою аварійно-рятувального і протипожежного забезпечення (АРПЗП). Дослідження спирається на аналіз звітів про розслідування авіаційних подій (АП), пов'язаних із пожежою на борту, а також на звіти міжнародних авіаційних організацій щодо статистичних даних. Під час дослідження застосовувався метод синтезу емпіричних даних для оцінки ефективності алгоритмів спільної діяльності учасників авіаційно-транспортної системи під час надзвичайних ситуацій (НС).

Встановлено, що незважаючи на загальне зниження кількості АП, інциденти, в яких є загиблі, все ще залишаються суттєвою проблемою, а значна частина АП відбувається під час польоту. Доведено, що стандартний алгоритм взаємодії «пілот-диспетчер-рятувальник» є вкрай вразливим до відмов техніки та проблем, що пов'язані з людським фактором. Аналіз деяких катастроф свідчить, що навіть за умов успішної посадки ПС, відсутність чіткої комунікації та координації у перші хвилини призводить до трагічних наслідків. Задимлення салону та кабіни ПС, використання кисневих масок та паніка часто негативно впливають на ланцюг передачі інформації через диспетчера, який виступає центральним комунікаційним вузлом. Доведено, що існуюча лінійна схема передачі інформації створює значні затримки, які під час пожеж вимірюються людськими життями. Обґрунтовано необхідність зміщення наукового фокусу з суто технічних аспектів на системну інтеграцію алгоритмів реагування та покращення міжсуб'єктної взаємодії.

Запропоновано на законодавчому та технічному рівнях розглянути можливість обов'язкового впровадження систем прямого аварійного зв'язку, що дозволить командир пожежного розрахунку спілкуватися безпосередньо з командиром ПС. Окрім цього рекомендовано здійснювати спільні міжвідомчі тренування з урахуванням реальних комунікаційних проблем, а також використовувати системи штучного інтелекту чи багатокритеріальний підхід для підтримки прийняття рішень щодо вибору оптимального місця посадки.

Ключові слова: пошук та рятування, пожежа, авіаційна подія, міжсуб'єктна взаємодія, спільні рішення.

Постановка проблеми. Сучасний технологічний рівень за останні десятиліття дозволив значно знизити ризики виникнення АП у цивільній авіації (ЦА). Окрім удосконалення безпекової складової авіаційної техніки, Міжнародна організація ЦА (ІСАО) у співробітництві з національними регулюючими органами з питань ЦА постійно працюють та реалізують на законодавчому рівні нормативно-правові акти, які мають на меті попередження АП.

Але незважаючи на це, ми постійно є свідками АП різного ступеня тяжкості: від інцидентів до катастроф. Це у першу чергу є наслідком тих факторів, вплинути на які досить проблематично (людський фактор), або ж факторів, що породжені відсутністю дієвих алгоритмів щодо спільної діяльності учасників авіаційно-транспортної системи під час різних за природою НС. Аспекти міжсуб'єктної взаємодії у роботі розглядаються у контексті безпеки польотів при пожежах на борту ПС під час польоту.

© Стратонов В.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0



Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема забезпечення безпеки польотів в умовах виникнення пожежі на борту ПС залишається одним із найбільших викликів для сучасної ЦА. У роботі Чжан Ц. (Q. Zhang) [1] пропонується концепція «розумного вантажного контейнеру», що полягає в ізолюванні процесу пожежогасіння всередині кожного контейнеру, запобігаючи таким чином розповсюдження вогню по ПС. Поеднання алгоритмів комп'ютерного зору, технології радіочастотної ідентифікації та камер інфрачервоного діапазону задля раннього виявлення пожеж досліджено у роботі Ван К. (K. Wang) [2]. Ще ряд праць за останній період присвяченні проблемі самозаймань літій-іонних батарей під час їх транспортування авіатранспортом.

Однак, загалом, аналіз наукових досліджень останніх років демонструє зміщення фокусу із суто технічних аспектів, як то проблем вогнестійкості матеріалів, на дослідження питань людського фактора, стресостійкості екіпажів та міжсуб'єктної взаємодії.

Вітчизняні науковці (Т. Шмельова, Ю. Сікірда, М. Яцко, В. Смоланка, О. Сечко, Ю. Серостанов, М. Жарікова) активно досліджують механізми спільного прийняття рішень в умовах аварійних ситуацій. До прикладу, деякі аспекти людського фактору (діагностування емоційного стану людини-оператора й оптимізація процесу надання екстренної медичної допомоги) розглядалися у роботі [3], та у роботі [4], яка була присвячена впровадженню інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі багатокритеріальних стохастичних моделей, що дозволяє оптимізувати дії екіпажу у разі проблем зі здоров'ям командира ПС. Зокрема у роботі [5] з застосуванням детерміністичних, стохастичних та нестохастичних моделей опрацьовувалась можливість отримання оптимального спільного рішення (аварійна ситуація (АС), що пов'язана з підбором оптимального місця приводнення ПС після зіткнення з хмарою вулканічного попелу), тоді як у [6] розглядався процес прийняття рішень екіпажем ПС у випадку розгерметизації.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз випадків пожеж на ПС й виявлення закономірностей щодо проблем координації та комунікації між льотним екіпажем, диспетчером УПР та службою АРПЗП.

Виклад основного матеріалу. Провівши аналіз АС за останні роки, було встановлено, що до прикладу 2023 рік був найбезпечнішим за останні п'ять років з точки зору таких показників, як «кіль-

кість АС із загиблими» та «загальна кількість загиблих під час АС». Якщо ж зупинятися на проблемі АС, що пов'язані з пожежами на ПС, то за 2023 рік було зафіксовано всього лише 1 випадок (Boeing 737-9 Max, 09.30.2023) пожежі на борту ПС, під час якого не було зафіксовано загиблих чи постраждалих, а фюзеляж ПС зазнав лиш незначних пошкоджень.

У наступному 2024 році авіаційна галузь за даними Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA) продемонструвала не менш високий рівень безпеки, покращивши п'ятирічні середні показники за кількома ключовими параметрами. Водночас, у порівнянні з 2023 роком, спостерігалось деяке «погіршення» статистики АС. Так у 2024 році було зафіксовано сім АП із летальними наслідками (загалом проаналізовано 40,6 мільйона польотів).

Під час даних авіакатастроф кількість загиблих сягнула 244 осіб, що значно перевищує відповідний показник 2023 року (72 загиблих) та п'ятирічний середній рівень (144 загиблих). У 2024 році найчастіше траплялися АП, що пов'язані з викочуванням ПС за межі злітно-посадкової смуги (ЗПС). Згідно з інтерактивним звітом про безпеку IATA [7], який дає змогу відфільтрувати АП за типом та періодом спостереження, у період з 2015 по 2024 роки було зафіксовано 40 АП, що пов'язані з пошкодженням ПС під час польоту (In-flight Damage), з них 2 події, причиною яких була пожежа на борту [8].

Наведену статистику підтверджує й звіт щодо безпеки польотів Airbus за 1958-2024 роки [9]. Незважаючи на беззаперечну тенденцію щодо зниження кількості випадків АС, кількість аварій та катастроф, що відбулись на етапі польоту по маршруту та на етапі зльоту ПС залишається суттєвою (рис. 1).

У даному звіті додатково виокремлено причини, що призвели до АС. Так за період 2004 по 2024 роки причиною, що призвела до найбільшої кількості АС є втрата контролю над управлінням ПС у польоті - 34% від усіх АП, що супроводжувались загибеллю пасажирів та членів екіпажу. Серед інших причин, що найчастіше призводили як до загибелі людей, так і до суттєвих пошкоджень авіатехніки відносять здійснення вимушених контрольованих посадок в непристосованих умовах та викочування ПС за межі ЗПС. Пожежі є причиною приблизно 3% від усіх АП за вказаний час спостереження.

Особливості розвитку пожеж на ПС. Пожежа на борту ПС під час польоту, як першо-

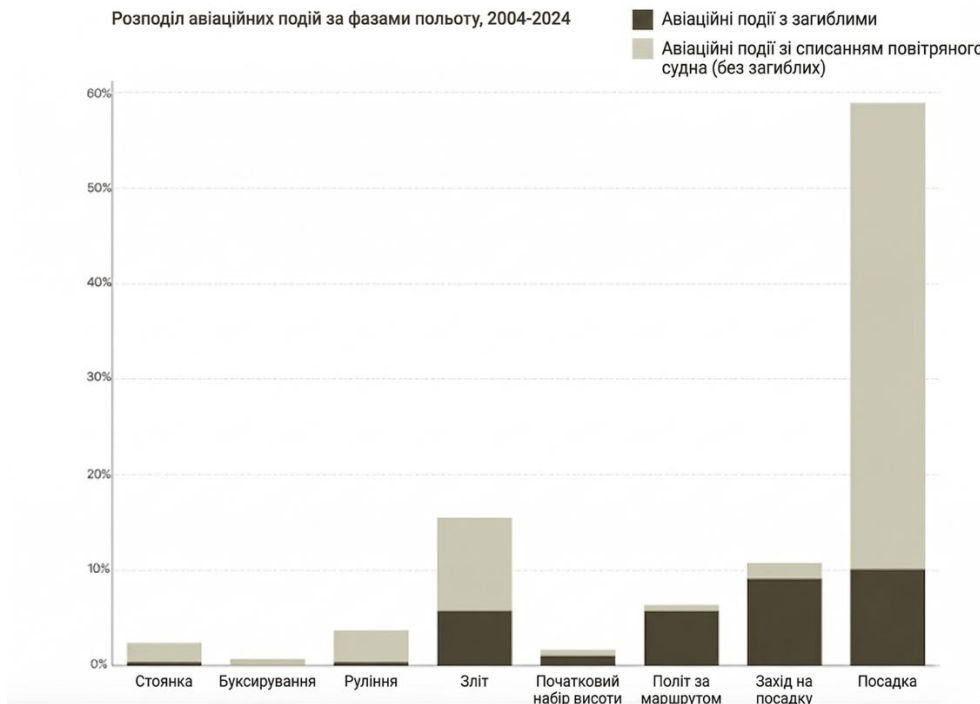


Рис. 1. Розподіл авіаційних подій за фазою польоту у 2004-2024 роках

причина АП, не є основною протягом останніх десятиліть. Однак за своєю специфікою є однією з найнебезпечніших явищ, що можуть виникнути під час польоту. Зокрема, у разі пожежі під час польоту у екіпажу ПС є приблизно 17 хвилин для того, щоб здійснити посадку, інакше ПС опиниться у неконтрольованому стані [10]. У цивільній авіації тип пожежі на ПС визначають відповідно до місця її виникнення: кабіни, салону, вантажного відділення, двигунів, електромережі. За останні роки з'явилися нові джерела небезпеки, які можуть стати причиною пожежі. Даними джерелами небезпеки є здебільшого електронні пристрої з літєвою батареєю (електронні сигарети, павербанки, мобільні телефони, ноутбуки та ін.), які за певних режимів та умов використання можуть самозайнятися.

Пожежі двигуна(ів) зазвичай виявляються й локалізуються завдяки вбудованим системам виявлення та гасіння пожеж. Однак у деяких випадках, наприклад, при вибуховому руйнуванні турбіни, характер пожежі може перевищувати можливості стандартних систем, що може призвести до поширення вогню на крило або фюзеляж. Наявність диму на борту суттєво ускладнює видимість, що особливо критично у кабіні екіпажу. Наприклад, пожежа електромереж ПС зазвичай супроводжується густим білим димом, який може повністю закрити огляд приладів, фак-

тично позбавляючи екіпаж можливості керувати ПС. Крім того, продукти горіння зазвичай мають високий ступінь токсичності й впливають на органи дихання та зору [10].

Основними ж причинами пожеж силових установок є надмірна подача палива, технічні несправності, розриви паливопроводів, руйнування лопаток ротора та ін. Тепло, що передається від епіцентру пожежі (двигуна, що палає) через обшивку фюзеляжу нагріває внутрішні конструктивні елементи, крісла та повітря у пасажирському салоні, що призводить до значного зростання температури. Перевищення температури спричиняє втрату свідомості більшості пасажирів, що унеможливує їхню самостійну евакуацію.

Вимушені посадки ПС з двигуном, що горить, можуть призвести до пожежі розлитого авіаційного палива (за умови, якщо екіпаж не встиг злити паливо перед приземленням). Саме тому служби АРПЗП після прибуття на місце АП повинні негайно організувати подавання повітряно-механічної піни для гасіння основних осередків пожежі, що були спричинені розлитим авіаційним паливом. В умовах інтенсивної пожежі розлитого палива вогнестійкість обшивки фюзеляжу становить від 40 до 120 секунд. Пожежі даного типу спричиняють швидке підвищення температури всередині корпусу ПС, прогорання обшивки та поширення вогню у пасажирський салон й кабіну

екіпажу, а також створюють умови для вибуху паливних баків [11].

Виникнення масштабної пожежі в пасажирському салоні та інших внутрішніх приміщеннях також є однією з найнебезпечніших ситуацій, з якою може зіткнутися екіпаж у польоті. Серед особливостей варто відмітити те, що даний тип пожеж здатний викликати паніку серед пасажирів, які інстинктивно переміщуватимуться у протилежну від місця загоряння частину ПС, що призводить до порушення центрування й ускладнює керування ПС. Ще одна особливість пожеж даного типу полягає у тому, що її початковий етап розвитку може відбуватися у недоступних для екіпажу зонах (наприклад, над стелею кабіни), де відсутній прямий доступ для подачі вогнегасної речовини [12].

Аналіз випадків пожеж на ПС. Як відомо, стандартний алгоритм дій льотного екіпажу у разі виникнення пожежі має три послідовні кроки: «Aviate-Navigate-Communicate» (керуй-орієнтуйся-комунікуй). Першочерговим завданням екіпажу є збереження управління над ПС та виконання аварійних чек-листів: перекриття паливних магістралей, приведення у дію бортових систем пожежогасіння. Тільки після цього екіпаж ініціює комунікацію, оголошуючи надзвичайну ситуацію (MAYDAY або PAN-PAN) та передає інформацію щодо пожежі диспетчеру УПР.

У цій схемі диспетчер УПР виступає центральним комунікаційним вузлом. Для забезпечення своєчасного реагування на АС підрозділами АРПЗП, диспетчер повинен з'ясувати та передати рятувальникам інформацію щодо типу ПС, орієнтовного часу посадки, інформацію про залишок палива, наявність небезпечних вантажів, кількість людей на борту та інформацію про виділену для позачергової посадки ЗПС. Згідно зі стандартами ІКАО, час розгортання АРПЗП від моменту оголошення тривоги до моменту прибуття перших підрозділів рятувальної служби до місця, де буде проводитись пожежогасіння не повинно перевищувати 3 хвилини. Проте зазначений алгоритм взаємодії «пілот-диспетчер-рятувальник» є достатньо вразливий до відмов техніки, проблем комунікації, та інших недоліків, що пов'язані з людським фактором. АП, що проаналізовані нижче, тільки підтверджують дане твердження.

Першим випадком АП, що наводиться у аналізі є катастрофа рейсу **Saudia Flight 163 (1980 рік)** у Саудівській Аравії. Після отримання сигналу про пожежу у багажному відділенні екіпаж Lockheed L-1011 зумів повернутися в аеропорт

вильоту і здійснити успішну посадку. Диспетчер УПР своєчасно підготував підрозділи АРПЗП, які очікували екстреного гальмування ПС на початку ЗПС. Проте екіпаж не здійснив аварійної зупинки й ПС прокотилося всією ЗПС, а потім і руліжною доріжкою, змусивши рятувальні засоби переслідувати ПС. Найгіршим виявилось те, що після зупинки пілоти понад три хвилини не вимикали двигуни. Рятувальники фізично не могли наблизитися до фюзеляжу через небезпеку затягування у турбіну. Водночас усередині ПС виникли серйозні проблеми з організацією процесу евакуації: командир ПС через паніку та дезорганізацію не зумів організувати своєчасне покидання салону пасажирами та екіпажем. Надалі пожежа посилювалась й усі хто перебував на борту ПС загинули від вогню та отруєння чадним газом [13].

Інколи, вдалі обставини, що склалися на початку АС можуть бути знівельовані недостатньою комунікацією у трикутнику «пілот-диспетчер-рятувальник», як це сталося під час катастрофи **British Airtours Flight 328 (28М) (1985 рік)** у Манчестері. Після руйнування двигуна унаслідок пожежі під час розбігу ПС, екіпаж Boeing 737 ухвалив рішення про відміну зльоту. Диспетчер вчасно помітив полум'я й проінформував службу АРПЗП. Однак льотний екіпаж, не володіючи інформацією про силу та напрям вітру на ЗПС, ухвалив рішення звернути на руліжну доріжку. Цей маневр розвернув ПС так, що вітер поніс полум'я безпосередньо на хвостову частину фюзеляжу, створюючи ефект паяльної лампи. Проблема комунікації полягала у тому, що диспетчер мав обмежені можливості щодо надання порад екіпажу про позиціонування ПС відносно вітру. Швидке поширення вогню та хаос під час евакуації призвели до загибелі 55 осіб [14].

Катастрофа **Swissair Flight 111 (1998 рік)** над Атлантикою стала наглядним прикладом втрати дорогоцінного часу через порушення термінології. У даному випадку екіпаж відчувши запах диму спочатку передав сигнал PAN-PAN, вважаючи, що запах диму був визваний несправністю кондиціонера (насправді ж відбулось коротке замикання у енергетичній системі ПС). Відтак, диспетчер не усвідомив масштабів загрози, і замість екстреного зниження між пілотом та «землею» почались обговорення щодо скидання палива над океаном. Відсутність вчасних вказівок з боку органу УПР призвела до втрати безцінних хвилин, за які пожежа перепалила системи керування літаком, що спричинило падіння в океан та загибель 229 осіб. Через раптову втрату зв'язку АРПЗП не були про-

інформовані про місце приводнення й змушені були шукати місце катастрофи фактично наосліп (хоча це місце було усього за 5 морських миль від затоки поблизу м. Пеггіс-Коув) [15].

Ще яскравіше проблему взаємодії продемонструвала катастрофа з бортом **UPS Airlines Flight 6 (2010 рік)** у Дубаї. Першопричиною авіакатастрофи стало самозаймання вантажу літій-іонних батарей, що призвело до утворення густого диму, який не дозволив пілотам перемкнути частоту зв'язку з бахрейнського диспетчера на диспетчера аеропорту Дубая. Комунікація здійснювалася через інші пасажирські ПС, що перебували поруч у повітрі. Орган УПР не мав повної інформації щодо ситуації на борту, тож затримки у передачі команд призвели до втрати просторової орієнтації екіпажем. Дезорієнтоване ПС здійснило вимушену посадку поза межами аеродрому у безлюдному районі, де сили та засоби АРПЗП не мали змоги вчасно надати допомогу. Унаслідок АП загинули обидва пілоти. Цей випадок демонструє важливість підтримання постійного зв'язку для координації дій спершу між пілотом та диспетчером, пізніше між диспетчером та рятувальниками (для їх спрямування до місця АП) [16].

Проблеми сумісних дій яскраво проявляються навіть тоді, коли ПС залишається на землі і здається, що АС вже майже ліквідована. Так під час АП з рейсом **American Airlines Flight 383 (2016 рік)** у Чикаго відбулося руйнування правого двигуна. Диспетчер миттєво зреагував, й перші рятувальні засоби прибули за дві хвилини до аварійного ПС. Проте всередині літака виник хаос: пілоти через паніку не заглушили лівий (неушкоджений) двигун, бортпроводники, що бачили загрозу від працюючих двигунів не змогли зв'язатися з кабіною пілотів. Внаслідок втрати зв'язку евакуація розпочалася хаотично, і пасажирів вистрибували просто під реактивний струмінь працюючого лівого двигуна, отримуючи при цьому травми. АРПЗП також наражались на смертельну небезпеку, не маючи прямого зв'язку з льотним екіпажем, щоб наказати командирі ПС заглушити двигун [17].

Висновки. Синтез емпіричних даних, отриманих у результаті аналізу АП, дозволяє зробити висновок: аспекти міжсуб'єктної взаємодії є вкрай вразливими у системі забезпечення без-

пеки польотів. Проведений аналіз причин авіакатастроф рейсів Saudia 163, American Airlines 383 свідчить про одну спільну рису - навіть якщо екіпажу вдається вдало посадити ПС, що горить, відсутність чіткої комунікації у перші хвилини АП з великою ймовірністю може призвести до трагічних наслідків.

Практика показує, що взаємодія трикутника «пілот-диспетчер-рятувальник» час від часу демонструє системні недоліки в умовах гострого стресу. У цій лінійній схемі кожна ланка вносить певну затримку, що в умовах пожеж авіаційної техніки буквально вимірюється людськими життями. Отримані результати підтверджують, що особливої уваги та трансформації підходів потребує саме координація між рятувальними службами та льотними екіпажами.

Для вирішення цієї проблеми подальші наукові дослідження мають зосередитися на кількох напрямках. Насамперед йдеться про обов'язкове глобальне впровадження систем прямого аварійного зв'язку (Direct Emergency Communication) [18]. Це дозволить командирі пожежного розрахунку спілкуватися з командиром ПС безпосередньо, минаючи ланку диспетчера УПР для узгодження шляхів евакуації, орієнтації ПС за вітром чи для наказу про зупинку працюючих двигунів.

Не менш важливим аспектом є проведення спільних міжвідомчих тренувань. Такі навчання повинні імітувати не лише відпрацювання вже відомого алгоритму (отримання сповіщення, формування необхідних сил та засобів, виїзд у задану точку та ін.), а й враховувати проблематику комунікації, яка характерна для реальних АП - відмова внутрішнього бортового зв'язку, управління пасажирами у стані паніки та ін.

Паралельно з цим необхідно мінімізувати негативний вплив людського фактора на етапі вибору оптимального місця посадки ПС. Даний аспект може бути реалізований шляхом попереднього обрахунку на основі багатокритеріального підходу, або ж через впровадження автоматизованих систем штучного інтелекту (навчені на стандартах ІСАО та досвіді й рішеннях попередніх АП), які б у недирективній формі надавали поради щодо прийняття рішення у ланцюгу «пілот-диспетчер-рятувальник».

Список літератури:

1. Zhang Q., Wang Y. C., Soutis C., Gresil M. Development of a fire detection and suppression system for a smart air cargo container. *The Aeronautical Journal*. 2021. Vol. 125, No. 1283. P. 205–222. DOI: <https://doi.org/10.1017/aer.2020.89>.
2. Wang K., Zhang W., Song X. A Fire Detection Method for Aircraft Cargo Compartments Utilizing Radio Frequency Identification Technology and an Improved YOLO Model. *Electronics*. 2025. Vol. 14, No. 1. Art. 106. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics14010106>.

3. Shmelova T., Smolanka V., Sikirda Y., Sechko O. Real-time monitoring and diagnostics of the person's emotional state and decision-making in extreme situations for healthcare. *Decision Making and Analysis*. 2024. P. 11–32. DOI: <https://doi.org/10.55976/dma.22024121911-32>.
4. Shmelova T., Yatsko M., Sierostanov I. Collaborative Decision Making (CDM) in Emergency Caused by Captain Incapacitation: Deterministic and Stochastic Modelling. *International Journal of Decision Support System Technology*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 1–27. <https://doi.org/10.4018/IJDSST.320477>
5. Shmelova T., Sikirda Y., Yatsko M., Stratonov V. Integration of Deterministic, Stochastic, and Non-stochastic Models to Obtain an Optimal Collaborative Decision in the Flight Emergency. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Advances in Civil Aviation Systems Development*. Cham : Springer, 2024. P. 205–223. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-60196-5_17.
6. Shmelova T., Chialastri A., Yatsko M., Sikirda Y., Zharikova M. Decision-Making Models by the Aircraft Crew in Emergency “Depressurization”. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2022)*. Aachen : CEUR-WS.org, 2023. Vol. 3422. P. 132–145. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3422/Paper12.pdf>.
7. Interactive Safety Report / International Air Transport Association. URL: <https://www.iata.org/en/publications/safety-report/interactive-safety-report/> (дата звернення: 22.03.2026).
8. IATA Releases 2024 Safety Report / International Air Transport Association. 2025. URL: <https://www.iata.org/en/pressroom/2025-releases/2025-02-26-01/> (дата звернення: 22.03.2026).
9. A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents / Airbus. 2025. URL: https://accidentstats.airbus.com/wp-content/uploads/2025/02/20241325_A-Statistical-analysis-of-commercial-aviation-accidents-2025-links.pdf (дата звернення: 22.03.2026).
10. Fire in the Air / SKYbrary. URL: <https://skybrary.aero/articles/fire-air> (дата звернення: 22.03.2026).
11. Аветісян В. Г., Сенчихін Ю. М., Ораєвський Д. В. Організація аварійно-рятувальних робіт на авіаційному транспорті : навч. посіб. Харків : НУЦЗУ, 2012. 108 с.
12. Passenger Cabin Fire / SKYbrary. URL: <https://skybrary.aero/articles/passenger-cabin-fire> (дата звернення: 22.03.2026).
13. Aircraft Accident Report: Saudi Arabian Airlines, Lockheed L-1011, HZ-AHK, Riyadh, Saudi Arabia, August 19, 1980 / Presidency of Civil Aviation. Jeddah, 1982. URL: <https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/AircraftAccidentReportSAA.pdf> (дата звернення: 22.03.2026).
14. Report on the accident to Boeing 737-236 series 1, G-BGJL at Manchester International Airport on 22 August 1985 : Aircraft Accident Report 8/1988 / Air Accidents Investigation Branch. London : Her Majesty's Stationery Office, 1989. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422efe840f0b61342000277/8-1988_G-BGJL.pdf (дата звернення: 22.03.2026).
15. Aviation Investigation Report: In-Flight Fire Leading to Collision with Water, Swissair Transport Limited, McDonnell Douglas MD-11 HB-IWF, Peggy's Cove, Nova Scotia 5 nm SW, 2 September 1998 : Report Number A98H0003 / Transportation Safety Board of Canada. Gatineau, 2003. URL: <https://www.tsb.gc.ca/sites/default/files/rappports-reports/aviation/A98H0003/eng/a98h0003.pdf> (дата звернення: 22.03.2026).
16. Air Accident Investigation Report: Uncontained Cargo Fire Leading to Loss of Control Inflight and Uncontrolled Descent Into Terrain, Boeing 747-44AF, N571UP, Dubai, United Arab Emirates, 03 September 2010 / General Civil Aviation Authority of the United Arab Emirates. Abu Dhabi, 2013. URL: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2022-11/UPS6_Accident_Report.pdf (дата звернення: 22.03.2026).
17. Uncontained Engine Failure and Subsequent Fire, American Airlines Flight 383, Boeing 767-323, N345AN, Chicago, Illinois, October 28, 2016 : Aircraft Accident Report NTSB/AAR-18/01 / National Transportation Safety Board. Washington, 2018. URL: <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/aar1801.pdf> (дата звернення: 22.03.2026).
18. Direct Emergency Communication / SKYbrary. URL: <https://skybrary.aero/articles/direct-emergency-communication> (дата звернення: 22.03.2026).

Stratonov V.M. PROBLEMS OF INTER-SUBJECT INTERACTION IN THE "PILOT - AIR TRAFFIC CONTROLLER - RESCUER" SYSTEM DURING AIRCRAFT FIRES

The purpose of the article is to analyze cases of aircraft (AC) fires and identify patterns regarding coordination and communication problems among the flight crew, air traffic controllers (ATC), and rescue and firefighting services (RFFS). The research is based on the analysis of aviation occurrence (AO) investigation reports related to in-flight fires, as well as statistical data reports from international aviation organizations. The study employed the method of empirical data synthesis to evaluate the effectiveness of joint activity algorithms of aviation transport system participants during emergency situations.

It has been established that despite a general decrease in the number of AOs, incidents involving fatalities still remain a significant problem, and a substantial part of AOs occur during en-route flights. It has been proven that the standard "pilot-controller-rescuer" interaction algorithm is highly vulnerable to equipment failures and issues related to human factors. The analysis of several catastrophes indicates that even in the event of a successful AC landing, the lack of clear communication and coordination in the first few minutes leads to tragic consequences. Cabin and cockpit smoke, the use of oxygen masks, and panic often negatively affect the information transmission chain through the controller, who acts as the central communication hub. It has been demonstrated that the existing linear scheme of information transmission creates significant delays, which during fires are measured in human lives. The necessity of shifting the scientific focus from purely technical aspects to the systemic integration of response algorithms and the improvement of inter-subject interaction is substantiated.

It is proposed to consider, at legislative and technical levels, the mandatory implementation of direct emergency communication systems, which will allow the fire crew commander to communicate directly with the pilot-in-command. Additionally, it is recommended to conduct joint interagency training taking into account real communication problems, as well as to use artificial intelligence systems or a multi-criteria approach for decision-making support regarding the selection of the optimal landing site.

Keywords: *search and rescue, fire, aviation occurrence, inter-subject interaction, joint decisions.*

Дата першого надходження статті до видання: 23.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026