

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

УДК 614.8; 377.3:69:614

СУШКО НАДІЯ СЕРГІЇВНА

УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБІТ З
ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Спеціальність 263 – цивільна безпека

Галузь знань 26 – цивільна безпека

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Н.С. СУШКО

Науковий керівник – Чеберячко Юрій Іванович
доктор технічних наук, професор

Дніпро
НТУ ДП
2025

АНОТАЦІЯ

Сушко Н.С. Управління професійними ризиком при виконанні робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека (26 – цивільна безпека) – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Дніпро, 2025.

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуальної науково-прикладної задачі з обґрунтування теоретичних і методичних положень, розробки науково-практичних рекомендацій щодо управління професійними ризиками при ліквідації надзвичайних ситуацій на основі узагальнення існуючих підходів до реалізації функцій планування, організації, контролю та координації діяльності підрозділів ДСНС України та своєчасної ідентифікації, оцінювання та попередження настання небезпечних подій, які призводять до втрат життя і здоров'я особового складу з метою їх усунення, мінімізації або відтермінування.

На основі аналізу літературних джерел, а також значної кількості різних нормативних документів з регулювання дій підрозділів ДСНС при ліквідації надзвичайних ситуацій встановлено проблемні питання, які за певних умов можуть призвести до втрат з числа особового складу служби. Зокрема, виявлено залежність між професійними якостями керівника органу управління та результатом виконання оперативних завдань з ліквідації надзвичайних ситуацій, а також залежність між оцінюванням ризику і прийняттям хибного рішення. У той же час, під час ліквідації надзвичайних ситуацій може виникнути небезпека з недостовірної оцінки обстановки в зоні надзвичайної ситуації, обсягу робіт, отримання недостатніх даних про характер та масштаби надзвичайної ситуації, як наслідок – нераціональний розрахунок сил і засобів, що залучаються до її ліквідації.

Також існує небезпека прийняття необґрунтованого рішення, нераціонального розподілу сил та засобів за завданнями та напрямками оперативного завдання, що може спричинити загрозу життю та здоров'ю населення в зоні надзвичайної ситуації та особового складу підрозділу. Недостатнє забезпечення підрозділів ДСНС необхідними ресурсами та неузгодженість дій сил цивільного захисту також може призвести до тяжких наслідків та невиконання поставлених завдань і, як наслідок, виникнення загроз безпеці особового складу підрозділу та населенню, що потрапило в зону надзвичайної ситуації.

Для зменшення впливу виявлених небезпек на ризик втрати особового складу підрозділів ДСНС України під час виконання оперативних завдань запропоновано:

- розробити новий процес керування ризиками при управлінні ліквідацією надзвичайної ситуації на основі моделей причинно-наслідкових зав'язків між небезпекою і небезпечною подією, який дозволяє прийняття рішення на основі оцінювання ризику та включає в себе різні сценарії розвитку подій від прийняття прийнятного ризику, неприйняття не прийнятного ризику з відмовою ліквідації аварії наявними силами і засобами чи передачі ризику третій стороні (додатковому підрозділу) до прийняття рішення щодо зниження неприйнятного ризику за наявних сил і засобів;

- удосконалити існуючий процес керування професійними ризиками особового складу, що залучається до виконання оперативних завдань з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників в часі, які дозволяють визначити рівень втрати життя і здоров'я під час ліквідації надзвичайних ситуацій аварій на основі балансу двох груп чинників: тих, що визначають характер і масштаби операцій та ті, що стосуються безпечного проведення операцій.

У рамках розробки нового процесу керування ризиками при ліквідації надзвичайної ситуації було запропоновано поєднати процедуру оцінювання ризику з прийняттям управлінського рішення на основі застосування циклу Шухарта-Демінга: планує (Plan), роби (Do), перевіряй (Check), впливай (Act) (далі – PDCA), що дозволило відразу визначати взаємозв'язок між результатами і втратами. Виділено **чотири** види результатів на основі прийнятих рішень: досягнення

результату (цілі) при прийнятних ризиках, досягнення результату (цілі) при неприйнятних, не досягнення результату (цілі) при прийнятних ризиках і не досягнення результату (цілі) при неприйнятних ризиках, що впливає на прийняття ефективного управлінського рішення.

Побудовано ієрархію **п'яти** управлінських рішень на основі отриманих результатів рівнів ризиків (прийнятного і неприйнятного), яка дозволяє визначити ризикові рішення, щодо неприйнятності ризику і отриманих результатів та забезпечити пошук найкращого рішення в існуючих умовах та наявних можливостях. Найкращим варіантом прийнятого управлінського рішення є прийняти прийнятний ризик, коли отримуємо відповідний позитивний результат при ліквідації надзвичайної ситуації. Другим за важливістю рішенням буде зниження неприйнятного рівня ризику до прийнятного, знову ж таки при досягненні поставленої цілі за наявних сил і засобів. Третім за важливістю являється рішення зі зниження прийнятного рівня ризику до ще меншого, що дозволяє уникнути непередбачуваних потенційних небезпечних подій, особливо при наявності впливу декількох небезпечних чинників. Четвертим буде рішення щодо неприйняття неприйнятного ризику. Така ситуація може виникнути, коли втрати більші за отриманий прибуток від досягнення поставленої мети і виникає необхідність у передачі ризику додатковим підрозділам, або відмови від ліквідації аварії за умови, що її наслідки значно менші від втрат особового складу підрозділів. П'ятим рішенням являється прийняти неприйнятний ризик – найгірший з можливих сценаріїв розвитку подій, часто означає, що в підрозділу не було вибору, або відбулось неусвідомлене прийняття ризику.

На основі розробленого процесу керування ризиками з урахуванням процедури прийняття рішення запропоновано **алгоритм** вибору ефективного пожежно-рятувального обладнання на прикладі пожежного автомобіля, який будується на методі аналізу ієрархій (далі - MAI) для визначення основних груп показників і методі fuzzy Decision-Making Trial and Evaluation (далі - fuzzy Dematel) для визначення базових показників з основних груп, що дозволило прийняти

обґрунтоване управлінське рішення щодо вибору ефективного пожежно-рятувального автомобіля.

Удосконалено процедуру прийняття управлінського рішення за рахунок зменшення впливу когнітивних упереджень, які проявляються у працівників під час оцінки ризиків, зокрема з визначенням ймовірності виникнення небезпечної ситуації, завдяки залученню до процесу оцінки ризиків більшої кількості учасників з різними освітами, посадами та стажем роботи.

У рамках удосконалення існуючого процесу керування професійними ризиками пожежних-рятувальників з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників в часі було запропоновано алгоритм оцінки професійних ризиків, що складається з восьми кроків, де передбачено визначення значення шкали частоти (або імовірності) та тяжкості наслідків небезпечної події (інциденту) з повним розумінням пожежними вимог до ліквідації надзвичайних ситуацій та визначення критеріїв оцінки ризиків відповідно до стандартів, законів, політик, досвіду та інших вимог, що дозволяє швидко зорієнтуватися у мінливому середовищі під час виникнення інциденту, коли рішення приймаються швидко, в ситуаціях з недостатньою інформацією або її відсутністю.

На основі удосконаленого процесу керування професійними ризиками пожежних проведено визначення рівня ризику з урахуванням комбінацій небезпечних чинників: організаційних, психосоціальних, технічних та ергономічних, що підкреслює особливості та безпеку виконання оперативних завдань.

Додатково встановлено, що ймовірність перебування пожежника у справному фільтрувальному ЗІЗОД до кінця робочої зміни - становить менше - 20 %, тоді як ризик аварійного стану становить - 50 %, що зумовлено перш за все відсутністю відповідного навчання з правильної експлуатації фільтрувальних ЗІЗОД, необхідністю спілкування та використання інших несумісних ЗІЗ, не врахування темпу роботи її тривалості, а також можливими помилками при їх виборі.

Наукова новизна полягає у розробці концепції прийняття управлінських рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій на основі оцінювання ризиків і своєчасного реагування на мінливість небезпечних чинників з метою підвищення гнучкості та адаптивності підрозділів ДСНС в умовах інтенсифікації рівня невизначеності зовнішнього середовища.

Наукові результати:

Розроблено новий процес керування професійними ризиками при управлінні ліквідацією надзвичайної ситуації, відмінністю, якого від відомих являється інтеграція процедур оцінювання ризику та прийняття рішення, що дозволяє і режимі реального часу коригувати дії підрозділів ДСНС, виходячи з аналізу відповідності сил і засобів особового складу і рівня небезпек, які створила надзвичайна ситуація

Удосконалено модель керування ризиками, яка передбачає циклічність оцінювання рівнів ризиків від різних небезпек, невідповідностей, загроз і небезпечних чинників (економічних, екологічних, соціальних, психофізіологічних, інфекційних та інших) для прийняття відповідного управлінського рішення – запобіжних і захисних дій з урахуванням циклу Шухарта-Демінга.

Удосконалено існуючий процес керування професійними ризиками особового складу, який залучається до виконання оперативних завдань на прикладі пожежного-рятувальника з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників в часі, які дозволяють визначити рівень втрати життя і здоров'я під час ліквідації надзвичайних ситуацій аварій на основі балансу двох груп чинників: тих, що визначають характер і масштаби операцій та ті, що стосуються безпечного проведення операцій.

Набула подальшого розвитку ієрархія прийняття управлінського рішення на основі процесу керування ризиком, де найкращим варіантом прийнятого управлінського рішення є прийняти прийнятний ризик, коли отримуємо відповідний позитивний результат при ліквідації надзвичайної ситуації.

Удосконалено процес вибору пожежно-рятувального автомобіля на основі виявлення взаємозв'язків між базовими показниками, які характеризують кількісні

характеристики пожежно-рятувального автомобіля і проектними показниками, які визначаються масштабами можливої надзвичайної ситуації.

Практичне значення полягає у розробці алгоритму обґрунтованого визначення основних груп і базових показників пожежно-рятувального автомобіля; процес складається з восьми кроків, зокрема: підбір експертів; формування каталогу показників, які характеризують умови експлуатації; виявлення основних груп показників; підхід з ранжування альтернатив з урахуванням вагових коефіцієнтів; виявлення експертами «причинно-наслідкових» взаємозв'язків серед сукупності показників пожежно-рятувального автомобіля для виділення найвпливовіших; розробці методу з визначення професійного рівня ризику пожежників-рятувальників з урахуванням комбінацій небезпечних чинників: організаційних, психосоціальних, технічних та ергономічних, які підкреслюють особливості виконання оперативних завдань; розробці восьми крокового алгоритму з оцінки професійних ризиків в якому передбачено визначення значення шкали частоти (або імовірності) та тяжкості наслідків небезпечної події (інциденту) з повним розумінням пожежниками вимог до ліквідації надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: професійний ризик, надзвичайна ситуація, небезпечна подія, інцидент, тяжкість наслідків, ймовірність настання небезпечної події, модель, процес керування ризиками, процедура з оцінювання ризиків.

ABSTRACT

Sushko N.S. Occupational risk management during emergency response work. - Qualification of scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 263 – Civil Security (26 – Civil Security) – National Technical University “Dnipro Polytechnic”, Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2025.

The dissertation work, which is a completed scientific work, presents a solution to a current scientific and applied problem to substantiate theoretical and methodological provisions and develop scientific and practical recommendations for managing professional risks during emergencies, which allows the generalization of existing approaches to the implementation of the functions of planning, organization, control and coordination of the activities of the SES of Ukraine units and timely identification, assessment and prevention of dangerous events to eliminate, minimize or postpone them, which lead to loss of life and health of personnel.

Based on the analysis of literary sources, as well as a significant number of various regulatory documents regulating the actions of the State Emergency Service units in eliminating emergencies, problematic issues have been identified, which under certain conditions can lead to losses among the service personnel. In particular, the dependence between the professional qualities of the head of the management body and the result of the performance of operational tasks in eliminating emergencies and the reliance on risk assessment and making an incorrect decision have been revealed. At the same time, during the elimination of emergencies, there may be a danger from an unreliable assessment of the situation in the emergency zone, the volume of work, and obtaining insufficient data on the nature and scale of the emergency, as a result - an irrational calculation of the forces and means involved in its elimination. There is also a danger of making an unfounded decision, or irrational distribution of civil defense forces by tasks, directions, and areas of their implementation, which may pose a threat to the life and health of the population in the emergency zone, as well as insufficient provision of units and the population with the necessary resources, incoordination of the actions of civil

defense forces, which may also lead to serious consequences and disruption of the implementation of the assigned tasks and, as a result, the emergence of threats to the life and health of the population that has fallen into the emergency zone.

To reduce the impact of identified hazards on the risk of loss of personnel of the SES of Ukraine units during the performance of operational tasks, it is proposed:

- to develop a new risk management process in emergency management systems based on models of causal relationships between hazards and dangerous events, which allows for decision-making based on risk assessment and includes various scenarios of events from accepting an acceptable risk, not accepting an unacceptable risk with the refusal to eliminate the accident with available forces and means or transferring the risk to a third party (additional unit) to deciding on reducing the unacceptable risk with available forces and means;

- to improve the existing process of managing professional risks of personnel involved in the performance of operational tasks, taking into account possible combinations of dangerous factors over time, which allows determining the level of loss of life and health during the elimination of emergencies and accidents based on the balance of two groups of factors: those that determine the nature and scale of operations and those related to the safe conduct of operations.

As part of the development of a new risk management process in emergency management systems, it was proposed to combine the risk assessment procedure with the adoption of a management decision based on the application of the shewhart-deming cycle: Plan, Do, Check, Act (hereinafter referred to as PDCA), which made it possible to immediately determine the relationship between results and losses. Four types of results were identified based on the decisions made: achieving the result (goal) with acceptable risks, achieving the result (goal) with unacceptable risks, not achieving the result (goal) with acceptable risks, and not achieving the result (goal) with unacceptable risks, which affects the adoption of an effective management decision.

A hierarchy of five management decisions has been built based on the results of the risk levels (acceptable and unacceptable), which allows us to determine risk decisions

regarding the unacceptability of the risk and the results obtained and to ensure the search for the best solution in the existing conditions and available opportunities. The best option for the management decision is to accept an acceptable risk when we get a corresponding positive result in eliminating the emergency. The second most important decision will be to reduce the unacceptable level of risk to an acceptable one, again when achieving the set goal with the available forces and means. The third most important decision is to reduce the acceptable level of risk to an even lower one, which allows us to avoid unforeseen potential dangerous events, especially when there is an influence of several dangerous factors. The fourth will be the decision to not accept an unacceptable risk. Such a situation may arise when the losses are greater than the profit received from achieving the set goal and there is a need to transfer the risk to additional units or to refuse to eliminate the accident, provided that its consequences are significantly less than the losses of the personnel of the units. The fifth decision is to accept an unacceptable risk - the worst possible scenario of events, which often means that the unit had no choice or an unconscious risk was taken.

Based on the developed risk management process, taking into account the decision-making procedure, an algorithm for selecting effective fire and rescue equipment is proposed using the example of a fire truck, which is based on the method of hierarchy analysis (hereinafter - mai) to determine the main groups of indicators and the method of fuzzy decision-making trial and evaluation (hereinafter - fuzzy dematel) to determine the basic indicators from the main groups, which allowed making a well-founded management decision on the selection of an effective fire and technical vehicle.

It is proposed to increase the reliability of the management decision-making procedure by reducing the influence of cognitive biases that manifest themselves in employees during risk assessment, in particular when determining the probability of a dangerous situation, by increasing the number of participants with diverse worldviews, work experience, and education in the risk assessment process.

As part of improving the existing process of managing professional risks of firefighters and rescuers, taking into account possible combinations of hazardous factors over time, an eight-step algorithm for assessing professional risks was proposed, which

provides for determining the value of the frequency scale (or probability) and severity of the consequences of a hazardous event (incident) with a full understanding by firefighters of the requirements for eliminating emergencies and determining risk assessment criteria following standards, laws, policies, experience and other requirements, which allows you to quickly navigate in a changing environment during an incident, when decisions are made quickly, in situations with insufficient or no information.

Based on the improved process of managing professional risks of firefighters and rescuers, their risk level was determined, taking into account combinations of hazardous factors: organizational, psychosocial, technical, and ergonomic, which emphasize the features of performing emergency elimination.

Additionally, the risk level of a firefighter staying in a working filtering PPE until the end of the work shift was established, which is less than - 20%, while the probability of an emergency is - 50%, which is primarily due to the lack of appropriate training on the correct operation of filtering PPE, the need to communicate and use other incompatible PPE, not taking into account the pace of work and its duration, as well as possible errors in their selection.

The scientific novelty lies in the development of a concept for making management decisions when eliminating emergencies based on risk assessment and timely response to the variability of dangerous factors to increase the flexibility and adaptability of the SES units in conditions of intensification of the level of uncertainty of the external environment.

Scientific results:

A new risk management process has been developed in emergency management systems based on models of cause-and-effect relationships between hazards and hazardous events, which allows decision-making based on risk assessment and includes various scenarios of events from accepting an acceptable risk, not accepting an unacceptable risk with the refusal to eliminate the accident with available forces and means or transferring the risk to a third party (additional unit) to deciding to reduce the unacceptable risk with available forces and means.

The risk management model has been improved. It provides for the cyclical assessment of risk levels from various hazards, inconsistencies, threats, and dangerous factors (economic, environmental, social, psychophysiological, infectious, and others) for making an appropriate management decision - preventive and protective actions taking into account the Shewhart-Deming cycle.

The existing process of managing professional risks of personnel involved in performing operational tasks, using the example of a firefighter-rescuer, has been improved, taking into account possible combinations of dangerous factors over time, which allows determining the level of loss of life and health during the elimination of emergencies and accidents based on the balance of two groups of factors: those that determine the nature and scale of operations and those related to the safe conduct of operations. The hierarchy of management decision-making based on the risk management process has been further developed, where the best option for the management decision is to accept an acceptable risk when we obtain a corresponding positive result in the elimination of the emergency.

The decision-making process for choosing a fire and rescue vehicle has been improved based on a combination of MAI and fuzzy Dematel methods, which made it possible to rank groups of indicators with the identification of weight coefficients and determine the main groups of indicators and basic indicators of fire and rescue vehicles based on their cause-and-effect relationships.

The practical significance lies in the development of an algorithm for the substantiated determination of the main groups and basic indicators of a fire and rescue vehicle; the process consists of eight steps, in particular: selection of experts; formation of a catalog of indicators that characterize operating conditions; identification of main groups of indicators; an approach to ranking alternatives taking into account weight coefficients; identification by experts of "cause-and-effect" relationships among the set of indicators of a fire and rescue vehicle to highlight the most influential ones; development of a method for determining the professional risk level of firefighters-rescuers taking into account combinations of dangerous factors: organizational, psychosocial, technical and ergonomic, which emphasize the features of performing

operational tasks; development of an eight-step algorithm for assessing occupational risks, which provides for determining the value of the frequency scale (or probability) and severity of the consequences of a dangerous event (incident) with a full understanding by firefighters of the requirements for eliminating emergency situations.

Keywords: occupational risk, emergency, dangerous event, incident, severity of consequences, probability of occurrence of a dangerous event, model, risk management process, risk assessment procedure.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Чеберячко, С., Радчук, Д., Дерюгін, О., **Сушко, Н.**, Кравченко, Б. (2022). Розробка нової класифікації засобів індивідуального захисту органів дихання. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки*, 45, 109-119. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.45.2022.276269>.
2. Цопа, В.А., Чеберячко, С.І., Дерюгін О.В., **Сушко, Н.С.**, Станіславчук, О.В. (2023). Аналіз причин вибуху нітрату амонію в порту Бейрута. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 27, 95-108. <https://doi.org/10.32447/20784643.27.2023.11>.
3. Цопа, В.А., Чеберячко, С.І., Чеберячко, Ю.І., Дерюгін, О.В., **Сушко, Н.С.** (2023). Розробка шкал для матриць оцінки професійних ризиків. *Вісті Донецького гірничого інституту*, 1(52), 109-117. <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2023-1-109-117>.
4. Цопа, В., Чеберячко, С., Дерюгін, О., **Сушко, Н.**, Шароватова, О. (2023). Аналіз причинно-наслідкових зав'язків у хронології подій катастрофи на Байконурі. *Комунальне господарство міст*, 4(178), 252–261. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-252-261>.
5. Яворська О.О., Іконніков М.Ю., Лантух Д.О., **Сушко Н.С.**, Сосулев Є.І. (2024). Оцінка професійних ризиків усамітнених працівників. *ВІСТІ Донецького гірничого інституту №1* (54), 2024, 178-186. DOI: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2024-1-178-186>.
6. Цопа, В., Бородіна, Н., Чеберячко, С., Дерюгін, О., Лантух, Д., **Сушко, Н.** (2024). Аналіз результативності прийнятих рішень при керуванні професійними ризиками на прикладах авіаційних інцидентів. *Social Development and Security*, 14(2), 187-201. <https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.2.17>.
7. Цопа, В.А., Дерюгін, О.В., Чеберячко, С.І., **Сушко, Н.С.**, Станіславчук, О.В. (2024). Процес визначення базових показників для обґрунтованого вибору пожежно-рятувального автомобіля. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 30, 159-172.

<https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.16>.

8. Яворська, О.О., Яворський, А.В., Сушко, Н.С., Кусковець, С.Л. (2024). Дослідження когнітивних показників рятувальників під час роботи в ізолюючому апарату на стисненому повітрі. *Електротехнічні та інформаційні системи*, 106, 110-115. <https://doi.org/10.32782/EIS/2024-106-18>.

Статті у виданнях включених до бази SCOPUS

1. Vesela M., Cheberyachko S., Deryugin O., Litvinova Y., Tretyak O., **Sushko N.** Increasing the occupational safety of the driver of a technological truck. "Proceedings of 26th International Scientific Conference TRANSPORT MEANS 2023", 4-6 October, 2023, Kaunas, Lithuania". Р. 68-73. Режим доступу: <https://ebooks.ktu.edu/pdfreader/transport-means-2023.-part-i.-proceedings-27th-international-scientific-conference>.

Матеріали наукових конференцій:

1. Чеберячко Ю.І., Сушко Н.С., Малюга С.О. Застосування DBMAP.NET NOISE MAPPING (калькулятора поширення і візуалізації шуму). Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених «Наукова весна». Дніпро – 2023. С.118-119.

2. Сушко Н.С., Іконніков М.Ю. Особливості вибору засобів індивідуального захисту голови. Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції *АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОХОРОНИ ПРАЦІ, БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ*, 4 - 5 травня 2023р. м. Одеса. С.133-136.

3. Сушко Н.С., Система керування ризиками при ліквідації надзвичайних ситуацій. Збірка матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ», Том 1, м. Дніпро 22–24 листопада 2023 р. С.382-383.

4. Сушко Н.С. План управління ризиками як одна з найважливіших складових внутрішнього контролю. Збірник наукових праць XIX Міжнародної

науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності. Львів – 2024. С. 706-709

5. Сушко Н.С., Визначення критеріїв для оцінювання професійних ризиків рятувальників. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Безпечна, комфортна та спроможна територіальна громада» (16-18 жовтня 2024 р.) м. Дніпро. С.89-91.

6. Сушко Н.С. Основні методи ідентифікації та оцінювання ризиків для рятувальників. Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених «Наукова весна», м. Дніпро, 27–29 березня 2024 року. С.114-115.

ЗМІСТ

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.....	19
ВСТУП.....	22
Розділ 1. СТАН СПРАВ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	29
1.1 Основні задачі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	29
1.2 Аналіз травматизму та небезпечних чинників під час виконання оперативних завдань рятувальниками.....	43
1.3 Аналіз шляхів управління професійними ризиками	50
1.4. Аналіз моделей з оцінювання ризиків при ліквідації надзвичайних ситуацій.....	57
1.5. Аналіз стану питання щодо необхідності розробки. Постановка задач дослідження.....	67
Висновки до розділу 1.....	69
Список використаної літератури до розділу 1	69
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РИЗИКАМИ З МОЖЛИВІСТЮ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	80
2.1 Удосконалення процесу керування ризиками з урахуванням видів прийнятих рішень в умовах невизначеності.....	80
2.2. Розробка процесу прийняття рішення щодо вибору пожежно- технічного обладнання в умовах невизначеності.....	92
2.3. Особливості прийняття рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій.....	107
2.4. Вплив когнітивних упереджень на прийняття рішень в умовах невизначеності.....	117
2.5. Оцінювання лідерських якостей для рятувальника.....	122

Висновки до розділу 2	125
Список використаної літератури до розділу 2.....	127
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ	
ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ ПОЖЕЖНИКІВ.....	134
3.1 Удосконалення процесу керування професійними ризиками пожежників з урахуванням зміни небезпечних чинників в часі.....	134
3.2. Особливості оцінювання професійних ризиків пожежників відповідно до стандартних процедур.....	145
3.3. Особливості оцінювання професійних ризиків при виборі і експлуатації засобів індивідуального захисту пожежників.....	156
3.4. Вплив ЗІЗОД на величину професійного ризику пожежників.....	167
Висновки до розділу 3	173
Список використаної літератури до розділу 3.....	175
ВИСНОВКИ.....	181
ДОДАТКИ.....	184

ТЕРМІНИ

Безпека – відсутність неприпустимого (неприйнятного) ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої втрати (якості продукції, екологічної, життя і здоров'я робітників, енергетичних, тощо).

Безпека праці - захищеність господарської діяльності від дії будь-яких зовнішніх і внутрішніх загроз та небезпечних чинників на основі постійної готовності до потенційних майбутніх криз, з корегуванням невідповідностей через непохитний розвиток захисних/запобіжних заходів на основі керування ризиками і можливостями

Небезпека - будь-яке джерело з можливістю заподіяння травми і погіршення стану здоров'я

Ризик – комбінація ймовірності заподіяння шкоди і тяжкості цієї шкоди (п. 4.6 ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»).

Професійний ризик - імовірність порушення здоров'я в результаті несприятливого впливу професійних факторів з урахуванням важкості наслідків, що виникають.

Оцінювання ризиків - процес який складається з порівняння результатів аналізу ризику з встановленими критеріями ризику для визначення потреби додаткових дій.

Керування ризиком - заходи, які зменшують і/або модифікують (змінюють) ризик.

Прийнятний ризик (допустимий ризик) – ризик, зменшений до такого рівня, що його галузь, об'єднання підприємств, підприємство, установа, організація може допустити, ураховуючи її легальні обов'язки та власну політику у сфері охорони праці.

Прийнятний ризик - ризик, який не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки і за його межами гранично допустимого рівня

Інцидент - подія, що виникає у зв'язку чи у процесі роботи, яка може призвести або призвела до травми і шкоди для здоров'я.

Система управління безпекою праці та здоров'я працівників - сукупність взаємозалежних або взаємодіючих елементів організації, яка призначена для розробки політик і цілей, а також процесів для досягнення цих цілей.

Збитки, (втрати) - у виробничій і невиробничій сфері життєдіяльності людини, шкода довкіллю, заподіяні в результаті аварії, що обчислюється в грошовому еквіваленті.

Надзвичайна ситуація - обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Пожежа - неконтрольований процес горіння, внаслідок якого знищується або пошкоджується майно, природні ресурси, а також виникають небезпечні чинники, що створюють загрозу життю та здоров'ю людей, тварин, негативно впливають на навколишнє природне середовище.

Зона надзвичайної ситуації - окрема територія, акваторія, де сталася надзвичайна ситуація.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АРЗ СП – Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення

ГДЗС -газодимозахисна служба

ДСНС -Державна Служба України з надзвичайних ситуацій

ЗІЗОД -засоби індивідуального захисту органів дихання

НС -надзвичайна ситуація

ПР – професійні ризики

ПРА -пожежно-рятувальний автомобіль

ПТО- пожежно-технічне обладнання

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи.

В умовах реалізації конституційних засад демократичної, правової держави, що обрала європейські цінності, важливим питанням є своєчасне та ефективне реагування на надзвичайні ситуації, зростання кількості та масштабності яких становить загрозу національній безпеці України. У складних умовах воєнного стану на органи державного управління у сфері цивільного захисту покладається комплекс завдань щодо забезпечення безпеки суспільства в цілому, і кожного громадянина — зокрема. Досвід діяльності органів державного управління свідчить про те, що найчастіше рішення, що ними приймаються в складних умовах надзвичайних ситуацій, не завжди відповідають обсягу та характеру завдань, а ризики прийняття хибного рішення зростають. Це пов'язано з небезпекою недостовірної оцінки обстановки в зоні надзвичайної ситуації, обсягу робіт, отримання недостатньої кількості даних про характер та масштаби надзвичайної ситуації, як наслідок – нераціональний розрахунок сил і засобів, що залучаються до її ліквідації, а також небезпекою прийняття необґрунтованого рішення, нераціонального розподілу сил та засобів за завданнями та напрямками виконання оперативного завдання, що може спричинити загрозу життю та здоров'ю населення в зоні надзвичайної ситуації та особовому складу підрозділу. Недостатнє забезпечення рятувальних підрозділів необхідними ресурсами та неузгодженість дій сил цивільного захисту також може призвести до тяжких наслідків та невиконання поставлених завдань зриву виконання завдань і, як наслідок, виникнення загроз безпеці особового складу підрозділу та населення, що потрапило в зону небезпечної події.

Така прогалина, суть якої полягає у недосконалості управління професійними ризиками під час виконання завдань з ліквідації надзвичайної ситуації, що закладена у відсутності підґрунтя для прийняття ефективного управлінського рішення, внаслідок чого під загрозою опиняється виконання оперативних завдань та життя і здоров'я особового складу, являється актуальним завданням для досліджень.

Зв'язок роботи з науковими планами програмами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямів реформування Державної служби України з надзвичайних ситуацій, а також його поєднання з імплементацією вимог в українське законодавство Міжнародної Директиви Ради ЄЕС від 12 червня 1989 року про запровадження заходів, покликаних заохочувати до покращення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі (89/391/ЄЕС); Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 р. № 61-р. та Стратегії національної безпеки України Ради національної безпеки і оборони України «БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ – БЕЗПЕКА КРАЇНИ» затвердженої Указом Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020, а також участі у виконанні держбюджетної теми «Наукові засади проектування і освоєння дослідного виробництва легких респіраторів подвійного призначення» (№ ДР 0122U000864, 2022-2023 рр.).

Мета і задачі дослідження

Мета роботи полягає у розвитку концепції управління професійними ризиками при ліквідації надзвичайних ситуацій для узагальнення існуючих підходів до реалізації функцій планування, організації, координації діяльності підрозділів ДСНС та своєчасної ідентифікації, оцінювання та попередження настання небезпечних подій, які призводять до втрат життя і здоров'я особового складу.

Для досягнення мети дослідження в дисертаційній роботі сформульовані та розв'язані наступні задачі:

- розробка моделей причинно-наслідкових зв'язків для оцінювання ризиків при ліквідації НС, що являються основою для прийняття відповідних управлінських рішень;
- удосконалення процесу керування професійними ризиками пожежних-рятувальників з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників, які дозволяють визначити рівень втрати життя і здоров'я під час ліквідації надзвичайних ситуацій аварій;

- розробка ієрархії управлінських рішень на основі моделі керування ризиками в організації з додатковим урахуванням впливу небезпечних чинників;
- розробка процесу вибору пожежно-рятувального автомобіля та засобів індивідуального захисту на основі керування ризиками.

Об'єкт дослідження – система управління безпеки праці та здоров'я пожежних-рятувальників.

Предмет дослідження – показники з оцінки результативності безпеки праці та здоров'я пожежних-рятувальників.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основою дисертаційної роботи є фундаментальні дослідження українських та іноземних учених щодо концептуальних підходів до управління ризиками, розуміння їх природи та феноменології, розробки методик аналізу й оцінювання ризиків і механізмів управління ними. У процесі здійснення наукового пошуку, для досягнення визначеної мети та вирішення сформульованих у дисертації задач, було використано загальнонаукові методи, що забезпечують достовірність отриманих результатів і висновків, такі як: метод теоретичного узагальнення – для формування власного підходу до розуміння суті ризик-орієнтованого управління, монографічний і порівняльний методи – для систематизації наукових підходів вітчизняних та іноземних учених до теоретичних аспектів управління; методи індукції і дедукції – у процесі визначення напрямів нормативно-правового регулювання управління ризиками; структурно-логічного та семантичного аналізу – для уточнення понятійно-категорійного апарату прийняття управлінських рішень; метод порівняння – для співставлення різних методів оцінювання ризиків і практики застосування міжнародних стандартів, метод аналізу – для аналізу стану, динаміки та практик управління ризиками.

Наукова новизна полягає у розробці концепції прийняття управлінських рішень при ліквідації надзвичайних ситуацій на основі оцінювання ризиків і своєчасного реагування на мінливість небезпечних чинників з метою підвищення гнучкості та адаптивності підрозділів ДСНС в умовах інтенсифікації рівня невизначеності зовнішнього середовища.

Наукові результати:

Розроблено новий процес керування професійними ризиками при управлінні ліквідацією надзвичайної ситуації, відмінністю, якого від відомих являється інтеграція процедур оцінювання ризику та прийняття рішення, що дозволяє і режимі реального часу коригувати дії підрозділів ДСНС, виходячи з аналізу відповідності сил і засобів особового складу і рівня небезпек, які створила надзвичайна ситуація.

Удосконалено модель керування ризиками, яка передбачає циклічність оцінювання рівнів ризиків від різних небезпек, невідповідностей, загроз і небезпечних чинників (економічних, екологічних, соціальних, психофізіологічних, інфекційних та інших) для прийняття відповідного управлінського рішення – запобіжних і захисних дій з урахуванням циклу Шухарта-Демінга.

Удосконалено існуючий процес керування професійними ризиками пожежників-рятувальників з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників в часі, які дозволяють визначити рівень втрати життя і здоров'я під час ліквідації надзвичайних ситуацій аварій на основі балансу двох груп чинників: тих, що визначають характер і масштаби операцій та ті, що стосуються безпечного проведення операцій

Набула подальшого розвитку ієрархія прийняття управлінського рішення на основі процесу керування ризиком, де найкращим варіантом прийнятого управлінського рішення є прийняти прийнятний ризик, коли отримуємо відповідний позитивний результат при ліквідації надзвичайної ситуації.

Удосконалено процес прийняття рішення, щодо вибору пожежно-рятувального автомобіля на основі виявлення взаємозв'язків між базовими показниками, які характеризують кількісні характеристики пожежно-рятувального автомобіля і проектними показниками, які визначаються масштабами можливої надзвичайної ситуації.

Практичне значення полягає у розробці алгоритму обґрунтованого визначення основних груп і базових показників пожежно-рятувального автомобіля; процес складається з восьми кроків, зокрема: підбір експертів; формування каталогу показників, які характеризують умови експлуатації; виявлення основних

груп показників; підхід з ранжування альтернатив з урахуванням вагових коефіцієнтів; виявлення експертами «причинно-наслідкових» взаємозв'язків серед сукупності показників автомобіля для виділення найвпливовіших; розробці методу з визначення професійного рівня ризику пожежних-рятувальників з урахуванням комбінацій небезпечних чинників: організаційних, психосоціальних, технічних та ергономічних, які підкреслюють особливості виконання оперативних завдань; розробці алгоритму з оцінки професійних ризиків, що складається з восьми кроків, де передбачено визначення значення шкали частоти (або імовірності) та тяжкості наслідків небезпечної події (інциденту) з повним розумінням пожежними вимог до ліквідації надзвичайних ситуацій.

Впровадження результатів роботи. Теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження впроваджені в навчальний процес кафедри промислової безпеки та охорони Львівського державного університету безпеки життєдіяльності при підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Охорона праці» у навчальній дисципліні «Управління ризиками в галузі» та здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» спеціальністю 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Цивільний захист» 256 «Пожежна безпека» під час вивчення дисципліни «Основи охорони праці».

Основні концептуальні положення та висновки дисертаційної роботи враховані при удосконаленні системи управління охороною праці та керування ризиками АРЗ СП ГУ ДСНС України у Львівській області.

Обґрунтування і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується коректністю постановки і вирішення задач та використанням достовірних вихідних даних, які отримані за результатами теоретичних і експериментальних досліджень; використанням сучасного, апробованого математичного апарату; обґрунтованим коректним вибором використаних загальних показників і критеріїв математичних моделей.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійно виконаною науковою роботою: усі наукові положення, висновки та рекомендації, які

висловлено автором та винесено на захист, отримано, узагальнено і оформлено здобувачем самостійно. Його внесок в опубліковані у співавторстві роботи [1-8] полягає у наступному:

- розроблені нового підходу до класифікації ЗІЗОД з урахуванням міжнародних стандартів та загально прийнятих підходів в інших країнах, враховуючи вимоги до оцінки ПР [1];
- обґрунтуванні управлінських рішень на основі керування ризиками з урахуванням чотирьох базових варіантів опрацювання ризику: прийняття, зниження, відмовлення, передавання [2, 6];
- описанні алгоритму оцінки ризиків [3, 5]
- побудові моделі для оцінки професійного ризику та обґрунтовано причинно-наслідкові взаємозв'язки, які можуть збільшити кількість постраждалих [4];.
- визначенні базових показників для обґрунтованого вибору пожежно-рятувального автомобіля (ПРА) відповідно до умов експлуатації [7].
- проведенні досліджень когнітивних показників рятувальників під час роботи в ізолюючому апараті на стисненому повітрі та панорамній масці щодо оцінювання впливу на час реакції з оброблення критичної інформації для прийняття рішення [8].

Апробація результатів роботи. Основні положення за результатами дисертаційної роботи доповідалися на наукових конференціях: XIII Всеукраїнська науково-технічна конференція аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» (2023, м. Дніпро), V Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми та перспективи розвитку охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту» (4-5 травня 2023 року, м. Одеса), XI Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ», (22–24 листопада 2023 р, м. Дніпро), XIX Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності» (Львів, 2024р.), Міжнародна науково-практична конференція «Безпечна, комфортна та спроможна територіальна громада» (16-18

жовтня 2024 р., м. Дніпро), XIV Міжнародна науково-технічна конференція аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» (26 березня 2024 року, м. Дніпро).

Публікації. Усього за результатами дисертаційних досліджень опубліковано 15 роботах (у міжнародному журналі з високим індексом цитування – 1, фахових журналах – 8 і тезах наукових конференцій – 6).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів та списків використаних джерел, висновків та додатків. Загальний обсяг дисертації – 183 сторінки, у тому числі 29 рисунків та 29 таблиць.

РОЗДІЛ 1

СТАН СПРАВ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

1.1. Основні задачі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

Гасіння пожеж, ліквідація та локалізація наслідків ДТП, розбір завалів після вибуху, ліквідація наслідків аварій на різних підприємства, навіть навчання та тренування, кожне із завдань, які виконують пожежні-рятувальники, класифікувати як діяльність з підвищеним ризиком і для кожного оперативного завдання можна виділити окрему групу ризиків.

Пожежні підрозділи керуються рядом нормативних документів та мають налагоджені протоколи для швидкого реагування та координації сил та засобів [1].

Проаналізувавши функції та обов'язки оперативно-рятувальної та аварійно-рятувальних служб, можна виділити три основні завдання, направлені на зменшення та ліквідацію негативних наслідків надзвичайних ситуацій [2,3]:

- захист населення від наслідків НС;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в зоні НС;
- вжиття заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям.

Обов'язки рятувальників вже давно виходять далеко за межі просто гасіння полум'я. Насправді ця професія наповнена різними обов'язками та ризиками, які виходять за рамки загальноприйнятих уявлень.

Ці обов'язки можуть включати реагування на надзвичайні ситуації, реагування на небезпечні матеріали, громадську освіту та роботу з громадськістю [4].

Реагування на надзвичайні ситуації. Пожежі, стихійні лиха та великі аварії є одними з найбільш очевидних завдань, які вимагають невідкладних дій. Реагування на надзвичайні ситуації вимагає високого рівня готовності, тому увесь особовий

склад проходить професійне та якісне навчання, постійні тренування та службову підготовку.

Реагування на небезпечні речовини. Ці випадки можуть варіюватися від розливів хімікатів до аварій паливних цистерн. Коли йдеться про небезпечні матеріали, головна роль пожежника полягає в тому, щоб запобігти впливу на населення та забезпечити безпечне видалення та утилізацію матеріалів.

Домедична допомога. У багатьох випадках пожежники є одними з перших, хто реагує на НС, тому часто надають домедичну допомогу, таку як серцево-легенева реанімація та зупинка кровотечі.

Громадська освіта. Пожежники відіграють важливу роль у навчанні населення щодо пожежної безпеки та профілактики, адже володіють необхідними знаннями та можуть навчити людей про методи гасіння пожежі, пожежну сигналізацію, плани евакуації, як користуватись з вогнегасниками тощо. А також пропонують екскурсії до пожежних підрозділів, показуючи школярам автомобілі та обладнання, щоб навчити їх пожежній безпеці [5].

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи можуть бути представлені у вигляді ряду комплексів заходів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Комплекси заходів аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт[5]

№ п/п	Характер комплексу	Зміст заходів комплексу
1	Інформаційно-аналітичний	Виявлення і оцінка небезпеки, що виникла, інформування про неї органів управління та населення
2	Локалізації та придушення вогнища ураження	Припинення дії первинних факторів ураження, локалізація і придушення вогнищ ураження
3	Рятувальний	Порятунок постраждалих, надання їм необхідної, насамперед домедичної допомоги
4	Виключення вторинних факторів ураження	Локалізація об'єктів вторинної небезпеки, виключення появи вторинних факторів ураження
5	Захисно-рятувальний	Захист і порятунок матеріальних і культурних цінностей, сільськогосподарських тварин і рослин
6	Відновлення життєдіяльності	Невідкладне відновлення мінімально необхідного життєзабезпечення постраждалих та рятувальників

В узагальненому вигляді аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи включають наступні заходи [6 - 8]:

- виявлення в процесі моніторингу або іншим шляхом факту виникнення стихійного лиха, аварії, природної чи техногенної катастрофи;
- своєчасне оповіщення органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, органів управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі –ДСНС) і населення про виникнення надзвичайної ситуації;
- проведення розвідки в осередках ураження і зоні надзвичайної ситуації, оцінка обстановки й прогнозування її розвитку;
- встановлення режиму доступу в зону надзвичайної ситуації, охорона громадського порядку в ній;
- забезпечення населення засобами індивідуального захисту;
- укриття населення та персоналу в захисних спорудах, організація застосування засобів індивідуального захисту;
- пошук і порятунок потерпілих, витяг їх з-під завалів, винос з вогнищ ураження;
- надання потерпілим першої медичної, долікарської та першої лікарської допомоги, їх евакуація в лікувальні установи;
- санітарна обробка населення, персоналу, учасників ліквідації надзвичайної ситуації;
- локалізація і (або) придушення первинних і вторинних вогнищ ураження, знешкодження джерел вторинної небезпеки;
- евакуація населення із зони надзвичайної ситуації;
- розбирання завалів, розчищення та обладнання маршрутів руху в зоні надзвичайної ситуації;
- знезараження, дезактивація території, будівель, споруд, техніки, транспорту, майна, засобів захисту;
- зведення тимчасових і зміцнення існуючих гідротехнічних та інших захисних споруд;

- проведення невідкладних аварійно-відновлювальних робіт на системах життєзабезпечення та життєдіяльності;
- облік, ідентифікація і поховання загиблих;
- проведення санітарно-гігієнічних і протиепідемічних заходів;
- здійснення заходів щодо захисту сільськогосподарських тварин і рослин, ветеринарно-профілактичних заходів;
- інформаційно-консультативне обслуговування громадян у зв'язку з надзвичайною ситуацією.

У ході аварійно-рятувальних та інших невідкладних заходів здійснюється також пріоритетне забезпечення життєдіяльності населення, а також отримання та дистрибуція ресурсів, наданих у вигляді гуманітарної допомоги населенню, яке перебуває в зоні надзвичайної ситуації та евакуйоване з неї[9].

Фактор виникнення стихійного лиха, аварії, природної або техногенної катастрофи може бути ідентифікований спеціалізованими установами, що здійснюють моніторинг, черговими диспетчерськими службами потенційно небезпечних об'єктів, автоматизованими системами спостереження та контролю за небезпечними факторами, а також сторонніми спостерігачами з числа населення. У разі наявності прогностичних даних щодо виникнення надзвичайної ситуації, фіксація факту її виникнення, як правило, відбувається раніше, ніж у разі їх відсутності [10,11].

Інформація про виникнення або прогнозованих події НС по засобам зв'язку надходить в органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, органи управління ДСНС, де приймаються рішення про необхідність оповіщення населення та збір відповідних комісій з надзвичайних ситуацій [12,13].

Населення про НС оповіщається та інформується за допомогою залучення централізованих систем оповіщення, що функціонують на відповідній території та (або) локальних систем оповіщення, створених на потенційно небезпечних об'єктах.

Активація централізованих систем оповіщення здійснюється оперативними черговими органів управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій

(ДСНС) відповідного рівня. Первинне оповіщення полягає в передачі сигналу «Увага всім!», який подається включенням електросирен. Наступне за цим сигналом інформування населення проводиться по мережах мовлення (проводового, радіо і телевізійного) [14].

Активація локальних систем оповіщення здійснюється черговими диспетчерами потенційно небезпечних об'єктів, оснащених цими системами. Сповіщення та інформування персоналу та населення, що проживає в зоні ризику поблизу об'єктів, здійснюється шляхом використання електросирен, а також мереж проводового мовлення на об'єкті та в житловій зоні.

Конкретний зміст інформаційних повідомлень, що передаються населенню в умовах надзвичайних ситуацій, визначається характером ситуації та специфічними умовами сформованої обстановки. Кожне інформаційне повідомлення містить дані про факт, місце та час події, характер уражаючих факторів та їх передбачуваний вплив на людей, а також рекомендації щодо використання засобів захисту та необхідних дій для персоналу та населення. Інформаційні повідомлення періодично повторюються [15,16].

Дії сил Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) в зоні надзвичайної ситуації починаються з проведення розвідувальних заходів у осередках ураження та зоні надзвичайної ситуації.

Розвідка в зоні надзвичайної ситуації полягає у виявленні, зборі та передачі органам повсякденного управління та силам ДСНС достовірних даних про обстановку у зоні надзвичайної ситуації, необхідних для ефективного проведення невідкладних робіт та організації життєзабезпечення населення. Зазвичай організовуються такі види розвідки: загальна, інженерна, пожежна, радіаційна, хімічна, медична, біологічна та санітарно-епідемічна. [17].

Розвідувальні заходи під час ліквідації надзвичайних ситуацій організовуються та проводяться безперервно, аж до повного завершення робіт, силами та засобами розвідувальних підрозділів та формувань, залучених до ліквідації надзвичайних ситуацій, а також установами спостереження та лабораторного контролю. При цьому різні види розвідки, за можливості,

використовуються комплексно, що дозволяє забезпечити всебічний моніторинг та аналіз обстановки.

Комплексний підхід до проведення розвідки включає використання сучасних технологій та методів, таких як дистанційне зондування, геоінформаційні системи (ГІС), а також лабораторні методи аналізу. Це дозволяє отримувати точні та актуальні дані про стан об'єктів та територій, уражених надзвичайною ситуацією, що є критично важливим для ефективного планування та проведення аварійно-рятувальних робіт.

Крім того, комплексне використання різних видів розвідки сприяє підвищенню точності та надійності отриманих даних, що в свою чергу дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Основними завданнями розвідки при всіх видах надзвичайних ситуацій є [18]:

- виявлення масштабів і наслідків стихійного лиха, аварії, природної та техногенної катастрофи, стану населення у зоні надзвичайної ситуації;
- здійснення спостереження і лабораторного контролю за станом навколишнього середовища та розвитком обстановки;
- уточнення стану маршрутів введення сил, характеру руйнувань, виявлення джерел вторинних вражаючих факторів, необхідних обсягів аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- своєчасне оповіщення органів управління про зміну обстановки, передача даних, необхідних для прийняття і уточнення рішень на ведення робіт.

Визначення видів розвідки, методів та технологій її проведення обумовлюється характером та масштабом виниклої надзвичайної ситуації, а також умовами обстановки в зоні надзвичайної ситуації. У разі великомасштабних надзвичайних ситуацій, окрім наземної розвідки, організовується повітряна розвідка, а в деяких випадках – і космічна.

Для проведення наземної розвідки, залежно від характеру надзвичайної ситуації, складу розвідувальних та спеціальних підрозділів і формувань, призначаються розвідувальні дозори загальної та спеціальної розвідки.

Розвідувальні дозори загальної розвідки здійснюють виявлення та уточнення інформації про загальну обстановку в зоні надзвичайної ситуації, кількість потерпілих, ступінь та характер руйнувань тощо. Розвідувальні дозори спеціальної розвідки (інженерної, пожежної, радіаційної, хімічної та ін.) направляються за наявності або можливості виникнення відповідних особливостей обстановки, пов'язаних зі специфічним характером уражаючих факторів, із завданням виявлення та уточнення параметрів виниклих уражаючих факторів і характеру ураження. При необхідності фахівці-розвідники включаються до складу розвідувальних дозорів загальної розвідки.

Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та геоінформаційні системи (ГІС), дозволяє підвищити ефективність розвідувальних заходів та забезпечити точність отриманих даних.

Наземна загальна розвідка здійснюється переважно за допомогою спеціалізованих розвідувальних машин, використовуючи методи візуального спостереження та огляду об'єктів, населених пунктів, гідротехнічних споруд, маршрутів руху, місцевості в напрямках можливого обходу перешкод, а також утворених завалів та інших руйнувань. У разі необхідності для детального огляду окремих об'єктів від розвідувального дозору можуть виділятися піші розвідувальні групи.

Сучасні технології, такі як дистанційне зондування та геоінформаційні системи (ГІС), можуть бути використані для підвищення ефективності наземної розвідки. Це дозволяє отримувати більш точні та детальні дані про стан об'єктів та територій, що є критично важливим для ефективного планування та проведення аварійно-рятувальних робіт [19].

Спеціалізована розвідка здійснюється за допомогою спеціальних технічних засобів, як на транспортних засобах, так і пішими групами, а також за допомогою постів і установ спостереження та лабораторного контролю. Цей процес включає

взяття проб на забрудненість та зараженість повітря, води та об'єктів зовнішнього середовища, заміри рівнів іонізуючого випромінювання, виявлення небезпечних захворювань та ділянок, неблагополучних у санітарно-гігієнічному відношенні, а також вимірювання параметрів завалів, затоплень тощо.

Повітряна розвідка проводиться з використанням вертольотів і літаків з метою уточнення масштабів лиха, його характеристик та спостереження за його розвитком. Розвідка включає спостереження, фотографування, взяття проб повітря та проведення необхідних замірів. Використання сучасних технологій, таких як дистанційне зондування та геоінформаційні системи (ГІС), дозволяє підвищити ефективність повітряної розвідки та забезпечити точність отриманих даних.

У всіх структурних підрозділах та оперативних формуваннях, залучених до ліквідації надзвичайних ситуацій, а також на командних пунктах управління, функціонують спеціалізовані спостережні пости. Їхня оперативна задача полягає в детектуванні та оперативному інформуванні про динамічні зміни оперативної обстановки. Виконання функцій здійснюється шляхом візуальної обсервації з використанням спеціалізованих технічних засобів моніторингу, включаючи мультисенсорні системи та інструменти спектрального аналізу. Ці механізми реалізують комплексний моніторинг для превентивного виявлення потенційних загроз [20].

Оперативні дані про обстановку транслюються за регламентованим протоколом на командні пункти, де піддаються аналітичній обробці та візуалізації для керівництва оперативних груп. Профільні управлінські органи отримують інформаційні фрагменти згідно з їх компетенційним спектром. Критичні зміни параметрів середовища реєструються сенсорними системами та реалізуються у прискореному режимі через алгоритми пріоритетної обробки.

Для превентивної стабілізації соціодинаміки в епіцентрі надзвичайної події ініціюється комплекс організаційно-режимних заходів. Це включає: контроль доступу з дотриманням режимних обмежень, протекцію критичної інфраструктури та покинутих матеріальних активів, оптимізацію логістичних потоків під час евакуаційних операцій, імплементацію антиконфліктних механізмів,

контрспростерігальні заходи щодо дезінформаційних паттернів, а також моніторинг дотримання нормативів поведінки через методи соціальної інженерії.

При активації надзвичайного режиму із зонкоординаційних центрів ініціюється мобілізація індивідуальних захисних систем (ІЗС), що зберігаються на стратегічних складах органів влади. Розподіл ІЗС здійснюється з урахуванням біометричних параметрів населення та енергетичних профілів вражаючих факторів, що забезпечує селективність захисту з кореляцією до профілю ризиків.

Ключовим елементом аварійно-рятувальних і невідкладних заходів є виявлення та евакуація осіб, які постраждали внаслідок надзвичайних ситуацій, що здійснюється розвідувальними підрозділами, спеціалізованими пошуковими командами та аварійно-рятувальними формуваннями. У разі надзвичайних подій, асоційованих із радіаційним забрудненням або контамінацією хімічно небезпечними речовинами, пошук постраждалих проводиться шляхом візуального обстеження ураженої території, із застосуванням спеціалізованих пошукових приладів та врахуванням свідчень очевидців. При виявленні постраждалих пошуково-рятувальні групи за можливості надають первинну медичну допомогу, інформують про їхнє місцезнаходження та фізичний стан відповідні рятувальні підрозділи. Вибір методу та технології порятунку конкретного постраждалого визначається керівником рятувального підрозділу з урахуванням оперативної обстановки, локалізації постраждалого та його фізіологічного стану. Основними техніками деблокування осіб, що опинилися в зруйнованих будівельних конструкціях, є розбирання завалів із верхнього рівня, суцільне горизонтальне розчищення або створення прохідних лазів у завалах. Деблокування шляхом розбирання завалів зверху застосовується, коли постраждалі перебувають на незначній глибині від поверхні завалу та на відстані від його периферії. Такі операції, залежно від структури завалу, проводяться із залученням інженерної техніки, спеціалізованого аварійно-рятувального обладнання або виключно ручного аварійно-рятувального інструменту.

Проведення деблокування постраждалих унаслідок надзвичайних ситуацій передбачає застосування низки спеціалізованих методів, які вибираються залежно

від структурних характеристик завалу та просторового розташування потерпілих. Один із таких методів — це суцільне горизонтальне розбирання завалів, що доцільне у випадках, коли потерпілі знаходяться на значній глибині від поверхні руйнування, а в самій структурі завалу відсутні порожнини або пустоти, які можна було б використати для оперативного розширення доступу. Такий спосіб потребує застосування інженерної техніки та високоефективного аварійно-рятувального інструментарію, зокрема гідравлічних систем, пневматичних пристроїв і важкої механізованої техніки, що забезпечують поступове зняття уламків із зони ураження.

Альтернативним методом є деблокування через влаштування лазів у завалі, що використовується у випадках наявності внутрішніх пустот або залишених технологічних порожнин. За умови стабілізації навколишніх конструктивно небезпечних елементів та їх інженерного укріплення, можливо створити проходи, що дозволяють досягти потерпілого й здійснити його транспортування у безпечну зону. Основним засобом при цьому є ручний аварійно-рятувальний інструмент, зокрема домкрати, важелі, ріжучі та розтискальні пристрої, які дозволяють здійснювати мінімально інвазивне проникнення у завал.

У випадках, коли потерпілі опинилися заблокованими в замкнених просторово обмежених приміщеннях, рятувальні заходи проводяться шляхом формування отворів у несучих стінах, перекриттях, а також шляхом створення проходів до завалених дверних і віконних проїомів. Ці роботи потребують точного розрахунку і врахування конструктивної міцності будівельних матеріалів. Застосовуються високоточні засоби, такі як верстати алмазного буріння, відрізні ручні машини, гідравлічні молоти, перфоратори, що дозволяють зменшити вторинні руйнування та забезпечити збереження залишкової стійкості конструкції.

У ситуаціях, де збереглися або були тимчасово відновлені сходові марші, їх використання стає пріоритетним при транспортуванні постраждалих, особливо за умов обмеженого доступу для іншого аварійного обладнання. Рятувальні операції за допомогою канатних доріг, рятувальних рукавів чи мотузок проводяться при локалізації постраждалих на рівні вище 10 поверху. У надзвичайно складних

умовах, таких як перебування людей на дахах висотних будівель, до евакуації залучається авіація — зокрема, гелікоптери, які здійснюють зависання на висоті до 50 метрів та використовують бортову лебідку для підйому постраждалих на борт. Це вимагає високої точності та координації дій між екіпажем і рятувальниками.

Під час транспортних аварій застосовуються методи розрізання деформованих елементів транспортних засобів з використанням гідравлічних різальних та розтискальних інструментів, що дозволяє звільнити потерпілих з конструкційної пастки. Одразу після деблокування здійснюється надання домедичної допомоги та, за потреби, медична евакуація до спеціалізованих лікувальних закладів. Усі зазначені заходи інтегруються в єдину систему техногенної безпеки та забезпечення життєзбереження в екстремальних умовах.

У надзвичайних ситуаціях, зокрема під час пожеж, проведення рятувальних операцій щодо евакуації осіб, заблокованих у задимлених і термічно небезпечних об'єктах, здійснюється із залученням спеціалізованих технічних засобів, таких як телескопічні автопідйомники, пожежні автодрабини, автовишки, а також рятувальні рукави, що забезпечують вертикальне транспортування людей із верхніх поверхів. У крайніх випадках, коли неможливо організувати евакуацію за допомогою технічних засобів, використовується натягнутий брезент або інші високотканинні матеріали з підвищеним коефіцієнтом міцності, які виконують функцію амортизаційної пастки для безпечного приземлення осіб, що змушені вистрибувати з палаючих конструкцій. Паралельно з евакуаційними заходами здійснюється протидія термічним та димовим ураженням: для цього у вогнище займання подаються струмені води чи піногенеруючих речовин через пожежні стволи, а також реалізуються комплексні протидимні заходи, зокрема димовидалення і вентиляція.

Пошуково-рятувальні дії в умовах високої температури та токсичної загазованості проводяться спеціалізованими пожежно-рятувальними підрозділами, екіпірованими вогнетривкими костюмами підвищеного класу термостійкості, а також автономними апаратами для подачі дихального газу, що забезпечують функціональну автономність і захист органів дихання. Такі групи здійснюють

локалізацію потерпілих, які втратили свідомість або здатність до орієнтування у просторово ускладненому середовищі, із подальшим їх транспортуванням до безпечних зон.

У випадках виникнення радіаційних або хімічно небезпечних аварій критичним фактором виживання є термінове виведення чи винесення постраждалих із зони дії уражаючих чинників. Одночасно реалізується обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту, зокрема фільтруючих або ізолюючих респіраторів, захисних комбінезонів та протихімічних костюмів, що запобігають проникненню радіоактивних ізотопів та сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) через шкірні покриви та дихальні шляхи. Ураженим надається невідкладна медична допомога, включаючи дезактивацію шкіри та слизових оболонок, введення антидотів, а також застосування радіозахисних препаратів, серед яких найбільш розповсюдженим є стабільний йод, що запобігає акумуляції радіоактивного йоду в щитоподібній залозі.

Якщо захисні споруди цивільної оборони потрапляють у межі зони техногенного ураження, вони переходять у режим герметичної ізоляції з автономною регенерацією повітряного середовища, що дозволяє підтримувати життєзабезпечення осіб, які перебувають усередині. Такі споруди можуть тимчасово використовуватися як притулки для населення та оперативного персоналу, забезпечуючи комплексний захист від проникнення токсичних агентів, а також від дії іонізуючого випромінювання завдяки структурній екранованості конструкцій [21].

У процесі проведення пошуково-рятувальних операцій під час будь-яких видів надзвичайних ситуацій першочергове значення має впровадження комплексних заходів медичного захисту, що включають повне медико-санітарне забезпечення аварійно-рятувальних і протиаварійних робіт. У центрі уваги залишається своєчасне надання домедичної та медичної допомоги постраждалим з урахуванням специфіки отриманих уражень – від механічних травм до токсичних, термічних або радіаційних уражень. Забезпечення життєзбереження постраждалих

здійснюється за рахунок оперативної тріажної оцінки стану, стабілізації життєвих функцій та подальшої евакуації до спеціалізованих лікувальних закладів.

Суттєвими заходами в системі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації виступають дії, спрямовані на локалізацію та нейтралізацію як первинних, так і вторинних вогнищ ураження. Це дозволяє мінімізувати інтенсивність і масштаб дії уражаючих чинників, таких як вибухи, пожежі, хімічні викиди, біологічне забруднення тощо. До комплексу цих дій належить також знешкодження джерел вторинної загрози, які можуть призвести до повторного або каскадного розвитку техногенної або природної катастрофи. Інженерно-технічні заходи, спрямовані на зниження інтенсивності уражень, включають герметизацію пошкоджених резервуарів, дезактивацію заражених об'єктів, знезараження середовища, використання інгібіторів горіння, сорбентів і біоцидів.

Реалізація цих комплексних дій має вирішальне значення для зменшення кількості постраждалих осіб, зниження тяжкості їхнього стану, зменшення техногенного і екологічного навантаження на навколишнє середовище, а також оптимізації часових параметрів проведення рятувальної операції. Зменшення масштабів негативного впливу та запобігання ескалації катастрофи безпосередньо впливають на ефективність реагування.

Безпосереднє виконання вказаних заходів покладається на спеціалізовані оперативні підрозділи аварійно-рятувальних формувань, які мають у своєму розпорядженні відповідні засоби індивідуального та колективного захисту, мобільні технічні комплекси, а також сучасні методи детекції, ідентифікації й нейтралізації небезпечних агентів. У кожному конкретному випадку використовуються адаптовані технології впливу – хімічна нейтралізація, механічна ізоляція, термічна інертизація, що дозволяє локалізувати джерела загрози або звести до мінімуму інтенсивність впливу уражаючих чинників на людей та довкілля [7].

У ситуаціях, пов'язаних із надзвичайними подіями техногенного або природного характеру, що супроводжуються пожежами, критично важливим є оперативне виконання комплексу спеціалізованих протипожежних заходів,

спрямованих на локалізацію первинного осередку горіння, зниження інтенсивності термічного випромінювання та зменшення концентрацій токсичних продуктів згоряння у повітрі. Основною метою таких дій є не лише фізичне придушення вогню, але й мінімізація уражаючих чинників, пов'язаних із високотемпературним впливом, токсичною дією димових газів і вторинним екологічним забрудненням атмосфери.

Ці завдання реалізуються шляхом подачі необхідної кількості вогнегасильних речовин через пожежні стволи, що забезпечують інтенсивне охолодження осередків горіння, а також застосування методів бар'єрної ізоляції, зокрема встановлення водяних завіс. У випадку лісових або торф'яних пожеж ефективними стають профілактично-інженерні заходи — створення мінералізованих смуг, які перешкоджають поширенню вогню, організація зустрічного підпалу з метою керованого вигорання, риття захисних ровів і затоплення осередків загоряння торф'яників для припинення доступу кисню. У разі масштабних пожеж широко залучається авіаційна техніка, зокрема спеціалізовані літаки та вертольоти, оснащені системами авіаційного скидання вогнегасильних речовин.

Під час рятувальних операцій у задимлених і перегрітих середовищах проводиться комплекс протидимних заходів, серед яких — використання мобільних протидимних установок, зокрема пожежних димовидалювальних машин, а також координація їх дії з основними засобами локалізації та ліквідації горіння. Це дозволяє не лише покращити видимість для рятувальників, а й суттєво знизити ризик ураження дихальних шляхів потерпілих продуктами горіння.

У випадках радіаційних аварій особливе значення має локалізація джерела іонізуючого випромінювання та мінімізація його поширення в навколишнє середовище. Для цього вживаються багатокомпонентні заходи радіаційного захисту: будівництво тимчасових екрануючих бар'єрів із високоміцних матеріалів, вилучення верхнього шару радіоактивно забрудненого ґрунту, механічна дезактивація твердих поверхонь (доріг, будівельних конструкцій), а також

гідроізоляційні та протиерозійні роботи, які запобігають транспортуванню радіоізотопів у гідросферу.

Крім того, у випадках значного опромінення сільськогосподарських тварин реалізуються біозахисні заходи, які можуть передбачати примусове вилучення поголів'я з подальшою переробкою за спеціальними санітарно-ветеринарними стандартами, з метою недопущення потрапляння контамінованих продуктів у ланцюги продовольчого постачання. Усі ці дії інтегруються в загальнодержавну систему реагування на надзвичайні ситуації з використанням сучасних технологій екологічного моніторингу, радіологічного контролю та автоматизованих систем управління рятувальними операціями [17].

У разі виникнення надзвичайних ситуацій біологічного характеру, пов'язаних із загрозою спалаху або поширення інфекційних захворювань серед людей, тварин чи рослин, першочергове значення набувають превентивні та обмежувальні заходи, спрямовані на локалізацію епідеміологічного ризику. Ключовими механізмами стримування поширення патогенних агентів виступають впровадження режимів карантину або обсервації в межах зон біологічного ураження. Карантин визначається як комплексна система тимчасових адміністративно-правових, організаційних, санітарно-епідеміологічних, санітарно-гігієнічних та медико-профілактичних заходів, спрямованих на блокування шляхів передачі інфекційного агента, ізоляцію первинного осередку зараження — епідемічного, епізоотичного або епіфітотичного — та його подальшу нейтралізацію. В основі карантинних заходів лежить принцип біобезпеки, реалізований через заборону або суттєве обмеження пересування людей, тварин, транспорту, вантажів та продуктів харчування, які потенційно можуть бути носіями збудника інфекції.

Режим обсервації є м'якшою, але також обов'язковою формою обмежувальних дій, що передбачає посилене медико-санітарне та ветеринарно-санітарне спостереження за населенням і сільськогосподарськими тваринами у зоні, суміжній із територією карантину. У рамках цього режиму реалізуються протиепідемічні заходи, включаючи обмеження на пересування та перевезення,

профілактичні щеплення, дезінфекцію об'єктів навколишнього середовища, а також ізоляцію контактних осіб. Особлива увага приділяється формуванню буферної зони контролю в межах прилеглих адміністративно-територіальних одиниць, що відіграють роль епідеміологічного бар'єра.

Паралельно з введенням карантинних чи обсерваційних заходів розгортається система медико-біологічного моніторингу, яка включає інтенсивну епідеміологічну розвідку зовнішнього середовища, бактеріологічний та вірусологічний аналіз повітря, води, ґрунтів, а також контроль за станом об'єктів водопостачання. З метою екстреної специфічної профілактики здійснюється вакцинація, введення імуноглобулінів або антисироваток відповідно до природи збудника. Контроль за дотриманням протиепідемічного режиму — носіння засобів індивідуального захисту, дезінфекція, ізоляція хворих і контактних осіб — забезпечує ефективність боротьби з розповсюдженням інфекції.

До складу заходів біологічної безпеки також входять санітарно-гігієнічні дії: очищення територій, знезараження об'єктів інфраструктури, утилізація біологічно небезпечних відходів. У випадках високого ризику зараження водних екосистем або продовольчих ланцюгів запроваджується блокування джерел водопостачання, моніторинг харчових продуктів та продукції тваринництва.

Надзвичайна ситуація епідеміологічного типу вважається повністю ліквідованою лише за умови, коли з моменту ізоляції або госпіталізації останнього виявленого інфікованого мине строк, що відповідає максимальній тривалості інкубаційного періоду конкретного патогена. Це підтверджується результатами лабораторного моніторингу, статистичною відсутністю нових випадків інфікування, а також стабілізацією епідемічного процесу в регіоні.

Важливим елементом у структурі аварійно-рятувальних та інших невідкладних заходів є реалізація аварійно-відновлювальних робіт на об'єктах критичної інфраструктури, що забезпечують базові потреби життєдіяльності населення та операційної спроможності рятувальних формувань. Основна мета цих робіт полягає у швидкому відновленні функціональності систем життєзабезпечення — таких як електропостачання, водозабір, каналізація, зв'язок,

теплозабезпечення, транспортна логістика, об'єкти охорони здоров'я та санітарно-епідеміологічного контролю — до рівня, що забезпечує мінімально необхідні умови проживання у зоні надзвичайної ситуації. У техногенно-небезпечних та соціально-нестабільних умовах це дозволяє знизити рівень гуманітарних ризиків, уникнути вторинних втрат серед цивільного населення та підтримувати операційну стабільність дій рятувальних служб.

Аварійно-відновлювальні роботи передбачають використання високоспеціалізованих інженерно-технічних ресурсів, включаючи мобільні ремонтні комплекси, пересувні електрогенераторні станції, системи очищення та подачі води, тимчасові засоби зв'язку, а також спеціалізовану техніку для ремонту пошкоджених магістралей та інфраструктурних вузлів. Ці заходи проводяться у стислі терміни, в умовах обмеженого доступу та дії уражаючих факторів, що вимагає від фахівців високого рівня професійної підготовки, знання технологій екстреного відновлення та здатності до автономного функціонування у критичних середовищах.

Одночасно, навіть часткове відновлення виробничого, господарського та соціального потенціалу постраждалих територій створює низку системних переваг. По-перше, це сприяє підвищенню ефективності подальших аварійно-рятувальних заходів за рахунок покращення матеріально-технічного забезпечення та логістики. По-друге, функціонування хоча б частини підприємств та інфраструктурних об'єктів дозволяє швидше стабілізувати соціально-економічну ситуацію, зменшуючи соціальну напругу серед постраждалого населення. По-третє, це створює передумови для планового посткризового відновлення економіки регіону, у тому числі шляхом залучення внутрішніх ресурсів, кадрового потенціалу та інвестиційної підтримки. Таким чином, оперативне виконання аварійно-відновлювальних робіт не лише має прикладне значення для виживання населення у зоні НС, а й виконує стратегічну функцію у системі національної безпеки та управління наслідками надзвичайних ситуацій [22].

На даному етапі реалізації аварійно-рятувальних і термінових відновлювальних заходів, як і на попередньому, особливу увагу приділяють локалізації пошкоджень об'єктів житлово-комунального господарства та нейтралізації потенційних джерел вторинної небезпеки техногенного або природного походження. Однією з ключових задач є припинення подачі води до аварійних ділянок водопровідної мережі, блокування транспортування горючих або токсичних речовин пошкодженими продуктопроводами, повне знеструмлення фрагментів електроенергетичної системи, що зазнали критичних ушкоджень, а також ліквідація витоків у мережах теплопостачання, газифікації та системах каналізаційної очистки. Проводиться активна інженерна протиаварійна діяльність: демонтаж конструкцій із загрозою обвалення, організоване згортання технологічних процесів на виробництвах безперервного циклу з метою попередження каскадного розвитку аварій, а також заходи пожежної безпеки щодо недопущення займання або вибухів.

Паралельно реалізується часткове відновлення функціональності транспортної інфраструктури — залізничного, автомобільного, повітряного, річкового та міського транспорту. У цьому контексті особливе значення має інфраструктурна стабілізація, що охоплює ремонт та оперативну реанімацію транспортних артерій — автошляхів, мостів, залізничних колій, аеропортів, морських і річкових портів, а також відновлення роботи систем керування рухом.

Широким фронтом здійснюється первинне відновлення енергетичних мереж: трансформаторних підстанцій, опор ліній електропередачі, підключення постраждалих районів до електропостачання. Водночас активізуються роботи з реанімації мереж водопостачання, теплогенерації та газопостачання — до ладу вводяться водозабірні пункти, насосні станції, котельні, прокладаються тимчасові трубопроводи, замінюються непридатні до експлуатації опалювальні елементи. Це дозволяє мінімізувати критичні ризики порушення життєзабезпечення постраждалого населення.

Проводяться масштабні роботи з аварійного ремонту об'єктів житлового фонду та соціальної інфраструктури, з пріоритетним відновленням тих будівель,

які потребують мінімального втручання — шкіл, дитячих садків, лікарень, продуктових магазинів. Першочергово виконується «закриття теплового контуру» будівель шляхом відновлення покрівлі, скління вікон, після чого забезпечується подача базових енергоносіїв — тепла, води, газу та електроенергії. Одночасно проводиться розбирання повністю зруйнованих конструкцій, що не підлягають відновленню, з метою створення простору для подальшої реконструкції та нового будівництва.

Усі зазначені першочергові аварійно-відновлювальні заходи здебільшого виконуються за тимчасовими схемами енергозабезпечення, інженерних комунікацій та транспортного сполучення, які дозволяють підтримувати базову функціональність регіону у процесі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Остаточне відновлення інфраструктурних систем і об'єктів планується вже на етапі стабілізації із подальшим переходом до режиму повсякденного функціонування.

Наслідки більшості видів надзвичайних ситуацій мають суттєвий негативний вплив на санітарно-гігієнічну і епідемічну ситуацію в зоні ураження. Тому під час аварійно-рятувальних робіт проводиться комплекс санітарно-протиепідемічних заходів, який охоплює дезінфекцію, санітарний контроль, моніторинг стану води, продуктів, фуражу, продовольчої сировини, знешкодження відходів, ізоляцію потенційних джерел інфекції. Основна мета — забезпечення епідеміологічної безпеки у зоні надзвичайної ситуації та в місцях тимчасового розміщення евакуйованих осіб, а також запобігання виникненню спалахів інфекційних захворювань серед населення, тварин і довкілля [23].

У процесі проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних заходів критично важливим компонентом є організація всебічного забезпечення оперативних підрозділів, що передбачає реалізацію комплексу спеціалізованих заходів, спрямованих на формування сприятливих організаційно-технічних та соціально-психологічних умов для ефективного виконання покладених на підрозділи завдань у складних умовах надзвичайної ситуації. Такий підхід ґрунтується на принципах логістичної підтримки, системного управління

ресурсами, а також безперервності функціонального забезпечення в умовах підвищеного ризику.

Серед ключових напрямів забезпечення вирізняється матеріально-технічне забезпечення, що охоплює постачання особового складу необхідними засобами індивідуального захисту, аварійно-рятувальним інструментом, спецодягом, медичними препаратами, засобами зв'язку, технікою та паливно-мастильними матеріалами. Відповідне забезпечення дозволяє підтримувати безперервність рятувальних операцій, забезпечуючи технічну спроможність і безпечні умови праці для учасників аварійних дій.

Наступним складником є транспортне забезпечення, яке передбачає мобілізацію та ефективне використання спеціалізованого та загальногосподарського транспорту для переміщення особового складу, доставки технічних засобів, перевезення евакуйованих осіб, постраждалих, гуманітарних вантажів, а також евакуації пошкодженого обладнання або небезпечних речовин. Організація транспортної логістики в умовах надзвичайної ситуації вимагає високого рівня координації, врахування транспортної доступності, стану інфраструктури та ризику вторинного ураження.

Не менш важливою є складова психологічного забезпечення, яка включає заходи психоемоційної підтримки рятувальників і постраждалого населення, профілактику посттравматичних стресових розладів, а також створення умов для збереження морально-психологічної стійкості учасників рятувальних операцій. Робота з психологічної стабілізації проводиться фахівцями-психологами в інтеграції з медичною та соціальною службою, що дозволяє запобігати психологічному виснаженню особового складу та сприяти адаптації постраждалих до кризових обставин.

Таким чином, всебічне забезпечення є фундаментальною складовою системи реагування на надзвичайні ситуації, забезпечуючи синхронізацію ресурсів, людей та технологій задля досягнення максимальної ефективності аварійно-рятувальних заходів у динамічних та потенційно небезпечних умовах.

1.2. Аналіз травматизму та небезпечних чинників під час виконання оперативних завдань рятувальниками.

1.2.1. Аналіз травматизму рятувальників під час виконання оперативних завдань.

Кожна професія несе в собі певний рівень ризику. На місці виконання оперативного завдання, по дорозі до чи з місця події, або під час навчання пожежники стикаються з ризиком отримати як незначну, так і серйозну травму, яка може загрожувати здоров'ю та життю.

Починаючи з 24 лютого 2022 року в Україні загинули 100 рятувальників, а 430 – отримали поранення. Основною причиною таких втрат стали бойові дії, а також ракетні та артилерійські обстріли, які ведуться по всій території держави, адже більшість постраждалих рятувальників - сапери.

Оскільки пожежники часто стикаються з неконтрольованим полум'ям, то крім вибухових травм, досить поширеним явищем є опіки. Пожежі будь-якого типу можуть досягати екстремальних температур, при яких неможливо працювати протягом тривалого часу. Пожежі можуть легко призвести до опіків третього ступеня.

Також досить поширеною травмою серед рятувальників є вивхи, розтягнення та переломи. Через задимлення, погану видимість, захаращення приміщень чи складне планування місць пожежі такі травми серед рятувальників трапляються досить часто, а обмеження в часі, не дає можливості краще дослідити простір для уникнення даного виду травматизму. Також травматизм такого виду може бути обумовлений обвалом конструкцій, що є звичним явищем на пожежах.

Робота в непридатному для дихання середовищі є невід'ємною ознакою професії рятувальника. Незважаючи на використання ЗІЗОД, пожежники все ще постійно піддаються впливу токсичного диму, який може мати руйнівний вплив, включаючи кашель, задишку, головні болі, подразнення очей, печіння в носі/горлі, біль у грудях і навіть смерть. Також пожежні піддаються ризику хронічних респіраторних захворювань та ішемічної хвороби серця через вплив, пов'язаний з

непридатним для дихання середовищем. Дуже часто це може бути не лише звичайний дим, а й домішками різних хімікатів та канцерогенів.

Нерідко причинами нещасних випадків з рятувальниками стає виснаження і фізичне, і психологічне. Фізичне навантаження, вплив високих температур, моральний тиск та високий рівень відповідальності за чиєсь життя та здоров'я значно впливають на працездатність пожежного. Часто в таких випадках працівники втрачають свідомість, що може закінчитись летальними наслідками.

Пожежники повинні проявляти особливу обережність під час виконання оперативних завдань і стежити за самопочуттям своїм та усієї команди.

1.2.2. Визначення фізичних ризиків

Професія рятувальника є непередбачуваною та ризикованою і базується на професіоналізмі, мужності та бажанні допомагати людям, які опинилися під впливом дії або наслідків небезпечної події (пожежа, повінь, землетрус, дорожньо-транспортна пригода, техногенна катастрофа та ін.).

Варто зазначити, що повномасштабне вторгнення РФ на територію України значно ускладнило роботу екстрених служб. Ліквідація наслідків підрозділами ДСНС України ворожих ударів часто супроводжується повторними ракетними та артилерійськими обстрілами, які здійснюються по всій території держави, що значно підвищує рівень професійного ризику рятувальника. В Україні, починаючи з 24.02.2022 р., загинули 97 співробітників Державної служби з надзвичайних ситуацій [24]. Вони віддали своє життя для порятунку життя іншої людини, проявивши при цьому патріотизм, самовідданість та відвагу.

Ефективність/боєздатність пожежного підрозділу базується на наступних *постулатах*:

- *Професіоналізм особового складу підрозділу.* Базується на професійній підготовці, постійних тренуваннях та навчаннях, соціальній складовій (повага професії, гідні умови праці та соціального захисту), психологічна (внутрішній психологічний клімат в колективі підрозділу, робота психологів з кожним

працівником підрозділу), фінансова (гідна заробітна плата, справедливе преміювання та інші заохочення).

- *Матеріально-технічне забезпечення.* Це сучасне пожежно-технічне обладнання, забезпечення особового складу повним комплектом якісного захисного одягу та засобів індивідуального захисту, сучасна спецтехніка, пожежні автомобілі тощо.

- *Професіоналізм керівного складу підрозділу.* Відповідна освіта керівників, їх досвід та професійні якості лідера відіграють чи не найважливішу роль в організації якісного виконання завдань поставлених перед підрозділом.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що **професійний ризик** (далі - ПР) є супутньою складовою всієї професійної діяльності сучасного рятувальника і має вагомий вплив на якість виконання ним професійної діяльності, а саме головне – впливає на збереження його життя.

На формування ПР професійної діяльності сучасного рятувальника впливають наступні фактори (див. **рис. 1**):

- **Сучасна спеціальна техніка** (пожежно-рятувальні автомобілі, аварійно-рятувальна техніка, автодрабини, насосно-рукавні автомобілі тощо);

- **Якісне пожежно-рятувальне обладнання** (ручний пожежний інструмент, гідравлічні спеціальні засоби, ручні і лафетні стволи тощо);

- **Якісні засоби індивідуального захисту** (захисний захисний костюм пожежного, засоби індивідуального захисту органів дихання, тепловідбивні костюми, костюми хімічного захисту тощо);

- **Небезпечні чинники, які можуть виникнути при виконанні оперативних завдань** (продукти горіння, дим, вибух, контакт з гарячими поверхнями, контакт з іонізуючим випромінюванням, руйнування конструкції будівлі, знижена видимість, ураження струмом тощо);

- **Соціальна професійна мотивація** (заохочення, грошове забезпечення, психологічна атмосфера колективу підрозділу, гідне соціальне забезпечення від держави);

- **Індивідуальні характеристики рятувальника** (вік, стан здоров'я, професійний досвід, тип темпераменту, прагнення саморозвитку).



Рис. 1.1. Фактори впливу на професійну діяльність сучасного рятувальника

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що дослідження факторів впливу на формування ПР працівників ДСНС – є задачею представленого дослідження, метою якого є отримання алгоритму виявлення факторів, які впливають на ПР професійної діяльності сучасного рятувальника з метою обґрунтування ефективних управлінських рішень, які спрямовані на їх повне усунення, або мінімізацію, або відтермінування.

При гасінні пожеж рятувальник найчастіше стикається з ризиками, що пов'язані з температурою, непридатним для дихання середовищем, фізичними та психосоціальним навантаженнями.

Робота в середовищі з високою температурою становить ризик для здоров'я пожежних через специфічні – і потенційно серйозні – розлади, які вона тягне за собою. Очевидним є те, що пожежникам загрожують серйозні опіки. Навіть повітря і дим при нагріванні можуть спричинити такі травми випромінюваним теплом. Захисний одяг з синтетичних волокон з високою термостійкістю, безумовно, надає хороший захист від термічних травм. Проте негативний вплив на особовий склад може створювати також зовнішня висока або дуже низька температура. Наприклад виконання оперативного завдання в спеку, навіть коли немає пошкоджень шкіри,

становить серйозну небезпеку для здоров'я пожежних. На місці пожежі рятувальники працюють у середовищі, де температура може значно перевищувати температуру людського тіла. Два основних розлади різного ступеня тяжкості можуть бути наслідком впливу спеки. Один з них – теплове виснаження. У загальних рисах його можна описати наступним симптомами: підвищене серцебиття, головний біль, нудота, запаморочення, блювота і навіть непритомність. Для покращення стану достатньо відпочинку в прохолодному середовищі і заміщення втрати рідини водою. Гірший стан рятувальника може спричинити тепловий удар. Це відбувається, коли після тривалого впливу сильної спеки система теплорегуляції організму перестає працювати належним чином. Піт не може виводитися досить швидко, тому температура тіла підвищується. Першими ознаками теплового удару є дуже гаряча шкіра без пітливості, сплутаність свідомості, ірраціональна поведінка, втрата свідомості. У цей момент необхідна невідкладна медична допомога [26,27]. Центральна нервова система, нирки і серце можуть зазнати незворотних пошкоджень. Влітку, коли зовнішня температура висока, важливо, щоб рятувальники мали доступ до прохолодного простору, щоб знизити температуру тіла (наприклад, у відсіку автомобіля, обладнаного кондиціонером). Будь-яка незвичайна поведінка або ознака слабкості, що спостерігається у рятувальника після роботи в жаркому середовищі, слід розглядати як можливу ознаку теплового виснаження або теплового удару.

Під час пожежі, як правило, утворюється велика кількість диму, який є особливо небезпечним як для потерпілих, так і для пожежних, через свою токсичність, непрозорість, легкозаймистість і навіть вибухонебезпечність.

Дим, що утворюється при горінні або піролізі, складається з твердих частинок, газів і аерозолів. Їх хімічний склад залежить від матеріалів, що беруть участь у горінні, стану горіння (тобто повного чи неповного) і концентрації кисню. Дим, що виділяється при пожежах в будинках, може містити 200 і більше токсичних газів. Найбільш поширеними є чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), хлористий водень (HCl), водень ціанід (HCN), оксиди азоту (NO_x) і частинки сажі.

Наслідки контакту або вдихання цих газів і частинок, очевидно, залежать від їх концентрації в повітрі і часу впливу.

Результат впливу деяких хімічних речовин може проявитися набагато пізніше у вигляді професійних захворювань що, мають тривалі періоди розвитку. Медичне спостереження протягом усього терміну служби, а також після його закінчення є необхідним для рятувальників [28].

Дихальний апарат на стисненому повітрі може запобігти вдиханню продуктів горіння. Його носіння має бути обов'язковим не лише під час гасіння пожежі, а й під час розбору конструкцій після ліквідації загоряння, оскільки залишки вугілля виділяють велику кількість невидимого чадного газу та інших токсичних газів без запаху [22]. Температура додає диму токсичності. Гарячий дим виділяє променисте тепло, яке при певних температурах може запалити горючі матеріали. Потрапляючи в дихальні шляхи при температурі нижче тієї, яка викликає смертельні опіки, гарячий дим руйнує вроджену захисну систему легень, посилює дію токсинів, що містяться в ньому, і потрапляє в кровоносну систему.

Щільний, густий дим утворює екран, який знижує видимість – іноді до нуля – і особливо приглушує звукові хвилі, що ускладнює оцінку відстаней. Пожежникам фактично доводиться орієнтуватися в приміщеннях, з якими вони зазвичай не знайомі, наосліп [29]. Рух вперед або розвідка місця події за таких обставин пов'язана з явно високими ризиками: пожежники можуть втратити відчуття орієнтації і повернутися до місця пожежі, коли їм здається, що вони виходять - помилка, яка може коштувати життя, якщо запаси повітря в дихальному апараті занадто малі, щоб повернути назад.

Вони також можуть отримати травму, спіткнувшись об предмети, перепади висот, що приховані непрозорим димом, можуть призвести до падінь, ковзання та зіткнення з предметами. Крім того, пожежа в споруді (наприклад, будинку, сараї тощо) збільшує ризик обвалення, оскільки горіння або тривалий вплив тепла змінює та знижує міцність конструкцій. З огляду на потенційну тяжкість травм від обвалу, особовий склад та керівник гасіння пожежі повинні провести оцінку ризику перед виконанням оперативного завдання щодо меж текучості використовуваних

конструкційних матеріалів та втрату їх міцності під час пожежі [30]. Також, оперативні завдання з гасіння пожеж пов'язані з ризиками щодо джерел енергії в палаючій будівлі – електрикою, газом тощо – які не можуть контактувати з водою або вогнем і пов'язані з потенційно смертельними ризиками ураження електричним струмом та вибуху. Проте новітні технології все збільшують кількість ризиків для особового складу під час гасіння пожеж. Наприклад сонячні панелі, якими в останні роки облаштовують все більшу кількість дахів будинків, їх неможливо відключити від живлення, що залишає ризик ураження електричним струмом.

1.2.3. Психосоціальні ризики

Ризики, розглянуті вище, і поширена в багатьох підрозділах культура придушення емоцій і почуттів часто призводять до того, що психосоціальному стану рятувальників приділяється мало уваги. Умови, в яких працюють пожежні, є живильним середовищем для стресу. Різні чинники можуть впливати на особовий склад як в самій роботі, так і в тому, як вона організована. Особливо виснажливі умови праці з точки зору фізичних, фізіологічних та емоційних вимог, усвідомлення ризиків та прийняття життєво важливих рішень можуть викликати стрес [31]. Проте організаційні аспекти як наприклад відсутність розуміння та незнаходження спільної мови, ігнорування потреб особового складу, відсутність балансу між особистим життям та роботою, нерівномірний розподіл навантаження, перевищення норм робочого часу, соціальне визнання, непорозуміння всередині колективу також можуть бути особливо шкідливими для психосоціального благополуччя пожежних.

Такий стан може призвести до різних наслідків: бути соматичним (наприклад, хвороби серця, високий кров'яний тиск) або психосоматичним чи психологічним (наприклад, депресія, вигорання), а також може призвести до проблем зі зловживанням алкоголем та іншими видами психоактивних речовин для зняття тривоги [32]. Тоді як з стреси, пов'язані з виконанням оперативного

завдання забрати практично неможливо, то з стресами пов'язаними з організаційними проблемами підрозділу боротись можна.

У кожному процесі прийняття рішень, що включає окремих осіб, групи чи навіть цілі організації, конкуруючі когнітивні сили розуму будуть протистояти тому, чи слід таке рішення взагалі приймати. Це внутрішній психологічний процес індивідів; залежно від серйозності питання, підсвідомість може вирішити питання за частку секунди або лише після тривалої боротьби у свідомості. Для рятувальників кожне рішення відіграє важливу роль, від якого може залежати чиєсь здоров'я або навіть життя і це теж є стресом.

Масштаби проблеми стресу серед пожежних є досить немалими і потребують вирішення. Наприклад проведення різноманітних навчань та тренінгів з управління стресом. Цей вид індивідуально-орієнтованого заходу може допомогти впоратися зі стресовими факторами, на які практично неможливо вплинути. Колективний, превентивний підхід (тобто спрямований на усунення стресу в джерелі), безсумнівно, дасть більш переконливі результати.

Виконання складних та ризикованих оперативних завдань для рятувальників є буденністю, знання того, що і як робити після прибуття на місце події зазвичай дозволяє їм зосередитися на роботі, тримати здорову дистанцію від страждань потерпілих, проте бувають непередбачувані обставини, які можуть зруйнувати такий психологічний бар'єр, наприклад коли є жертви серед дітей або постраждали знайомі чи рідні, також травми на місці події або загибель колег – під час таких випадків пожежні стикаються з сильним емоційним потрясінням, що може спричинити посттравматичний стресовий розлад [33,34].

1.3. Аналіз шляхів управління професійними ризиками

Найпростіша модель управління ризиками базується на визначенні, вивченні та дослідженні будь-яких небезпек, які можуть перейти в небезпечну подію за різними сценаріями, що можна подати, зобразити, показати як дерево відмов (**рис.**

1.2). Так само й небезпечна подія має різні сценарії, за якими розвиваються втрати (тяжкі, середні, незначні або подія без втрат).

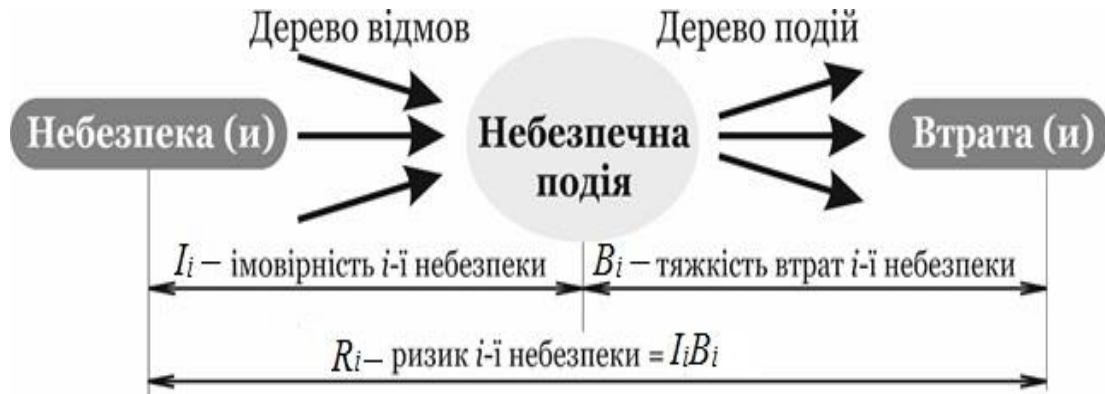


Рис. 1.2. Модель оцінювання ризиків

З рис. 1.2 видно, що перехід від «небезпеки» у «небезпечну подію» через величину ймовірності (або частоту) подій, а перехід «небезпечної події» у «втрати» – через величину тяжкості втрат і ввести інтегральну величину за цими двома величинами – ризик. Отже, ризик – це добуток ймовірності небезпеки і тяжкості втрат.

Найбільшої популярності для моделювання небезпечних процесів, зокрема й нещасних випадків, отримали діаграми причинно-наслідкових зв'язків, які дістали назви «дерево відмов» і «дерево подій». Маючи ризик небезпеки за тим чи іншим сценарієм, ми його оцінюємо і, якщо він високий, повинні його знизити, тобто визначити бар'єри – заходи зі зниження ймовірності виникнення небезпечної події і/або ступеня тяжкості наслідків (втрат) небезпечної події (рис. 1.3). Отже, механізм прийняття рішень для обґрунтування типу, кількості та потужності бар'єрів – заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого (припустимого) ризику і є процес управління.

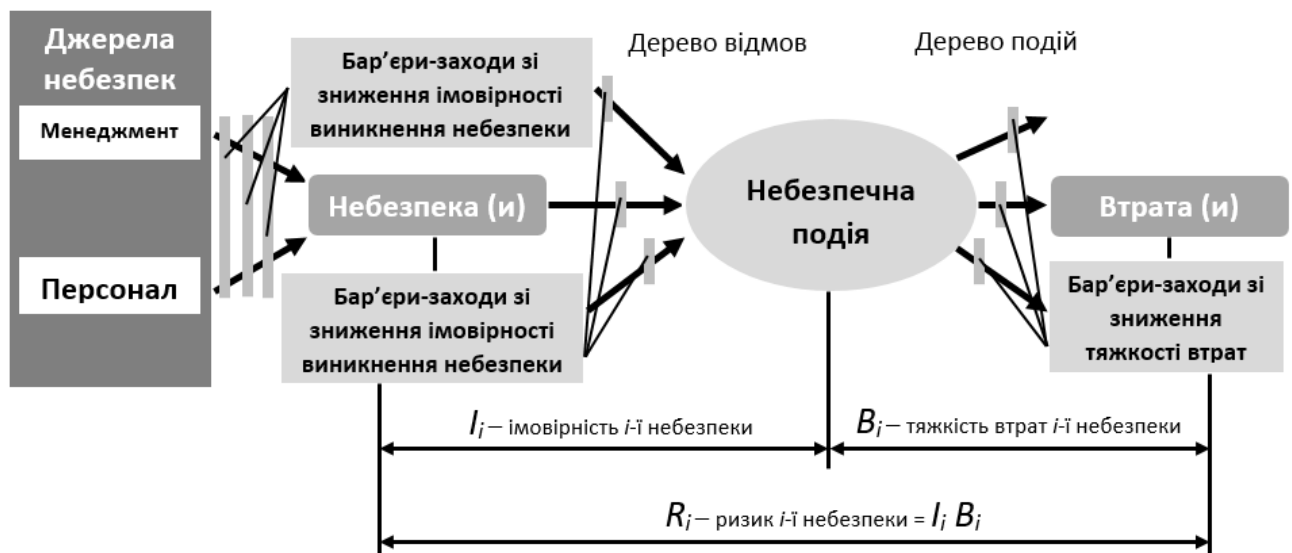


Рис. 1.3. Модель управління ризиками

В системах управління якістю (ISO 9001), екології (ISO 14001), безпеки праці і здоров'я працівників (ISO 45001), енергоспоживання (ISO 50001), харчової безпеки (ISO 22000), інформаційної безпеки (ISO 27001) та інших використовується два основних методологічних підходи: цикл Шухарта-Демінга (PDCA) для системи управління і процес керування ризиками (RMP) [35]. В основі циклу PDCA покладена ідея постійного поліпшення систем управління для досягнення відповідних цілей [36,37]. Зокрема його реалізація дозволяє розробити кроки для усунення недоліків у відповідній сфері управління організації. Це дозволить уникнути, принаймні зменшити, кількість збоїв і відмов елементів системи і тим самим збільшити їх результативність і дієвість.

Всі зазначені стандарти серії ISO для розбудови різних систем управління, мають однакову структуру високого рівня (HLS), яка базується на циклі PDCA [37,38] (рис. 1.4). Основне її призначення – це бути шаблоном для розробки нових нормативних документів – стандартів. Крім того, зазначений підхід дозволяє систематизувати вимоги до систем управління для їх гармонізації. Структура високого рівня HLS ISO складається з десяти розділів (застосування (розділ 1); нормативні посилання (розділ 2), терміни та визначення (загальні терміни, представлені в Додатку SL, та будь-які терміни, специфічні для цього стандарту (розділ 3)), контекст організації (розуміння внутрішніх та зовнішніх питань,

потреб та очікувань відповідних зацікавлених сторін, системи управління та сфери її застосування (**розділ 4**)), **лідерство** (відповідальність та зобов'язання вищого керівництва, політика, організаційні функції, ролі, обов'язки та повноваження (**розділ 5**)), **планування** (заходи з управління ризиками та можливостями, цілі у сфері якості та плани щодо їх досягнення (**розділ 6**)), **підтримання** (необхідні ресурси, компетентність, обізнаність, комунікація та документована інформація (**розділ 7**)), **операції** (оперативне планування та управління (**розділ 8**)), **оцінювання діяльності** (моніторинг, вимірювання, аналіз та оцінка, внутрішній аудит, аналіз з боку керівництва (**розділ 9**)), **поліпшення** (невідповідності, коригувальні дії та постійне покращення (**розділ 10**)). Передбачається, що до етапу PLAN відносяться розділи 4, 5, 6; до етапу DO – **розділи 7 і 8**; до етапу CHECK – **розділ 9** і до етапу ACTION – **розділ 10**. Значений розподіл дозволяє забезпечити чітке управління будь-якою системою на основі ієрархії циклу PDCA.

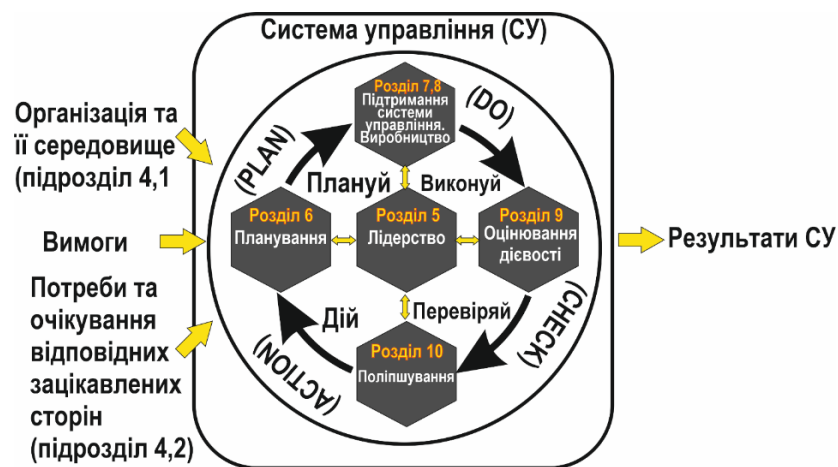


Рис. 1.4 Структура стандартів ISO з систем управління і кільцевий цикл PDCA [37]

Процес керування ризиками (RMP), вибудовується на восьми принципах зазначених у ISO 31000:2018 (**рис. 1.5**) [38], які включають: **інтегрування**, коли керування ризиками є невід’ємною частиною діяльності організації; **структурованість** керування ризиками повинні приводити до узгоджуваних і порівнянних результатів; **адаптованість** процес керування ризиками повинен співвідноситися відповідно до зовнішнього і внутрішнього середовища організації,

пов'язаного з її поставленими завданнями; **інклюзивність**, процес керування ризиками повинен відповідати своєчасному залученню зацікавлених сторін, що дозволить враховувати їхні знання, погляди і думки для підвищення рівня знань для обґрунтованості захисних і запобіжних дій; **динамічність** процесу керування ризиками полягає у необхідності відслідковування змін у зовнішньому і внутрішньому середовищі організації, що дає змогу вчасно передбачати, виявляти і відповідно реагувати на зміни небезпек, небезпечних чинників та подій; **доступність** і **вірність** процесу керування ризиками полягає у використанні валідованих моделей з ідентифікації небезпек чи небезпечних чинників, оцінювання ризиків та обґрунтуванню запобіжних задові; **людиноцентричність**, коли при керуванні ризиками враховується людські та культурні чинники [39, 40].



Рис.1.5. Принципи керування ризиками визначених в ISO 31000:2018 [5]

Відповідно до ISO 31000 ризик визначається як вплив невизначеності на досягнення мети [39]. Звідси невизначеність являється ключовим критерієм. Разом з тим, невизначеність трактують як усвідомлення того, що наші переконання та уявлення про середовище не дозволяють точно передбачити майбутні події, тобто того, що нам відомою [40, 41] Це вказує на життєво важливу потребу в надійному RMP для постійного отримання інформації її критичному аналізі, перевірки дієвості визначених (розрахованих, обґрунтованих) запобіжних і захисних заходів щодо контролю, зниження рівня ризику, періодичного перегляду небезпек, небезпечних чинників та ризиків при змінах в зовнішньому чи внутрішньому

середовищі організації [42]. Тобто виникає задача в постійному поліпшенні RMP. Втім, жоден із наведених принципів RMP не передбачає такої необхідності. Крім того, в контексті нестабільного середовища (системна інженерія, паливно-енергетичний комплекс, хірургія, ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій) виникає потреба у швидких рішеннях, а не тільки у визначенні пріоритетів щодо тих чи інших запобіжних заходів [43]. Часто час очікування для прийняття рішення, який визначається розрахунками ризиків, може призвести до тяжких і тривалих наслідків. Тому в RMP необхідно передбачити можливість прийняття управлінських рішень, щодо прийняття, передачі чи відмови від ризику. Звідси виникає питання, щодо необхідності постійного контролю за об'єктивністю оцінювання ризиків [43]. Розв'язок зазначених задач вбачаємо через реалізацію поєднання RMP і циклу PDCA. Це призводить до появи актуальної задачі з вдосконалення процесу керування ризиками в системах управління організаціями.

Потужна система управління, крім виконання її основної задачі з об'єднання всіх зусиль організації для досягнення поставленої мети [43, 44] додатково забезпечує декілька переваг: підвищення продуктивності та ефективності праці [43, 45], покращення корпоративної культури [44, 46], збільшення лояльності та задоволеності працівників [47], мінімізацію нещасних випадків і професійних захворювань [48]. За значені переваги з'являються через реалізацію в системах управління цілісного підходу до вирішення різних виробничих завдань, що відображаються в концептуальних дослідженнях з аналізу основних шляхів досягнення результативності [49, 50]. Цілісний підхід базується на концепції PDCA [35, 50], який сприяє постійному вдосконаленню [50, 51]. Зазначається [19], що цілісний підхід може бути застосований, як до системи управління в цілому так і до кожного окремого її елемента [15-19]. Зокрема, його успішно застосовують до оцінки ризиків і можливостей, складання планів, виробничих процесів, політики організації, моніторингу і вимірювання діяльності та інше. Разом з тим, робіт, які б пояснювали принципи керування ризиками на основі циклу PDCA для побудови алгоритмів оцінки ризиків з урахуванням результатів щодо зниження ризиків для прийняття певного управлінського рішення щодо мінімізації витрат доволі не

значна кількість. Так, у роботі [53-56] автори запропонували вдосконалити процес керування ризиками за рахунок введення додаткової складової для визначення величини ризику – частоти відмов. При цьому для встановлення частоти відмов запропоновано алгоритм в основі якого знаходиться цикл PDCA. Це дозволяє, на думку авторів підвищити достовірність оцінок, оскільки з кожною ітерацією відбувається детальний аналіз впливових небезпечних чинників. Однак, не зрозуміло, чому автори, рекомендували застосовувати цикл PDCA, тільки до окремої складової з визначення ризику. У роботі [57, 58] пропонується поєднання циклу PDCA та інструментів для збору даних, визначення, аналізу, тестування, оцінки та прийняття рішень з покращення екологічної упаковки продукту. При цьому автори запропонували декілька на кожному кроці циклу PDCA застосовувати один із дієвих інструментів, який забезпечує отримання прийняттого результату. Однак, автори не показали, загальної методології з вибору результативного інструментарію для вирішення конкретних задач. Не зрозуміло, чи можна даний підхід розповсюдити на вирішення відмінних, від розглянутої, виробничі завдання. У роботі [59, 60] автори обговорили питання ідентифікації та аналізу ризиків у межах поняття сталого управління. При цьому було зроблене припущення, що для досягнення поставлених цілей з підвищення достовірності оцінки ризиків необхідно застосувати циклічність аналізу отриманих результатів, використовуючи прийнятний підхід, ним може бути цикл PDCA. Встановлення величини ймовірності настання небезпечної події повинно відбуватись через цільові статистичні значення прояву наслідків небезпечної події, що постійно моніториться зважаючи на цілі сталого розвитку. Ще одну пропозицію з об'єднання процедури оцінювання ризиків і циклу PDCA зробили автори роботи [61-63]. Вони розробили нову модель планування надзвичайних ситуацій та управління відновленням після аварій на основі процесного підходу відповідно до циклу PDCA. При цьому для збільшення достовірності отриманих результатів автори запропонували постійно аналізувати виконання певної категорії питань, відповідь на які дозволяють зрозуміти готовність організації до настання надзвичайної ситуації. Автори вибудовували нову модель планування заходів на

основі гіпотези, що існує значний і ефективний зв'язок між моделлю планування на випадок надзвичайних ситуацій та циклом PDCA відповідно до розвитку організації. Аналіз наведених робіт, показує відсутність концептуальних підходів для вдосконалення процес керування ризиками на основі циклу PDCA, що потребує проведення відповідних досліджень, в тому числі із визначення доцільності застосування додаткового принципу керування ризиками.

1.4. Аналіз моделей з оцінювання ризиків при ліквідації надзвичайних ситуацій

Модель “Доміно Хейнріха” [64]

В.Х. Хейнріх – відомий учений у галузі науки з питань безпеки. Він представив свою всесвітньо відому модель причин виникнення небезпечних подій у книзі «Щоб запобігти нещасним випадкам на виробництві», яка згодом була названа теорією доміно **рис. 1.6**. На думку Хейнріха, 88% усіх нещасних випадків викликані неправильними діями персоналу, 10% ненадійністю устаткування і 2% "форс-мажором". Він запропонував "п'ятифакторну послідовність" виникнення нещасного випадку [64], у якій кожна складова приводить у дію наступну, подібно падіння поставлених у ряд кісточок доміно. Послідовність факторів включає в себе:

- 1) походження і соціальні умови;
- 2) помилку працівника;
- 3) неправильні дії в сукупності з механічною і фізичною небезпекою;
- 4) нещасний випадок;
- 5) пошкодження або травми.



Рис. 1.6. Модель Хейнріха [64].

Хейнріх припускав, що для зупинки нещасного випадку потрібно розірвати ланцюг видаленням однієї з кісточок. Він уважав, що ключовим фактором послідовності є небезпечна дія. Хоча Хейнріх (Heinrich) не привів ніяких фактів, що підтверджують його теорію, вона, все ж таки, являє собою зручну відправну точку для початку дискусії та проведення подальших досліджень.

Значення цієї теорії полягає в такому:

- 1) взаємозв'язок причин і наслідків події, формування ланцюжка причин події і надання людям можливості вибрати шлях її запобігання;
- 2) виявлення двох прямих причин подій;
- 3) надання часткової відповіді на запобігання небезпечної події за рахунок усунення небезпечних факторів [65].

Модель причин небезпечних подій Берда

Американські вчені Берд і Жермен удосконалили теорію доміно і запропонували приділяти більше уваги впливу управління небезпечними подіями (менеджменту) на процес формування причин промислових аварій. Ця модель включає ті ж п'ять стадій, але перші три з них розглядаються під іншим кутом зору (рис. 1.7). Перша стадія відображає недоліки в управлінні, друга пов'язана з основними причинами аварії, а третя – з безпосередніми причинами.



Рис. 1.7. Модель причин небезпечних подій Берда [66].

Основні причини небезпечних подій поділяються на дві категорії: особистісні фактори і фактори роботи (системи), які відрізняються від «провини людини», що визначає теорія доміно.

У цій моделі особистісні фактори можуть включати в себе недолік знань і навичок у галузі безпеки, неправильні поведінкові мотиви, а також фізичні і психологічні дефекти [66].

Фактори роботи (системи) є головним чином управлінськими причинами, що включають недосконалі робочі процедури, проблеми з обладнанням й небезпечні фактори робочого середовища на робочому місці.

До радикальних причини небезпечних подій відносять відсутність контролю, тобто недоліки управління, що сприяє погіршенню навчання або рівня знань, що є основною причиною відсутності контролю.

Модель «швейцарського сиру» (SCM) [67]

Одна з найвідоміших у світі моделей, яка складається з таких чотирьох «шматочків сиру»: організаційні чинники, помилки контролю, передумови небезпечних умов і небезпечні дії, запропонована Д. Ризоном. Він уважав, що події викликані не окремими факторами, а комбінацією системних недоліків (дефектів). Коли ці недоліки на кожному «шматочку» вистроюються в ряд, що дозволяє

провести наскрізний «промінь», система втрачає свою захисну функцію і відбувається аварія (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Модель SCM [67].

Існує три версії SCM. У першій більше уваги приділяється причинно-тимчасовому впорядкуванню слабких місць у цілому, що дає можливість подумати про те, як відбуваються нещасні випадки. Причина ділиться на п'ять частин: люди, які приймають рішення на вищому рівні; лінійне керівництво; попередні умови; виробнича діяльність; захист (рис. 1.9 а).

Друга версія (рис. 1.9, б) була розроблена в середині 1990-х років. У ній зменшено кількість «шматочків сиру» до трьох (організація, робоче місце, людина), але кожен «шматочок» поділено на три елементи, які більш деталізовано його характеризують. Мета – виявити більше факторів впливу на безпеку на кожному рівні.

Третій варіант моделі (рис. 1.9, в) з'явився у 2006 році, теж базується на трьох основних елементах: небезпека, засоби захисту і втрати, але, на відміну від попередньої моделі, кожен рівень включає в себе безліч різних бар'єрів, засобів захисту і контролю, які притаманні будь-якій системі [67].

Модель виявлення, передбачення і запобігання небезпекам (SHIPP)

Група дослідників з Канади в 2011 році проаналізувала основні моделі небезпечних подій Хейнріха, Берда, Різона та Етвуда і дійшла висновку, що вони описують процес настання нещасного випадку з точки зору людських,

організаційних та управлінських помилок, а не причин технологічного характеру. Крім того, ці моделі спрямовані не на аналіз причин, а на розуміння самої концепції. Отже, ці моделі носять описовий, а не прогностичний характер, тому була запропонована нова модель небезпечних подій для видобутку нафтопродуктів на морі, яку назвали SHIPP. Вона використовує підхід послідовного моделювання, застосовуючи п'ять різних запобіжних бар'єрів від небезпечних подій, які пов'язані або з людським фактором (HFB), або із системою управління в організації (M & OB). Пізніше останні два бар'єри (бар'єри запобігання ескалації і контролю за руйнуванням) були об'єднані в бар'єр контролю ушкоджень і управління аварійними ситуаціями (DC & EMB) (рис. 1.10).

SHIPP використовується в 4 кроки (рис. 1.11).

Крок 1. Опис системи. Визначення меж взаємодіючих підсистем.

Крок 2. Ідентифікація небезпек і їх аналіз. Для визначення небезпек використовують відомі методи: HAZOP; попередній аналіз небезпек (PHA), FMEA, ETA і FTA

Крок 3. Моделювання і прогнозування події. Кожен бар'єр може розглядатися як підсистема і може бути проаналізований методом FTA (дерево відмов), що дозволяє встановити ймовірність відмови для кожної ключової події.

Крок 4. Оновлення, прийняття рішень і реалізація стратегій запобігання події. На додаток до якісного аналізу також може застосовуватися кількісний аналіз. Автори моделі рекомендують використовувати баєсовські мережі [56], щоб мінімізувати невизначеність і таким чином підвищити точність квантування.

Моделі Tripod beta і Tripod delta

У кінці 1980-х і на початку 1990-х років компанія Shell Oil доручила фахівцям Лейденського та Манчестерського університетів дослідити роль поведінкових факторів людини в аваріях. На основі проведеного аналізу була розроблена модель Tripod beta (рис. 1.12), яка спрямована на виявлення потенційних причин небезпечних подій. Надалі Фонд Stitching Tripod перетворив її на програмний продукт для аналізу і запобігання пригод

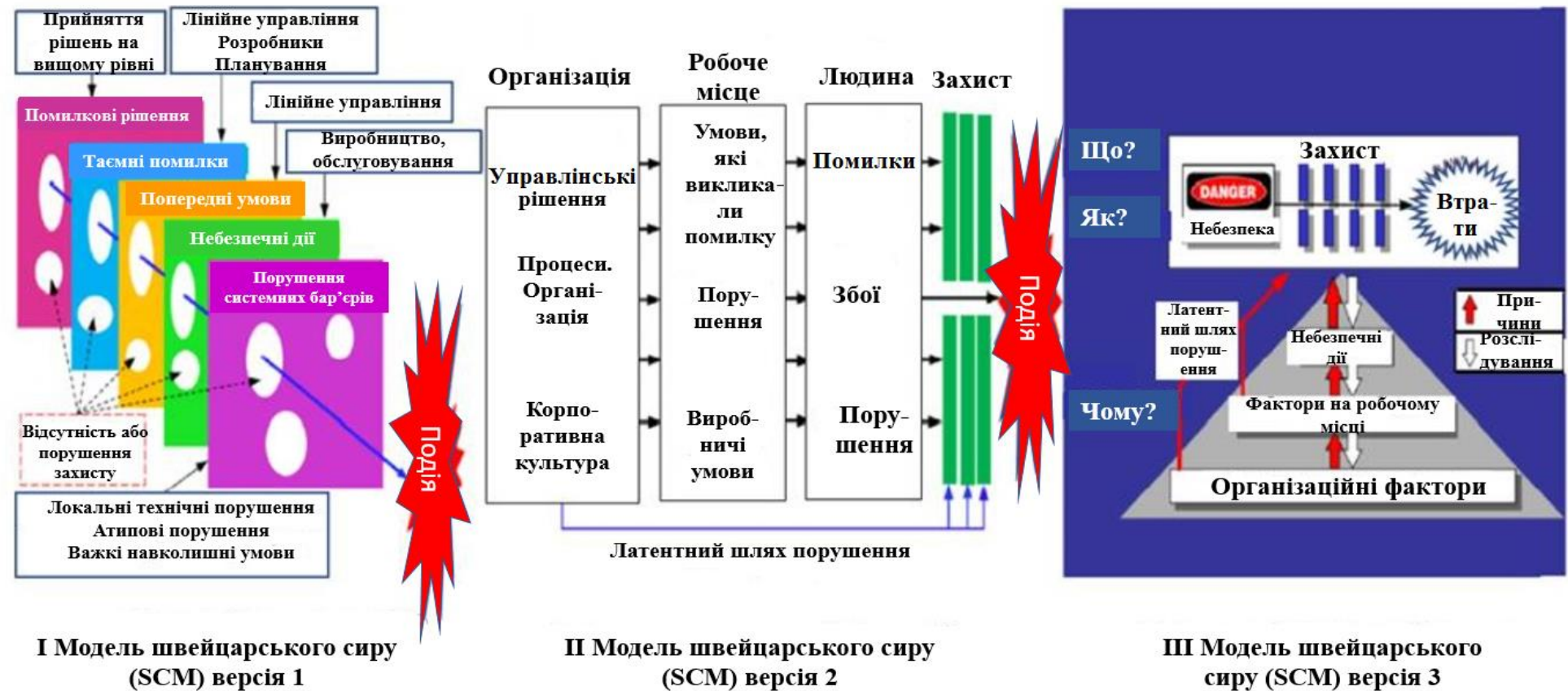


Рис. 1.9. Три версії моделі “швейцарського сиру”



Рис. 1.10. Загальний принцип моделі виявлення, передбачення і запобігання небезпекам

У 2018 році з'явилася версія Tripod delta. Згідно з цією версією на поведінку працівника впливає 11 основних факторів: дизайн, апаратне забезпечення, управління технічним обслуговуванням, обслуговування, помилки при дотриманні умов, процедури, навчання, спілкування, несумісні цілі, організація, захист. Дослідження кожного з них допомагає передбачити впливові чинники, які можуть призвести до «небезпечних подій» – небезпечної поведінки працівника при плануванні роботи або її виконанні. Небезпечні дії часто є безпосередніми причинами пригод [68].

Tripod delta складається з 1500 питань, при цьому компаніям пропонується відповісти на випадково обрані 275. Кожне питання стосується настання небезпечної події і при вивченні відповідей можна встановити основні впливові чинники, які збільшують ризик травмування.

Метод «краватка-метелик»

Метод «краватка-метелик» [68] вперше був озвучений в Університеті Квінсленд в Австралії на лекціях, присвячених аналізу небезпек у хімічній промисловості. Згодом Shell Group застосувала цей метод для аналізу вибухів на платформі Alpha Drilling.

Метод «краватка-метелик» [68] використовують для дослідження ризику на основі демонстрації діапазону можливих причин і наслідків у випадку існування точно встановлених незалежних шляхів, які приводять до відмови (рис. 1.13).

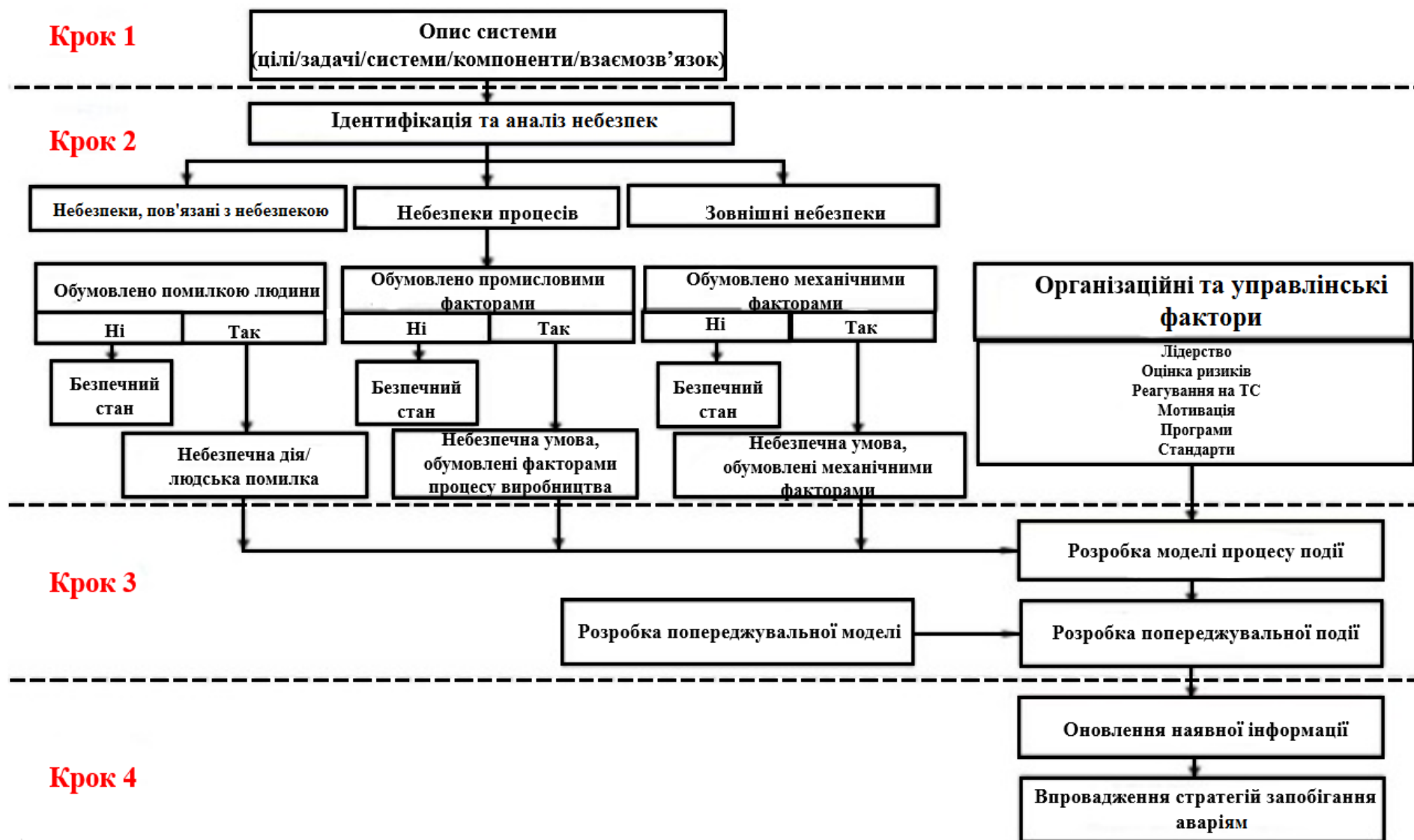


Рис. 1.11. Основні кроки, які передбачені в моделі SHIPP

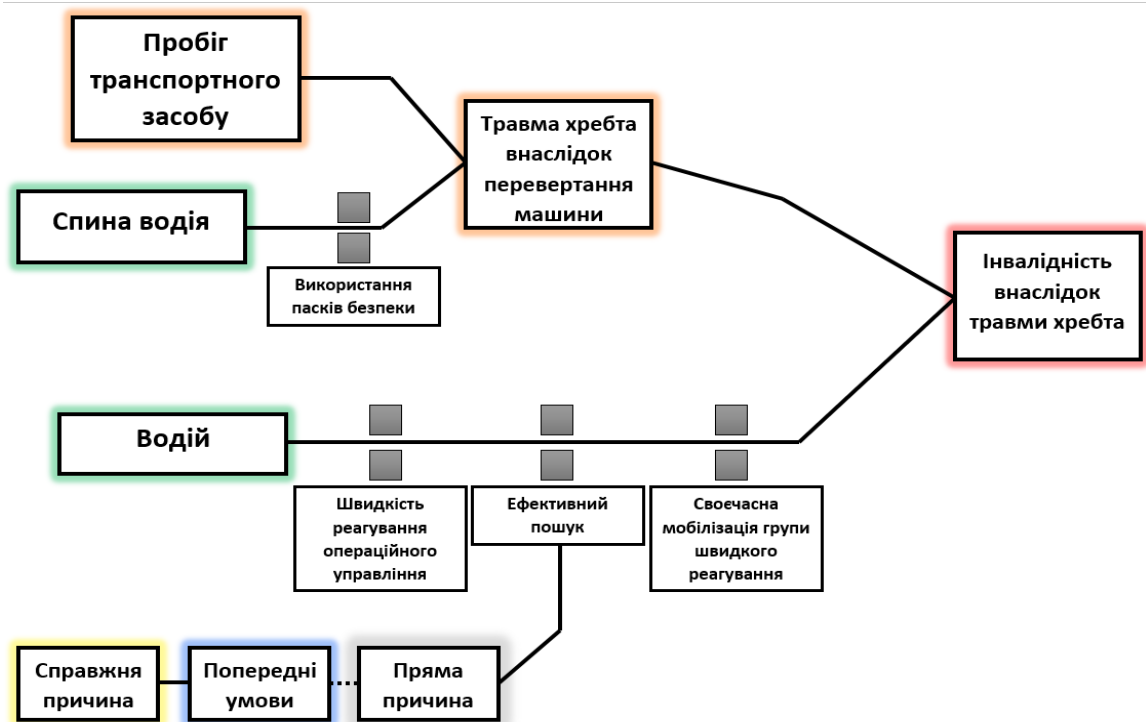


Рис. 1.12. Метод Tripod beta

Метод виконується за такою процедурою [68]:

- а) визначення небезпечної події, обраної для аналізу, відображення її як центрального вузла «краватка–метелик»;
- б) складання переліку причин події за допомогою дослідження джерел ризику (або безпеки);
- в) ідентифікація механізму розвитку безпеки до критичної події;
- г) проведення лінії, яка відокремлює причину від події, що дозволяє сформулювати лівий бік метелика; додатково можуть бути ідентифіковані та включені в діаграму фактори, які можуть призвести до ескалації небезпечної події та її наслідків;
- д) нанесення поперечних вертикальних ліній перешкод, що відповідають бар'єрам, які запобігають небажаним наслідкам; якщо визначені фактори, які можуть викликати ескалацію небезпечної події, то додатково можуть бути наведені бар'єри, що попереджають подібну ескалацію; даний підхід може бути

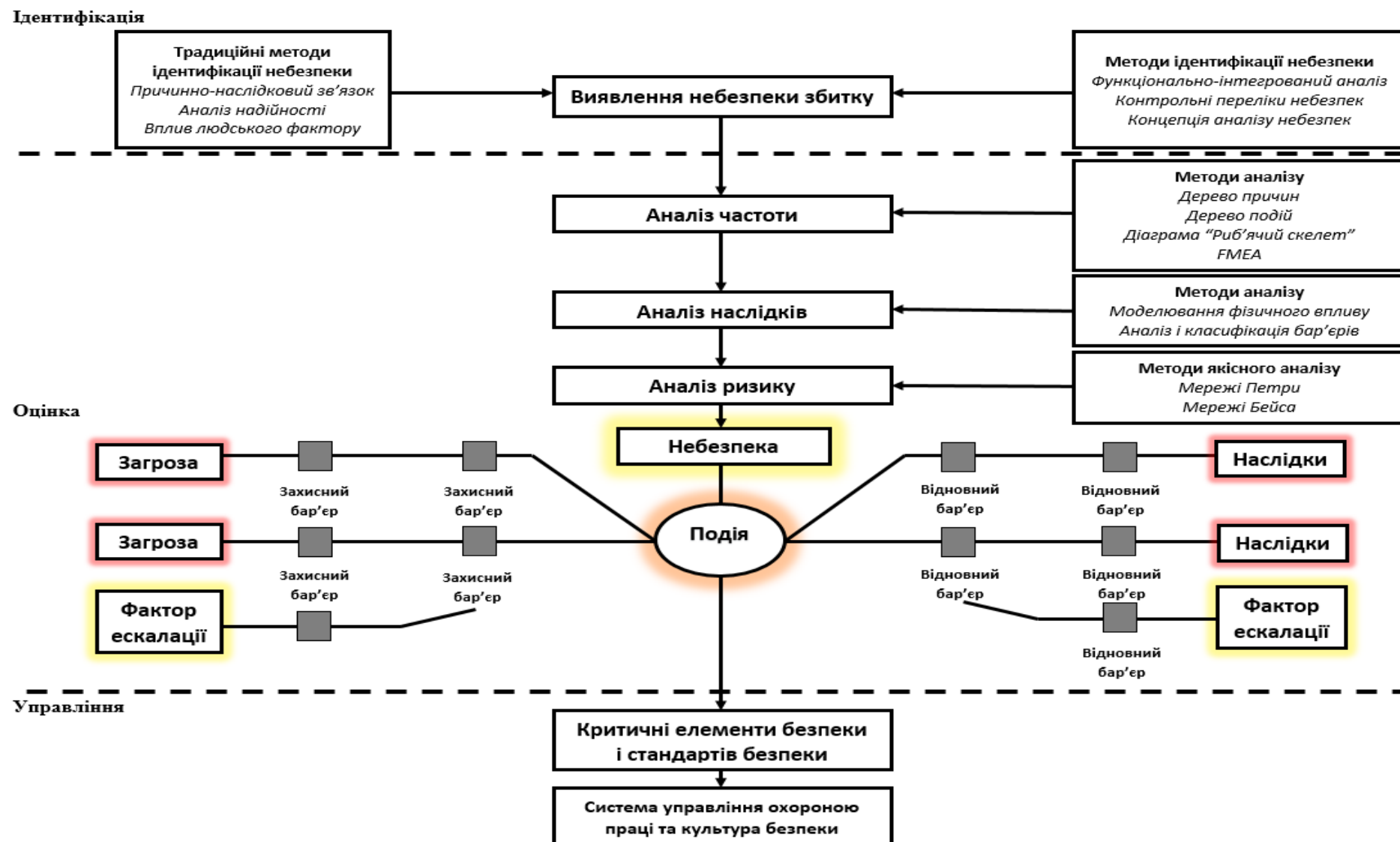


Рис. 1.13. Метод «краватка-метелик»

використаний для позитивних наслідків, коли перешкоди відображають засоби управління, що стимулюють появу і розвиток події;

ж) ідентифікація в правій стороні метелика різних наслідків небезпечної події та проведення ліній, що з'єднують центральну подію з кожним можливим наслідком;

з) відображення бар'єрів як перешкод у напрямку до наслідку; даний підхід може бути використаний для позитивних наслідків, коли перешкоди відображають засоби управління, що забезпечують появу сприятливих наслідків;

к) відображення під діаграмою «краватка-метелик» допоміжних функцій управління, що належать до засобів управління (навчання, перевірки тощо), і їх поєднання з відповідними засобами управління [68-69].

Метод «краватка-метелик» вирізняється низкою переваг, що забезпечують його ефективність у контексті аналізу ризиків та управління небезпеками. По-перше, він забезпечує наочне, інтуїтивно зрозуміле та прозоре графічне зображення проблематики, що полегшує інтерпретацію складних даних. По-друге, цей підхід орієнтований на розроблення та впровадження превентивних заходів, спрямованих на запобігання виникненню небезпечних подій або мінімізацію їхніх негативних наслідків, а також на кількісну та якісну оцінку ефективності таких заходів. По-третє, метод дозволяє проводити аналіз не лише ризиків, але й потенційних сприятливих наслідків, що сприяє комплексному оцінюванню сценаріїв. Нарешті, його застосування є економічно вигідним, оскільки не потребує залучення висококваліфікованих спеціалістів із глибокими експертними знаннями, що робить його доступним для широкого кола користувачів.

1.5. Аналіз стану питання щодо необхідності розробки. Постановка задач дослідження

Серед документальної бази ДСНС щодо керування професійними ризиками одними з небагатьох є [71] та [72]. Управління ризиками являє собою систематичну діяльність керівництва та персоналу установи, спрямовану на ідентифікацію

потенційних ризиків, здійснення їхньої комплексної оцінки, визначення оптимальних стратегій реагування на ідентифіковані та оцінені ризики, а також періодичний перегляд цих ризиків з метою виявлення нових або тих, що зазнали модифікації. Ефективне управління ризиками передбачає проведення ґрунтовного аналізу операційної діяльності, збору, систематизації та обробки релевантної інформації, а також розроблення суб'єктами внутрішнього контролю стратегічного плану реалізації контрольно-моніторингових заходів. Цей процес включає моніторинг впровадження результатів зазначених заходів, що забезпечує адаптивність і результативність системи управління ризиками в динамічному середовищі. [73]. Враховуючи результати оцінки ризиків, керівництво ДСНС приймає рішення, в якій формі реагувати на ризики. Також до Порядку з організації та функціонування управління ризиками в системі ДСНС є додатки, де є шаблони для створення Реєстру ризиків, Плану управління ризиками та Моніторинг відповідності виконання заходів внутрішнього контролю проте роз'яснення щодо їх заповнення відсутні.

Щодо керування ризиками під час виконання оперативних завдань рятувальника жодної інформації немає. У 2022 році було реалізовано міжнародний пілотний Проєкт «Удосконалення діяльності з управління ризиками в системі ДСНС» спільно з представниками Королівства Нідерланди в рамках 1 етапу побудови інноваційної системи внутрішнього контролю [74]. Проте в підрозділах не відбулось покращення керування ризиками на робочому місці пожежного, а про Реєстри ризиків та Плани управління ризиками там не знають, що доводить, що така практика є лише на папері, яка знову ж таки є далекою від досконалості [75-77].

Рішення, щодо керування ризиками ліквідації техногенних небезпек (пожеж, вибухів) на промислових підприємствах знаходиться площинні розвитку інтеграції стандартів систем менеджменту ISO, який проходить у напрямку об'єднання структури й термінології стандартів, а також процедур і записів – документованої інформації [78-79], що полегшує розуміння цих стандартів персоналом компанії та їхнє впровадження. Уже сьогодні треба формувати інакший підхід до створення

загального системного підходу на основі управління ризиками зі структурою, визначеною у Додатку SL ISO/DGUIDE 83:2023(E). Нажаль стандартів ISO для систем менеджменту для ліквідації техногенних аварій. Виникає запитання: невже, якщо немає стандартів ISO, треба чекати, доки вони з'являться, і не управляти на основі системного підходу й управління ризиками – і не знижувати рівня втрат здоров'я й життя людей.

Для проведення такого аналізу небезпек та небезпечних чинників за певними групами небезпечних чинників, часто втрачається повне уявлення про структуру середовища в якому функціонує підприємство [80], що не дозволяє відобразити всі можливі впливи на ризик небезпек (вірогідність та ступень тяжкості небезпечної події - нещасний випадок, аварія, тощо) на робочих місцях працівників . Це вимагає проведення відповідних наукових досліджень щодо розробки нових чи удосконалення відомих підходів щодо управління ризиками, які б дозволили врахувати сукупний вплив будь-яких внутрішніх та зовнішніх небезпечних чинників середовища будь-якої організації.

До ключових результатів дисертаційного дослідження та його інноваційного потенціалу відносяться:

- розробка моделей причинно-наслідкових зав'язків для оцінювання ризиків в системах управління безпекою, що являються основою для прийняття відповідних управлінських рішень;
- розробка процедури процесу керування ризиками з урахуванням можливих комбінацій небезпечних чинників, які дозволяють визначити рівень втрати життя і здоров'я під час ліквідації надзвичайних ситуацій аварій;
- розробка матриці для визначення рівня прийнятності ризиків на основі розроблених шкал зі встановлення частоти, тривалості та інтенсивності впливу небезпечних чинників на рятівників;
- розробка нової концепції управління ризиками рятувальників на основі моделі керування ризиками в організації з додатковим урахуванням впливу небезпечних чинників.

Матеріали, наведені в розділі, опубліковані в наступних роботах автора [68, 69, 70].

Список використаної літератури до розділу 1

1. Про затвердження Типового статуту (положення) аварійно-рятувальної служби: наказ МВС України від 12.07.2024 № 484. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1156-24#Text>. Дата звернення: 19.11.2024р.
2. Про затвердження Положення про Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту: наказ МВС України від 03.07.2014 № 631. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0853-14#Text>. Дата звернення: 20.10.2021р.
3. Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах та підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій: наказ МВС України від 10.02.2022 № 116. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0534-22#Text>. Дата звернення: 02.04.2022р.
4. Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій: Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. №1052. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1052-2015-%D0%BF#Text>. Дата звернення: 08.01.2022р.
5. Про затвердження Порядку організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту: наказ МВС від 28.11.2019 № 991. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 січня 2020 р. за № 46/34329. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0046-20#Text>. Дата звернення: 08.01.2022р.
6. Про затвердження Положення про підсистему реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт єдиної державної системи цивільного захисту: наказ МВС України від 04.05.2016 р. №356. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0792-16#Text> . Дата звернення: 10.01.2022р.

7. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0792-16#Text>. Дата звернення: 03.01.2025р.
8. ДСТУ 3891:2013: Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять. К. : Мінекономрозвитку України, 2014. IV, 17 с. (Національний стандарт України).
9. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. № 11. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>. Дата звернення: 18.03.2022р.
10. Про затвердження Порядку управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж: Наказ МВС України від 31.07.2023р. №627. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>. Дата звернення: 26.08.2024р.
11. Про затвердження Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж: наказ МВС України від 13.10.2023р. № 836. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1905-23#Text>. Дата звернення: 06.12.2023р.
12. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями: Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004р. № 368. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text>. Дата звернення: 09.06.2022р.
13. Посібник з реалізації заходів евакуації населення, матеріальних і культурних цінностей в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій і збройних конфліктів: практичний посібник / М.В. Андрієнко, А.І. Фомін, О.М. Слущка, А.А. Слюсар, Л.В. Калиненко, Ю. М. Чайковський. Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2022. 250 с.
14. Кризові комунікації в умовах надзвичайних ситуацій : колективна монографія / С. П. Потеряйко, А. В. Терент'єва, О. С. Твердохліб, К. Г. Белікова. Київ : ІДУНДЦЗ, 2023. 208 с.

15. Dunning, David; Kerri Johnson, Joyce Ehrlinger and Justin Kruger (2003). Why people fail to recognize their own incompetence. *Current Directions in Psychological Science*. 12 (3): 83—87.

16. Lewis, A.C.; Hall, T.E.; Black, E.A. Career stages in wildland firefighting: Implications for voice in risky situations. *Int. J. Wildland Fire* 2011, 20, 115–124.

17. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: наказ МВС України від 26.04.2018р. № 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>. Дата звернення: 27.12.2023 р.

18. Barton, M.A.; Sutcliffe, K.M.; Vogus, T.J.; DeWitt, T. Performing Under Uncertainty: Contextualized Engagement in Wildland Firefighting. *J. Contingencies Crisis Manag.* 2015, 23, 74–83.

19. Основи підготовки пожежного-рятувальника: навчальний посібник / Луц В.І., Чалий Д.О., Великий Я.Б. – Львів, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2022. – 456 с.

20. Організація аварійно-рятувальних робіт: навчальний посібник / Р.Т. Ратушний, В.Б. Лоїк, О.Д. Синельников, В.М. Ковальчук – Львів: Видавництво ЛДУ БЖД, 2020. – 394 с.

21. Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: наказ МВС України від 29.11.2019р. №1000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>. Дата звернення: 18.10.2023р.

22. Про затвердження Порядку організації роботи органів управління та підрозділів, закладів освіти системи ДСНС під час підготовки особового складу, гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та інших небезпечних подій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження: наказ МВС

України від 25.09.2023р. № 780. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1839-23#Text>. Дата звернення: 01.11.2023р.

23. Екологія надзвичайних ситуацій: курс лекцій. Частина I. Видання друге виправлене та доповнене. Для здобувачів вищої освіти, які навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Екологічна безпека» / С. Р. Артем'єв, В. А. Андронов, А. І. Андронов та ін. — НУЦЗУ, 2021. — 146 с.

24. Боярчук, Т. (2024). Від початку повномасштабної війни загинули 97 рятувальників. Інформаційний сайт LB.UA. Електронний ресурс. URL: https://lb.ua/society/2024/09/17/635190_vid_pochatku_povnomasshtabnoi_viyini.htm

25. Кризовий менеджмент і принципи управління ризиками в процесі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій : монографія / П. Б. Волянський, С. О. Гур'єв, О. С. Соловійов, А. В. Терент'єва / Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту. Вид. 2-ге, виправ. та доповн. — Київ : Парлам. вид-во, 2021. — 432 с.

26. Про затвердження Порядку організації медичного забезпечення в системі Державної служби України з надзвичайних ситуацій: наказ МВС України від 18.08.2014р. № 831. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1095-14#Text>. Дата звернення: 22.02.2023р.

27. Firefighters: feeling the heat. Fabienne Scandella, European Trade Union Institute, 54p. URL: <https://www.etui.org/publications/guides/firefighters-feeling-the-heat>. Дата звернення: 19.07.2022р.

28. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України: наказ МНС України від 7.05.2007 № 312 . URL: <https://kyiv.dsns.gov.ua/upload/7/8/0/0/2/9/2019-2-14-321-pravil-ohor-pr-mns.pdf> . Дата звернення: 4.02.2022 р.

29. БІЛА КНИГА. Управління ризиками надзвичайних ситуацій та системи цивільного захисту в контексті пріоритетів Сендайської рамкової програми зменшення ризиків надзвичайних ситуацій. Пропозиції щодо реформування системи у сфері зменшення ризиків надзвичайних ситуацій у

відповідності до міжнародних стандартів зменшення ризиків надзвичайних ситуацій. 2020. URL: https://archive.r2p.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/white_book_risks_3p-consortium.pdf. Дата звернення: 30.10.2021р.

30. Самодопомога Плюс: Груповий курс управління стресом для дорослих. Узагальнена версія 1.0 для апробації в польових умовах, 2021 р. Серія психологічних втручань низької інтенсивності, № 5. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ; 2022.

31. Сірко Р.І. Професійна підготовка майбутніх психологів оперативно-рятувальної служби до діяльності в екстремальних умовах: монографія / Сірко Роксолана Іванівна. – Львів, «ГАЛИЧ-ПРЕС», 2017. – 482 с.

32. Коваль М. С., Коваль І. С. Професійно-психологічний супровід рятувальників в умовах ризику: Навчально-методичний посібник з організації та проведення тренінгу. Львів: ЛДУ БЖД, 2023.

33. Козяр М. М., Коваль І. С. Психопедагогіка професійно-екстремальної підготовки: навчальний посібник. Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2024. 504 с.

34. Про затвердження Порядку психологічного забезпечення в Державній службі України з надзвичайних ситуацій: наказ МВС України від 31.08.2017р. №747. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1390-17#Text>. Дата звернення: 12.04.2022р.

35. Purohit, D. P., Siddiqui, N. A., Nandan, A., Yadav, B. (2018). Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry. International Journal of Applied Engineering Research, 13(10), 7639–7667. Режим доступу: https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n10_56.pdf.

36. Health and Safety Executive. Managing Risks and Risk Assessment at Work – Overview, London: HSE. 2020. Режим доступу: <https://www.hse.gov.uk/simple-health-safety/risk/index.htm?msclkid=b03c1234af8211ec869cb7ad218415b0>.

37. Gauthier, S., Leduc, M., Perfetto, S. J., Godwin, A. (2022). Use of Virtual Reality to Increase Awareness of Line-of-Sight Hazards around Industrial Equipment. Safety, 8, 52. URL: <https://doi.org/10.3390/safety8030052>.

38. Azmy, N., Mohd Zain, A. Z. (2016). The application of technology in enhancing safety and health aspects on Malaysian construction projects. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(11), 7209–7213. URL: http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0616_4414.pdf.
39. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=21726.
40. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004.
41. ДСТУ ISO Guide 73:2013 Керування ризиком. Словник термінів (ISO Guide 73:2009, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59682.
42. ДСТУ ISO/IEC Guide 51-2002 Аспекти безпеки. Настанови щодо їх включення до стандартів (ISO/IEC Guide 51:1999, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=93930.
43. Edwards, D. J., Martek, I., Ejohwomu, O., Aigbavboa, C., Hosseini, M. R. (2021). "Hand-arm vibration management: an operational health and safety strategy framework", *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(5), 811–830. URL: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-09-2020-0079>.
44. Bortey, L., Edwards, D. J., Roberts, C., Rillie, I. (2022). A Review of Safety Risk Theories and Models and the Development of a Digital Highway Construction Safety Risk Model. *Digital*, 2(2), 206–223. URL: <https://doi.org/10.3390/digital2020013>.
45. Barghi, B., Shadrokh sikari, S. (2020). Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty condition. *Heliyon*, 6(1), E03097. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03097>.
46. Muñoz-La Rivera, F., Mora-Serrano, J., Oñate, E. (2021). Factors Influencing Safety on Construction Projects (fSCPs): Types and Categories. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 10884. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph182010884>.

47. Kikwasi, G. J. (2018). Critical Success Factors for Effective Risk Management. In (Ed.), Risk Management Treatise for Engineering Practitioners. IntechOpen. URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.74419>.
48. Plebankiewicz, E., Zima, K., Wieczorek, D. (2021). Modelling of time, cost and risk of construction with using fuzzy logic. Journal of Civil Engineering and Management, 27(6), 412-426. URL: <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15255>.
49. Torres, Y., Nadeau, S., Landau, K. (2021). Classification and Quantification of Human Error in Manufacturing: A Case Study in Complex Manual Assembly. Applied Sciences, 11, 749. URL: <https://doi.org/10.3390/app11020749>.
50. Mohammadfam, I., Ghasemi, F., Kalatpour, O., Moghimbeigi, A. (2017). Constructing a Bayesian network model for improving safety behavior of employees at workplaces. Applied Ergonomics, 58, 35-47. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.05.006>.
51. Yang, L., Birhane, G.E., Zhu, J., Geng, J. (2021). Mining Employees Safety and the Application of Information Technology in Coal Mining: Review. Frontiers in public health, 9, 709987. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.709987>.
52. Huang, R., Liu, H., Ma, H., Qiang, Y., Pan, K., Gou, X., Wang, X., Ye, D., Wang, H., Glowacz, A. (2022). Accident Prevention Analysis: Exploring the Intellectual Structure of a Research Field. Sustainability, 14, 8784. URL: <https://doi.org/10.3390/su14148784>.
53. Bortey, L., Edwards, D.J., Roberts, C., Rillie, I. (2022). A Review of Safety Risk Theories and Models and the Development of a Digital Highway Construction Safety Risk Model. Digital, 2(2), 206–223. URL: <https://doi.org/10.3390/digital2020013>.
54. Abidi, M. H., Mohammed, M. K., Alkhalefah, H. (2022). Predictive Maintenance Planning for Industry 4.0 Using Machine Learning for Sustainable Manufacturing. Sustainability, 14(6), 3387. URL: <https://doi.org/10.3390/su14063387>.
55. Bergamaschi, M., Bettinelli, C., Lissana, E., Picone, P. M. (2021). Past, ongoing, and future debate on the interplay between internationalization and

digitalization. *Journal of Management and Governance*, 25, 983–1032. URL: <https://doi.org/10.1007/s10997-020-09544-8>.

56. Цопа, В. (2018). Упроваджуємо ISO 45001:2018: контекст організації та зацікавлені сторони. *Охорона праці*, 4, 20–26. Режим доступу: *Охорона праці* 4/2018 (ohoronapraci.kiev.ua).

57. Цопа, В. (2021). Розвиток серії стандартів у сфері управління охороною здоров'я і безпекою праці, 6, 14–17. URL: <https://ohoronapraci.kiev.ua/journal/ohorona-praci-62021?lang=#page=2>.

58. Цопа, В. (2018). Базова методологія управління ризиками в системах менеджменту. *Охорона праці*, 1, 18–26. Режим доступу: *Охорона праці* 1/2018 (ohoronapraci.kiev.ua).

59. Roberts, C., Edwards, D.J., Sing, M.C.P., Aigbavboa, C. (2021). Post-occupancy evaluation: Process delineation and implementation trends in the UK higher education sector. *Architectural Engineering and Design Management*, published online. URL: <https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1956422>.

60. Al-Saeed, Y., Edwards, D.J., Scaysbrook, S. (2020). Automating construction manufacturing procedures using BIM digital objects (BDOs): Case study of knowledge transfer partnership project in UK, *Construction Innovation*, 20(3), 345–377. URL: <https://doi.org/10.1108/CI-12-2019-0141>.

61. Bayramova, A., Edwards, D. J., Roberts, C. (2021). The Role of Blockchain Technology in Augmenting Supply Chain Resilience to Cybercrime. *Buildings*, 11(7), 283. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings11070283>.

62. Oshodi, O., Edwards, D. J., Lam, K. C., Olanipekun, A. O., Aigbavboa, C. O. (2020). Construction output modelling: a systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2959–2991. URL: <https://doi.org/10.1108/ECAM03-2019-0150>.

63. Posillico, J., Edwards, D. J., Roberts, C. J., Shelbourn, M. A. (2021). Curriculum development in the higher education literature: A synthesis focusing on construction management programs. *Industry and Higher Education*, 36, 456–470. URL: <https://doi.org/10.1177/09504222211044894>.

64. Heinrich, Herbert William. Industrial accident prevention: A scientific approach. New York. McGraw-Hill. 1931
65. Heinrich, H. W., Petersen, D., and Roos, N. (1980). Industrial Accident Prevention. New York: McGraw-Hill.
66. Bird F. E., Germain, G. L. Practical loss control leadership // Georgia, USA: International Loss Control Institute. – 1985
67. Reason, James (12 квітня 1990). The Contribution of Latent Human Failures to the Breakdown of Complex Systems. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences. 327 (1241): 475—84.
68. Цопа, В., Бородіна, Н., Чеберячко, С., Дерюгін, О., Лантух, Д., Сушко, Н. (2024). Аналіз результативності прийнятих рішень при керуванні професійними ризиками на прикладах авіаційних інцидентів. Social Development and Security, 14(2), 187-201. URL: <https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.2.17>.
69. Сушко Н.С., Система керування ризиками при ліквідації надзвичайних ситуацій. Збірка матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ», Том 1, м. Дніпро 22–24 листопада 2023 р. С.382-383.
70. Сушко Н.С., Визначення критеріїв для оцінювання професійних ризиків рятувальників. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Безпечна, комфортна та спроможна територіальна громада» (16-18 жовтня 2024 р.) м. Дніпро. С.89-91.
71. Порядок з організації та функціонування управління ризиками в системі ДСНС: наказ ДСНС від 26.02.2020 № 165. URL: <https://dsns.gov.ua/nakazi-z-osnovnoyi-diynalnosti/105412>. Дата звернення: 24.05.2022р.
72. Про затвердження Порядку з організації внутрішнього контролю в системі ДСНС: Наказ ДСНС України від 20 лютого 2019 р. № 112. URL: <https://dsns.gov.ua/nakazi-z-osnovnoyi-diynalnosti/89759>. Дата звернення: 25.05.2022р.
73. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану - навчальний посібник / Мирослав Коваль, Сергій Крук, Дмитро Бондар, Володимир Демчук, Дмитро Чалий, Віталій Гринько, Роман Яковчук, Віктор Ковальчук, Василь Лоїк,

Олександр Синельніков, Іван Паснак, Олександр Лазаренко, Артур Ренкас, Андрій Домінік, Володимир Товарянський, Юрій Ключка, Василь Матухно, Дмитро Поліщук, Сергій Гассієв, Андрій Лісняк, Євген Слепужніков, Євген Криворучко, Віктор Покалюк, Микола Григор'ян, Тетяна Костенко, Дмитро Журбинський, Анатолій Фомін, Олександр Жихарєв, Світлана Голікова, Вікторія Коленко, Наталія Оніщенко, Дмитро Федоренко - Львів: ЛДУ БЖД, 2023. - 306 с.

74. Реалізовано міжнародний пілотний Проєкт «Удосконалення діяльності з управління ризиками в системі ДСНС» спільно з представниками Королівства Нідерландів рамках 1 етапу побудови інноваційної системи внутрішнього контролю. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/1/9/8/7/8/0/6/na-sait-dsns.docx>.

75. Основи охорони праці в підрозділах МНС України. Навчальний посібник. – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – 504 с.

76. Про затвердження Методики оцінки стану організації внутрішнього контролю та управління ризиками підприємств, установ та організацій сфери управління ДСНС: наказ ДСНС України від 18.06.2020р. №366. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0366388-20#Text>. Дата звернення: 12.12.2021р.

77. Про затвердження Порядку з організації внутрішнього контролю в системі ДСНС України: наказ ДСНС України від 02.12.2013р. №738. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0738388-13#Text>.

78. Ружанський , О., & Сівак, І. (2022). УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В СИСТЕМІ ДСНС УКРАЇНИ. Науковий вісник: Державне управління, (2 (12), 322–337. URL: [https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-2\(12\)-322-337](https://doi.org/10.33269/2618-0065-2022-2(12)-322-337).

79. Wang, Q.; Hou, H.; Li, Z. Participative Leadership: A Literature Review and Prospects for Future Research. Front. Psychol. 2022, 13, 924357.

80. Про затвердження Порядку утворення та функціонування пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення добровільної пожежної охорони: Постанова Кабінету Міністрів України від 7.04.2023р. № 314. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/314-2023-%D0%BF#Text>.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ РИЗИКАМИ З МОЖЛИВІСТЮ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

2.1. Удосконалення процесу керування ризиками з урахуванням видів прийнятих рішень в умовах невизначеності

Будь-яка математична модель задачі прийняття рішень становить собою формалізований опис цільової функції, сукупності управлінських рішень (засобів), очікуваних результатів, а також механізму взаємозв'язку між цими рішеннями та результатами. Для забезпечення формалізованого представлення засобів і результатів доцільно визначити дві дискретні множини: одну, що охоплює спектр можливих управлінських рішень, та іншу, яка відображає множину потенційних результатів, встановлюючи таким чином чітку математичну структуру для аналізу їхньої взаємодії в рамках моделі прийняття рішень:

$Q = \{q_1, \dots, q_m\}$, елементи якої надалі будемо називати альтернативами (альтернативи - це управлінські рішення, що може обрати ОПР);

$S = \{s_1, \dots, s_n\}$, елементи якої будемо називати станами зовнішнього середовища.

На підставі множин Q та S можна визначити множину очікуваних результатів реалізації множини управлінських рішень з урахуванням множини станів зовнішнього середовища.

У контексті аналізу процесів прийняття рішень виділяють три фундаментальні парадигми, що відрізняються ступенем визначеності зв'язку між альтернативними варіантами дій та їх потенційними наслідками. Перша парадигма характеризується детерміністичним середовищем, де існує однозначна кореляція між вибраною альтернативою та її результатом, що дозволяє говорити про прийняття рішень в умовах повної визначеності. Друга парадигма передбачає

стохастичне середовище, де зв'язок між альтернативами та результатами має ймовірнісний характер, що відповідає умовам ризику. Третя парадигма описує ситуації, в яких зв'язок між альтернативами та результатами не може бути визначений навіть на ймовірнісному рівні, що відповідає умовам невизначеності.

Для візуалізації зв'язку між альтернативами та результатами використовується концепція функції реалізації, яка встановлює відповідність між парою "альтернатива - стан середовища" та обумовленим нею результатом. У випадку, коли множини альтернатив та станів середовища є скінченними, функцію реалізації F доцільно представляти у вигляді таблиці, яка відома як матриця рішень (таблиця 2.1). Ця матриця для конкретних задач визначає всі можливі рішення, що дозволяє проводити їх кількісну оцінку. Важливо зазначити, що ці оцінки можуть не повністю відповідати об'єктивним зв'язкам між альтернативами та результатами через можливу асиметрію інформації, доступної особі, що приймає рішення (ОПР).

Таблиця 2.1 - Функція реалізації управлінського рішення для множини альтернатив та множини станів середовища

Альтернативи	Очікувані результати реалізації альтернатив для різних станів зовнішнього середовища			Значення критерію
q_1	$a_{11}=F(q_1, s_1)$	...	$a_{1n}=F(q_1, s_n)$	$K(a_{ij})$
...	...	...	...	...
q_m	$a_{m1}=F(q_m, s_1)$	...	$a_{mn}=F(q_m, s_n)$	$K(a_{ij})$

Зазвичай пожежні-рятувальники не можуть передбачити коли, за яких обставин і яким саме буде наступний виклик. На кожному виїзді їх очікує багато невизначеностей, які можуть вплинути на ефективність їх роботи, безпеку та успішне виконання завдання. Основними невизначеностями під час виконання оперативного завдання можна вважати:

1. Невідомі умови на місці події.

- Точне місце виникнення пожежі може бути недостатньо чітко вказане та описане.

- Невідомим є стан будівлі (наявність вибухонебезпечних матеріалів, пошкоджені конструкції тощо).

- Відсутність інформації про кількість людей, які можуть залишатися в зоні небезпеки.

2. Невизначеність щодо масштабу та інтенсивності пожежі.

- Стан поширення полум'я, наявність сильного диму чи токсичних газів.

А також пожежна навантаженість приміщень.

- наявність джерел високої температури або легкозаймистих речовин.

3. Погодні умови.

- Непередбачувані погодні зміни (сильний вітер, дощ, спека чи мороз), що можуть впливати на розвиток пожежі та дії пожежників.

4. Технічні проблеми.

- Відмови обладнання чи техніки (пожежно-рятувальна техніка, обладнання, насоси, дихальні апарати тощо).

- складнений доступ до водопостачання або необхідність працювати в умовах обмеженого ресурсу води. При обмеженому ресурсі води необхідні сили та засоби на допомогу, але це займає час, який в багатьох випадках може бути вирішальним.

5. Реакція людей на місці події.

- Паніка серед потерпілих, мешканців чи свідків події.
- Відсутність або неефективність первинних дій евакуації.
- Неправдива або неточна інформація від очевидців.

6. Невідомі ризики для життя та здоров'я.

- Токсичні речовини в повітрі чи на поверхнях.
- Потенційна нестабільність конструкцій будівлі.
- Можливість раптових вибухів або обвалів.

- Порухення підприємцями правил безпеки та незаконне зберігання вибухо- пожежонебезпечних речовин.

7. Нестача ресурсів.

- Недостатня кількість особового складу, обладнання чи техніки.
- Потреба в залученні додаткових сил та засобів або спеціалізованих підрозділів (хімічних, медичних тощо).

8. Комунікаційні проблеми.

- Порухення зв'язку між особовим складом, що виконує оперативне завдання чи командуванням.
- Неточне або запізнiле отримання інформації від диспетчерів.

Очевидно, що рішення навіть в таких умовах повинні бути швидкими та результативними, а дуже часто навіть імпровізованими.

Класичне прийняття рішень означає, що особа, яка приймає рішення, визначає проблему, аналізує її, генерує можливі рішення, визначає плюси і мінуси цих рішень, визначає найкраще можливе рішення, отримує інформацію від зовнішніх джерел для визначення успіху рішення, а потім його реалізує. Цей метод потребує додаткового часу та ресурсів і може затримати дії на місці пожежі, можливо, спричинивши втрату часу, майна та життя. Однак такий метод теж використовують.

Процес керування ризиками відповідно до стандарту ISO 31000:2018 складається з обміну інформацією та консультуванням, визначення ситуації (контексту), оцінювання ризику, визначення впливів на ризик, моніторингу і перевірки, документування та звітності (**табл. 2.2**). Зокрема, до етапу планування віднесли процедури: *ідентифікація небезпек і небезпечних чинників, аналіз ризиків, планування запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня. До етапу виконання - виділення ресурсів для запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня, запровадження запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня. До етапу перевірки – встановлення за ключовими показниками результативності дієвість запобіжних і*

захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня. *До етапу дія* – пошук шляхів поліпшення процесу керування ризиками.

Процес керування ризиками потребує повторної оцінки ризиків, з урахуванням запроваджених запобіжних і захисних заходів. Для цього зручно застосувати цикл PDCA, який дозволить забезпечити постійну перевірку дієвості захисних і запобіжних заходів зі зниження ризиків до прийнятного рівня.

Створення процесу керування ризиками на основі циклу PDCA на відміну від відомого (наведений на **рис. 2.1**) передбачає 18 кроків, які розподілені відповідно до зазначеного циклу:

- до етапу планування відносимо: крок 1 «Ідентифікація», кроки 2, 3 «Аналіз ризиків визначення небезпек і небезпечних чинників», крок 4 «Оцінка ризику», крок 5 або 6 щодо неприйнятного ризику – пошук запобіжних і захисних заходів;

Таблиця 2.2

Взаємозв'язок процесу керування ризиками та циклу PDCA

Крок	Назва кроку	Дії кроку з керування ризиками
1.	Планування (PLAN)	<i>1.1 Визначення області і цілей по керування ризиками – всі ризики привести до прийнятного рівня.</i> <i>1.2 Ідентифікація небезпек і небезпечних чинників.</i> <i>1.3 Аналіз ризиків.</i> <i>1.4 Оцінка ризиків.</i> <i>1.5 Планування запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня.</i> <i>1.6 Планування ресурсів для запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня.</i>
2.	Виконання (DO)	<i>2.1 Виділення ресурсів для запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня.</i> <i>2.2 Запровадження запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня.</i> <i>2.3 Впливаємо на ризик з метою його зниження до прийнятного рівня.</i>
3.	Перевірка (CHECK)	<i>3.1 Перевірка дієвості запобіжних і захисних заходів зі зниження ризиків до прийнятного рівня.</i>

4.	Дії (ACTION)	4.1 Якщо запобіжні і захисні заходи дієві, ввести їх як вимогу до виконання в виробничому процесі.
Перехід до етапу 1		4.2 Якщо запобіжні і захисні заходи не дієві, не досягли прийнятності ризиків, то переходимо до кроку 1

- до етапу виконання, тобто пошуку необхідного рішення, переходимо до кроку 7 чи 8, що полягають або у призупиненні діяльності, або у передачі ризику підрядникам, які зможуть його знизити до прийнятного рівня; якщо ризик прийнятний то переходимо на крок 11 «Документування ризиків»; далі крок 12 «Перегляд ризиків» та розробка плану заходів – крок 13;

- до етапу перевірка, переходимо на крок 15 проведення аудиту або повертаємось на крок 1, щоб з'ясувати, дієвість запропонованих запобіжних і захисних заходів;

- до етапу «вливати» проводимо запровадження змін до вдосконаленню процесу керування ризиками – крок 18.

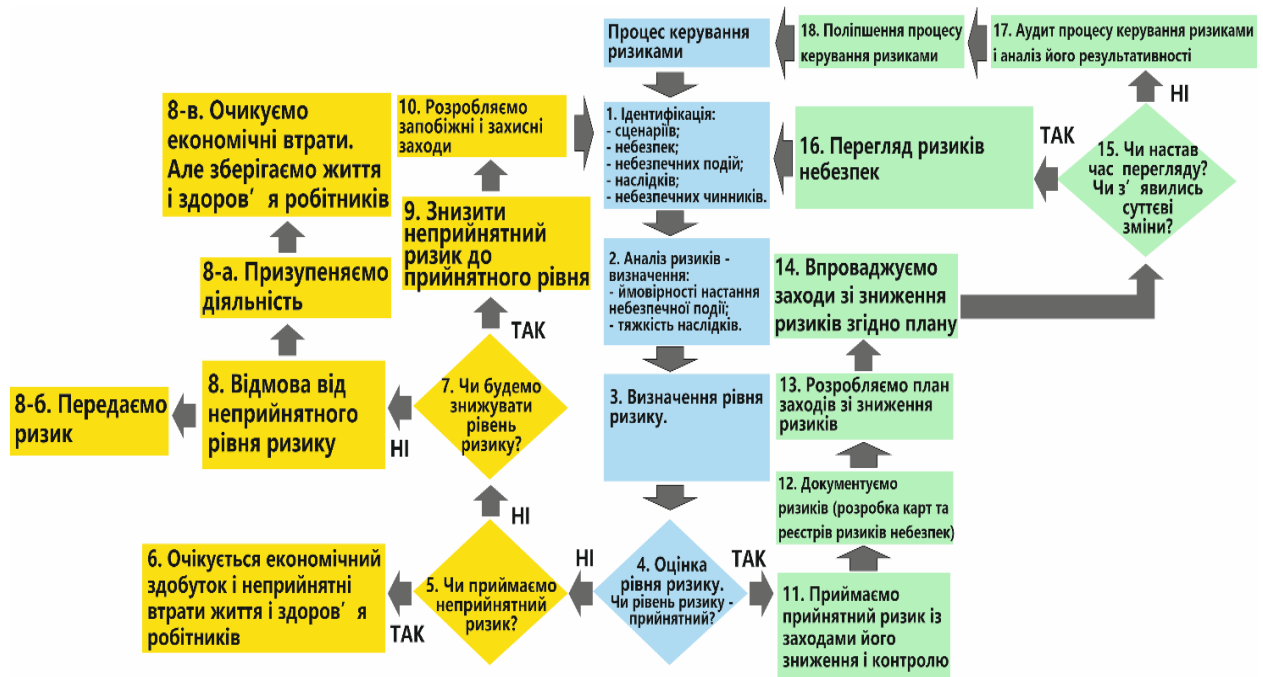


Рис. 2.1. Вдосконалений процес керування ризиками

Кожен етап керування ризиком потребує розробки відповідної процедури (ідентифікації небезпек і небезпечних чинників, побудови шкал ймовірності і тяжкості наслідків небезпечної події, оцінювання ризику, обґрунтування

запобіжних заходів, моніторингу та інші), які забезпечують отримання відповідного результату.

За наведеним процесом керування ризиками можна отримати два види результатів: позитивні і негативні. Кожен вид результату поділяється ще на два типи, залежно від рівня втрат (прийнятних чи неприйнятних): позитивний, тобто цілі досягнуто при прийнятних втратах, позитивний, тобто цілі досягнуті при неприйнятних втратах, негативний - цілі не досягнуто при прийнятних втратах і негативний - цілі не досягнуто при неприйнятних втратах (**рис. 2.2**).

На основі аналізу досягнення можливих результатів існують п'ять моделей управлінських рішень: 1. прийняти прийнятний ризик, 2. знизити неприйнятний ризик до прийнятного рівня, 3. відмовитись від неприйнятного ризику, 4. передати неприйнятний ризик, 5. прийняти неприйнятний ризик (**рис. 2.3**).

		Втрати (ризиками)	
		Прийнятні	Не прийнятні
Результат	Присутній	I. Досягнуто результат при прийнятних втратах (ризиках)	II. Досягнуто результат при не прийнятних втратах (ризиках)
	Відсутній	III. Не досягнуто результату і є прийнятні втрати (ризиками)	IV. Не досягнуто результату і є не прийнятні втрати (ризиками)

Рис. 2.2. Матриця «Результати – втрати»

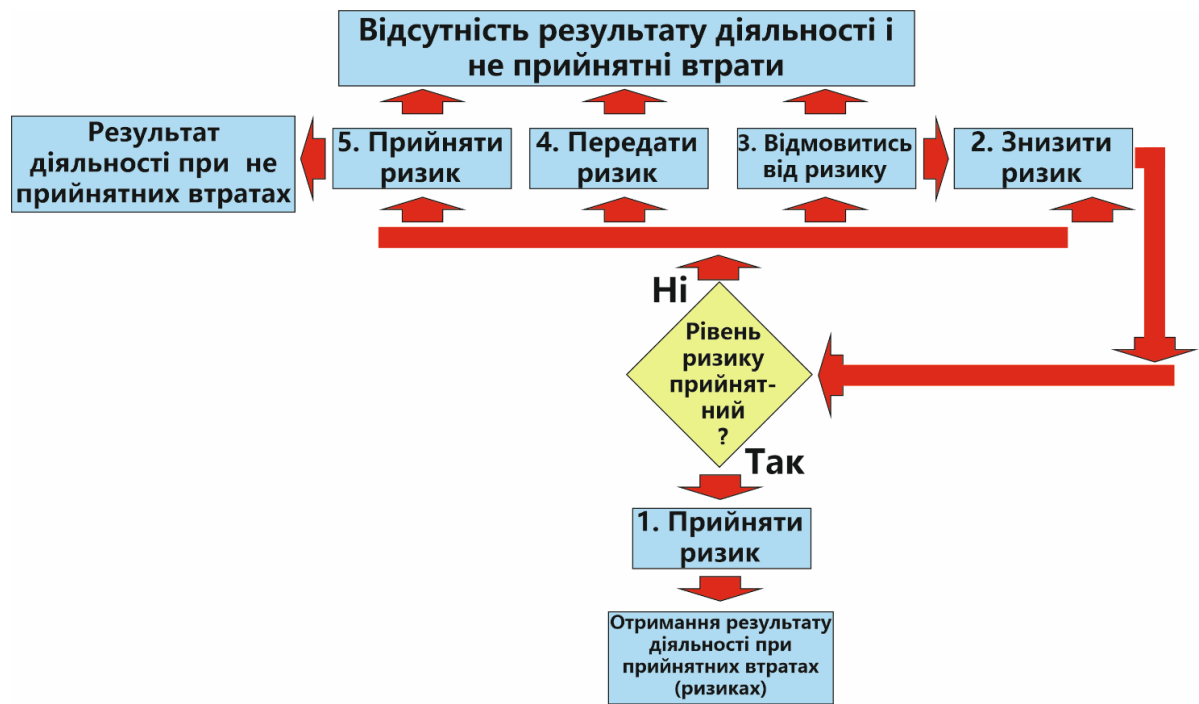


Рис. 2.3. Варіанти прийняття рішень відносно прийнятних і не прийнятних ризиків

Після оцінювання ризиків в системах управління організацією, виникає запитання стосовно їх прийнятності. Якщо відповідь буде позитивна, то результат – це досягнення цілей при прийнятному рівні ризику. У разі негативної відповіді виникає задача з визначення подальших кроків, які будуть пов’язані з прийняттям неприйнятного ризику, передачі його третій стороні чи у відмові в реалізації виробничих завдань з неприйнятним ризиком. В будь-якому варіанті прийнятого рішення організація не досягне поставлених цілей при прийнятному рівні ризику. Якщо жодне з наведених рішення не задовольняє, то залишається можливість зниження неприйнятного ризику до прийнятного, виходячи із обґрунтування запобіжних заходів. Для цього необхідно виявити причинно-наслідкові зв’язки між небезпекою і небезпечною подією та наслідками, використовуючи будь-яку прийнятну модель [1]. Це дозволить визначити небезпечні чинники, які збільшують ймовірність небезпечної події та запропонувати декілька альтернатив для усунення (зменшення) їх впливу.

В описаній ситуації зниження ризику стало можливим, за рахунок додаткових компетенцій капітана: знання гальмування літака методом, який використовується дельтапланами, рішучість, знання місцевості, що дозволило

загальмувати літак при посадці та приземлитись на старому військовому аеродромі. В другому випадку капітан літака Boeing 777-200ER, зрозумівши, що бортові датчики не дозволяють йому контролювати рівень пального, прийняв рішення повернутись через 30 хв польоту назад до аеропорту. Капітан обґрунтував своє рішення неприйнятністю рівня ризику втрати життя членів екіпажу та пасажирів, і самого літака, що призвело до необхідності, компаніїю, залучення іншого літака для виконання своїх зобов'язань. В третьому випадку, капітан літака Boeing MD-80, прийняв рішення відмовитись від польоту до з'ясування всіх обставин появи незвичного шуму в двигуні. Він також поражував, що рівень ризику був неприйнятним.

Таблиця 2.3

Аналіз інцидентів та прийнятих рішень капітанами літаків на основі керування ризиками

Характеристики інцидентів	Опис випадків				
	№1. з літаком Boeing 767	№2. з літаком Boeing 777-200ER	№3. з літаком Boeing MD-80	№ 4. з літаком ATR 72-202	№5. з літаком Diamond DA42
Дата:	23.07.1983 р	16.04.2014 р	16.03.1999 р	6.08.2005 р.	21.06.2023 р
Літак:	Boeing 767	Boeing 777-200ER	Boeing MD-80	ATR 72-202	Diamond DA42
Проблема	Закінчилось пальне в баках літака	Вийшли з ладу датчики вимірювання палива	Незвичний шум при ввімкненні двигуна	Закінчилось пальне в баках літака	Зіткнення літаків, які знаходились в одному районі пілотування
Небезпечний чинник:	Не компетентність пілотів і заправника в частині вимірювання палива	Некомпетентність ремонтників, неполадки з вимірювальним обладнанням	Не компетентність екіпажу літака	Некомпетентність ремонтників та капітана літака, який впав у паніку	Не компетентність пілота
Небезпека	Висота				
Небезпечна подія:	Авіакатастрофа				
Наслідки небезпечної події:	Можлива загибель людей (пасажирів, членів екіпажу), втрата літака, іміджу компанії, фінансові збитки пов'язані з різними компенсаціями потерпілим та відновленням пошкоджених літаків				
Оцінка рівня ризику	Неприйнятний ризик				Прийнятний рівень ризику
Прийняте рішення на основі оцінювання ризиків	Зниження неприйняттого рівня ризику до прийняттого за рахунок зменшення швидкості літака методом гальмування планерів та підтримки авіадиспетчера, що контролював і керував польотом	Передача не- прийняттого ризику від проблемного літака до іншому, в робочому – робочого середовища якої рівень ризику прийнятний, так повернувшись до аеропорту через 30 хв польоту та пересадивши пасажирів на інший літак для здійснення подорожі	Відмовився від неприйняттого рівня ризику: не розпочав політ, повідомив авіадиспетчера про необхідність відкласти політ до з'ясування всіх обставин, щодо незрозумілого шуму в двигуні	Прийняття неприйняттого ризику , оскільки капітан літака не вірив, що паливо відсутнє і нічого не зробив для пілотування літаком з вимкненими двигунами. В суді було доведено, що літак міг в режимі планера досягнути до аеродрому в Палермо	Прийняти прийнятний рівень ризику і продовжувати політ, оскільки система сповіщення про польоти, не показала на основі визначення координат можливе зіткнення літаків

В четвертому випадку капітан літака ATR 72-202 не хотів вірити у відсутність палива в баках і змушував екіпаж проводити перезапуск двигунів доти поки стало зрозумілим, що згаяний час не дозволяє посадити літак в аеропорту Палермо в режимі планера. Це призвело до загибелі 16 чоловік, які були на борту літака і ще 11 отримали поранення.

П'ятий випадок присвячений діям капітану літака Diamond DA42, який пережив доволі неприємні декілька хвилин, коли зрозумів, що через відхилення від траєкторії польоту, потрапив в зону руху іншого літака DeltaJet.

Однак, завдяки наявності системи сповіщення польотів, яка показувала розрахунок траєкторій руху кожного літака він прийняв рішення продовжувати політ, оскільки ризик зіткнення був мінімальний тобто прийнятний. Разом з тим, в результаті аналізу описаної ситуації зобов'язати пілотів повідомляти авіадиспетчерів про можливі інциденти для додаткового контролю.

Аналіз наведених авіаційних пригод показує, що виходячи з рівня ризику були прийняті ті чи інші рішення, які призвели до позитивних чи негативних результатів. Як бачимо, що найгірший результат відбувається тоді, коли керманічі приймають рішення прийняти неприйнятний рівень ризику (цілі не досягнуті і втрати неприйнятні). Звісно, що зазначене рішення може бути прийняти несвідомо, коли були зроблені помилкові оцінки чи невизначені всі небезпечні чинники, або рішення було прийняте не своєчасно, що теж впливає на кінцевий результат.

Виходячи з наведеного аналізу прийнятих рішень можна побудувати їх ієрархію та взаємозв'язок з урахуванням процесу керування ризиками (**рис. 2.4**).

Звісно, найкращим рішенням являється прийняти прийнятний ризик, коли отримуємо відповідний результат з досягнення поставлених цілей в системах управління. Другим за важливістю рішенням щодо досягнення поставленої мети являється зниження неприйнятного рівня ризику до прийнятного. При цьому необхідно провести розрахунок вартості з урахуванням витрат на зниження ризику за рахунок запровадження запобіжних і захисних заходів. У разі успішної їх реалізації, повертаємось до першого рішення. Третім рішенням являється не

прийняти неприйнятний ризик. Така ситуація може виникнути, коли втрати більші за досягнену ціль або коли вартість запобіжних і захисних заходів перевищує можливий зиск від певної діяльності. І на останньому місці знаходиться рішення передати неприйнятний ризик, що призводить до відсутності досягнення результатів, але і втрати теж будуть відсутні.



Рис. 2.4 Ієрархія рішень щодо управління ризиками

Керування ризиками – це один із важливих процесів будь-якої системи управління в організації [4]. Він передбачає постійну ідентифікацію небезпек, небезпечних чинників, оцінювання та контроль за рівнем [5, 6, 7]. Також необхідним компонентом керування ризиків являється розробка, реалізація та моніторинг результативності запобіжних заходів для зниження рівня ризику до прийнятного [8, 9]. Керування ризиками визначається як скоординована робота всіх зацікавлених сторін для досягнення поставлених цілей в умовах невизначеності з мінімальними втратами [10]. Це вимагає необхідності дотримання системного підходу, що включає підготовку, оцінювання, визначення, контроль та обробку ризику [11]. Тому для підвищення його результативності зручно застосувати цикл Шухарта-Демінга, гарно зарекомендував себе для досягнення цілей в різних системах управління, зокрема безпекою праці та здоров'ям працівників, щодо зниження втрат життя і здоров'я працівників [12, 13]. Крім того, цикл Шухарта-Демінга забезпечує гнучкість у виборі методології керування

ризиками яка задовольняє конкретним вимогам з урахуванням середовища. Наприклад, було запропоновано до *етапу планування* циклу Шухарта-Демінга віднести процедури *ідентифікація небезпек і небезпечних чинників, аналіз ризиків, оцінку ризиків, планування запобіжних і захисних заходів* по зниженню не прийнятних ризиків до прийнятного рівня; до *етапу виконання* циклу Шухарта-Демінга - *запровадження запобіжних і захисних заходів* по зниженню ризиків до прийнятного рівня; до *етапу перевірки* циклу Шухарта-Демінга –*перевірка результативності і дієвості* запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня; до *етапу дія* циклу Шухарта-Демінга *аналіз помилок і вдосконалення процесу* керування ризиками. Зазначений розподіл, може бути змінено, виходячи з конкретної ситуації. Втім його існування дозволяє вдосконалити процес керування ризиками, додаючи додаткові етапи для аналізу можливих результатів, що впливають на прийняття відповідних рішень. Цикл Шухарта-Демінга дозволяє обирати найкраще з можливих рішень в системах управління на основі рівня ризику і можливостей організації щодо їх зменшення чи відмови.

До переваг застосування процесу керування ризиками з циклом Демінга-Шухерта слід віднести можливість побудови інтегрованої системи управління якості (ISO 9001), екології (ISO 14001), безпеки праці і здоров'я працівників (ISO 45001), енергоспоживання (ISO 50001), харчової безпеки (ISO 22001), інформаційної безпеки (ISO 27001) тощо [14, 15]. Це дозволить приймати рішення зважаючи на всі види можливих втрат, а також поставлених цілей. Запропонована модель керування ризиками наведена на **рис. 8** для зниження рівня ризику до прийнятного, дозволяє оцінити різні види втрат, виходячи із визначення оціночних показників виявлених небезпек і небезпечних чинників. Використовуючи такий підхід до керування ризиками, організації можуть визначити пріоритети своїх зусиль та зосередитися на найбільш критичних областях, а також на глибину прорахунку ризиків для прийняття відповідних управлінських рішень [16].

У подальшому виникає задача з визначення впливу свідомості керманичів на прийняття рішень. Наскільки глибоко потрібно опрацьовувати ризики, щоб досягти

усвідомлення можливого розвитку подій. Також потрібно визначити підходи з аналізу ефективності альтернативних запобіжних заходів, враховуючи показники їх вартості, дієвості і часу для їх реалізації.

2.2. Розробка процесу прийняття рішення щодо вибору пожежно-технічного обладнання в умовах невизначеності

Деякі керівники досі хибно думають, що прийняття рішень — це не що інше, як правильне застосування керівних документів, однак вже давно зрозуміло, що це динамічне поєднання досліджень, освіти, тренувань та досвіду. Ці чотири керівні принципи повинні використовуватися гармонійно, задля подальшого вдосконалення та розвитку.

Пожежно-рятувальне обладнання є критично важливим компонентом операційної готовності пожежно-рятувальних підрозділів, виконуючи подвійну функцію: забезпечення ефективності рятувальних операцій та гарантування безпеки персоналу. З точки зору операційної ефективності, це обладнання забезпечує швидке реагування на надзвичайні ситуації (НС), мінімізуючи час доставки рятувальних бригад до місця події, що є ключовим фактором успішного вирішення кризових ситуацій. З іншого боку, з позицій охорони праці та техніки безпеки, пожежно-рятувальне обладнання створює необхідні умови для захисту особового складу від потенційних загроз, пов'язаних з виконанням службових обов'язків у екстремальних умовах. [17]:

- ефективна організація оперативно-рятувальних дій в умовах конкретного виду та рівня відповідної НС;
- оснащення сучасними пожежно-рятувальними засобами (засоби пожежогасіння, пожежно-рятувальна автомобільна техніка, засоби комунікації і зв'язку та ін.);
- наявний підготовлений кваліфікований особистий склад підрозділу Держаної служби надзвичайних ситуацій (далі - ДСНС);

- забезпечити безпеку особового складу.

Сучасне виробниче оснащення пожежно-рятувальних підрозділів, зокрема їх технічне забезпечення інноваційними пожежно-рятувальними автомобілями (ПРА) [18, 19], відіграє ключову роль у підвищенні операційної ефективності та безпеки виконання рятувальних операцій. Це обладнання є критично важливим елементом логістичної інфраструктури, що забезпечує оперативну доставку особового складу та спеціальних засобів до місця надзвичайної ситуації (НС). [18, 19]. У контексті модернізації технічного оснащення підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) особлива увага приділяється питанням оновлення виробничого обладнання, зокрема автомобільного парку. Сучасні пожежно-рятувальні автомобілі (ПРА) [18, 19] представляють собою багатофункціональні транспортні засоби, що інтегрують автомобільне механічне шасі з спеціалізованим пожежно-рятувальним обладнанням, адаптованим до конкретних операційних завдань.

Класифікація ПРА здійснюється відповідно до їх цільового призначення, що дозволяє виділити кілька основних категорій[20]:

1. **Основні пожежні автомобілі** – призначені для безпосереднього гасіння пожеж та оснащені базовим комплексом пожежно-технічного озброєння, включаючи цистерни для води, насосні агрегати, пожежні рукава та системи подачі вогнегасних речовин.
2. **Спеціальні пожежно-аварійно-рятувальні автомобілі** – призначені для виконання складних рятувальних операцій у екстремальних умовах та оснащені додатковим спеціалізованим обладнанням, таким як гідравлічні інструменти, системи зв'язку та навігації.
3. **Допоміжні пожежно-аварійно-рятувальні автомобілі** – призначені для забезпечення логістичної підтримки та технічного обслуговування основних і спеціальних автомобілів, включаючи транспортування особового складу, запасних частин та матеріалів.

Структурно ПРА можна розділити на три основні функціональні блоки[20]:

- **Основні блоки** – включають базові пожежні автомобілі, що забезпечують безпосереднє гасіння пожеж та проведення первинних рятувальних операцій.
- **Спеціальні блоки** – включають автомобілі, призначені для виконання спеціалізованих завдань, таких як розвідка, дезактивація, медична допомога та інші.
- **Допоміжні блоки** – включають автомобілі, що забезпечують технічну та логістичну підтримку основних і спеціальних блоків, включаючи транспортування особового складу, обладнання та матеріалів.

Таким чином, сучасні ПРА представляють собою комплексні технічні системи, що поєднують високий рівень мобільності, функціональності та безпеки, що є критично важливим для ефективного виконання завдань з ліквідації надзвичайних ситуацій[20]. У контексті класифікації пожежно-рятувальної автотехніки виділяють дві основні категорії основних автомобілів: універсального та спеціалізованого призначення. До першої групи належать транспортні засоби загального використання, зокрема автоцистерни, автонасоси та автомобілі першої допомоги, які виконують базові функції з переміщення особового складу та доставки вогнегасних речовин. Друга категорія включає спеціалізовані автомобілі, призначені для виконання конкретних завдань, таких як порошкове та пінне гасіння, а також пожежні автонасосні станції, що забезпечують підвищену ефективність у специфічних умовах ліквідації пожеж. Основне функціональне призначення цих автомобілів полягає у забезпеченні мобільності особового складу, доставці вогнегасних речовин до місця пожежі та наданні необхідного пожежно-технічного оснащення. Процес відбору оптимального типу пожежно-рятувального автомобіля (ПРА) має ґрунтуватися на комплексному аналізі багатопараметричної системи показників, що включають оперативно-тактичні характеристики, транспортні можливості, експлуатаційні параметри, соціальні аспекти та інші критерії, які визначають ефективність використання техніки в конкретних умовах надзвичайної ситуації. Такий системний підхід дозволяє забезпечити максимальну відповідність технічних характеристик автомобіля специфічним вимогам, що виникають під час ліквідації пожеж різного типу та складності[21, 22]. Під час

виїзду на пожежу в квартирі багатоповерхового будинку, як правило, залучаються основний пожежно-рятувальний автомобіль (ПРА) та спеціалізований ПРА — автодрабина. Автодрабина виконує критично важливі функції: транспортує особовий склад, постачає вогнегасні речовини й пожежно-технічне обладнання на висоту, а також забезпечує евакуацію потерпілих із верхніх поверхів. У випадках займання паливно-мастильних матеріалів використовуються спеціальні автомобілі, обладнані для пінного гасіння. Ці приклади наочно демонструють необхідність розробки системи класифікації пожежно-рятувальної техніки за основними групами показників, що дозволяє ефективно визначати базові критерії для вибору відповідного ПРА відповідно до специфіки надзвичайної ситуації.

У межах огляду сучасних підходів до ухвалення управлінських рішень було проаналізовано актуальні методи оцінки, зокрема метод аналізу ієрархій (MAI) та комбіновану методику fuzzy DEMATEL. Їхня ефективність полягає у здатності визначати значущість критеріїв і виконувати ранжування можливих варіантів технічного оснащення для пожежно-рятувальних підрозділів, у тому числі вибір транспортних засобів. Практична реалізація цих методів була перевірена в місті Анкара (Туреччина), де активна участь експертів у процесі оцінювання дозволила провести аналіз чутливості й детально обговорити потенційні варіації у сформованих рекомендаціях щодо вибору оптимального ПРА. [23]. Аналогічний підхід застосовано в [24], з єдиною різницею в тому, що результати, отримані за допомогою методу VIKOR, порівнювалися з тими, що виникають від застосування методу Техніки для Вподобань Подібності до Ідеального Рішення (TOPSIS). У цьому контексті визначення оптимального компромісного варіанту альтернативного виду пального відіграло ключову роль у процесі ухвалення рішень, спрямованих на покращення екологічної та енергетичної ефективності в умовах міських районів Тайваню.

З довгострокової перспективи [25] Було створено гібридну модель оцінки сталості життєвого циклу, яка надає можливість кількісного аналізу екологічних, економічних і соціальних аспектів функціонування транспорту, що працює на альтернативних видах палива. Ця модель не лише дозволяє комплексно оцінити

вплив таких транспортних засобів, а й забезпечує ефективне ранжування доступних технологічних рішень за критерієм їх відносної сталості. Для досягнення цієї мети було здійснено інтеграцію методу нечіткої логіки з інтервальними нейтрософічними значеннями (Interval-Valued Neutrosophic Fuzzy, IVNF) з методом комбінованого компромісного рішення (Combined Compromise Solution, CoCoSo). Такий підхід застосовано для аналізу можливостей переходу до транспортних систем із нульовим рівнем викидів у Катарі, що дозволило об'єктивно оцінити варіанти розвитку сталого транспорту в умовах швидких кліматичних і технологічних змін. Щодо методу Dematel, дослідники в роботі[26] застосували цей метод для розрахунку ваги критеріїв оцінки, які використовуються для вибору найкращого альтернативного виду палива для транспорту та досягнення кінцевої мети обмеження викидів парникових газів. Застосування методу DEMATEL виявилось ефективним інструментом для подальшого уточнення й упорядкування альтернативних варіантів, відібраних на попередньому етапі, з використанням інтеграції з методом комплексної пропорційної оцінки (Complex Proportional Assessment, COPRAS). Такий підхід дозволив не лише визначити взаємозв'язки між критеріями, а й обґрунтовано розставити пріоритети серед можливих технологічних рішень. Аналіз наукових досліджень, присвячених впровадженню методів аналізу ієрархій (MAI) та DEMATEL у контексті вибору транспортних засобів на альтернативному паливі, підтверджує актуальність раніше окреслених категорій показників. Саме ці показники виступають ключовими параметрами, що безпосередньо впливають на процес ухвалення рішень у сфері сталого транспортування[27]. Це підтверджується тим, що розглянуті наукові праці охоплюють широкий спектр аспектів, що мають суттєве значення при виборі транспортних засобів на альтернативному паливі. Зокрема, увага зосереджується не лише на питаннях забруднення довкілля, фінансових витрат, технічних вимог до транспорту та необхідної інфраструктури, а й на факторах, пов'язаних зі збереженням здоров'я, безпекою та комфортом особового складу. Такий комплексний підхід свідчить про прагнення до інтеграції екологічних, економічних і соціальних критеріїв у систему прийняття рішень, що є необхідною умовою для

забезпечення ефективного та сталого функціонування сучасного транспорту[28]. Однак представлене в цій роботі дослідження робить якісний крок уперед порівняно з наявними підходами, оскільки не обмежується лише встановленням рівня значущості окремих критеріїв, а й аналізує їхній взаємозв'язок і вплив один на одного. Такий розширений підхід дозволяє додатково уточнити структуру основних груп показників, а також виявити ключові (базові) показники, які безпосередньо впливають на вибір транспортного обладнання, зокрема пожежно-рятувальних автомобілів. Це зміщує фокус дослідження з ізольованого оцінювання критеріїв на інтегрований аналіз факторів, які формують обґрунтоване управлінське рішення у сфері вибору найбільш доцільного пожежно-рятувального засобу.

Для виявлення таких базових показників застосовуються методи аналізу ієрархій (MAI) та нечіткий метод DEMATEL (fuzzy DEMATEL). Метод MAI дозволяє структурувати складну задачу прийняття рішення, розкладаючи її на ієрархічні рівні — від загальної мети до конкретних критеріїв і альтернатив. У рамках цієї структури здійснюється попарне порівняння елементів, що дозволяє визначити їх відносну важливість. У свою чергу, застосування fuzzy DEMATEL дає змогу встановити причинно-наслідкові зв'язки між критеріями, визначити ступінь їхнього взаємовпливу та виявити ті показники, що мають вирішальне значення в контексті комплексного вибору пожежно-рятувального обладнання[29]. Метод fuzzy Dematel використовувався для виявлення взаємозв'язків «причина-наслідок» [30] серед показників з метою визначення базових показників. Для вирішення поставленої задачі запропоновано наступний процес з поєднання декількох методів MAI та fuzzy Dematel для визначення базових показників вибору виробничого обладнання (рис. 2.7).

Крок 1. Вибір та залучення експертів. Вимоги до них наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Вимоги до експертів, які долучаються до визначення пріоритету впливу критеріїв відповідних чинників, які визначають вибір пожежно-рятувального обладнання

Інформація	Кількість
Кількість експертів	Не менше 5
Досвід роботи на посадах	від 10 до 14 років
Освіта експертів	вища за фахом
Стаж роботи	більше 10 років
Наявність посвідчення аудитора з систем управління якістю і безпекою компаній	Так
Підвищення кваліфікації з оцінки ризиків за вимогами [18]	Так



Рис. 2.7. Процес визначення основних груп показників і базових показників для вибору пожежно-рятувального обладнання

Крок 2. Формування каталогу груп показників пожежно-рятувального обладнання.

Таблиця 2.5

Загальний вигляд матриці попарних порівнянь для розрахунку коефіцієнта ваги [27]

Група	A_1	A_2	A_i	A_n	Оцінка компонента власного вектору по рядку	Коефіцієнт ваги
A_1	1	$\frac{\omega_1}{\omega_2}$	$\frac{\omega_1}{\omega_i}$	$\frac{\omega_1}{\omega_n}$	$e_1 = \sqrt[n]{\frac{\omega_1}{\omega_1} \frac{\omega_1}{\omega_2} \dots \frac{\omega_1}{\omega_n}}$	$X_1 = \frac{e_1}{\sum_{i=1}^n e_i}$
A_2	$\frac{\omega_2}{\omega_1}$	1	$\frac{\omega_2}{\omega_i}$	$\frac{\omega_2}{\omega_n}$	$e_2 = \sqrt[n]{\frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\omega_2}{\omega_2} \dots \frac{\omega_2}{\omega_n}}$	$X_2 = \frac{e_2}{\sum_{i=1}^n e_i}$
A_i	$\frac{\omega_i}{\omega_1}$	$\frac{\omega_i}{\omega_2}$	1	$\frac{\omega_i}{\omega_n}$	$e_i = \sqrt[n]{\frac{\omega_i}{\omega_1} \frac{\omega_i}{\omega_2} \dots \frac{\omega_i}{\omega_n}}$	$X_i = \frac{e_i}{\sum_{i=1}^n e_i}$
A_n	$\frac{\omega_n}{\omega_1}$	$\frac{\omega_n}{\omega_2}$	$\frac{\omega_n}{\omega_i}$	1	$e_n = \sqrt[n]{\frac{\omega_n}{\omega_1} \frac{\omega_n}{\omega_2} \dots \frac{\omega_n}{\omega_n}}$	$X_n = \frac{e_n}{\sum_{i=1}^n e_i}$

Крок 3. Побудова вербально-числової шкали відношень груп показників пожежно-рятувального обладнання, які містять числові значення з відповідним обґрунтуваннями даних градацій. Порівнюючи групи показників за ступенем їх впливу на вибір пожежно-рятувального обладнання, експерт відповідно до змісту ставить цілі числа від 1 до 9 або зворотні значення цих чисел (див. табл. 2.5).

Крок 4. Визначення лінгвістичної шкали та її перетворення в числові значення. Застосування зазначеного методу дозволяє відтворити причинно-наслідкові зв'язки у структурно-візуальних моделях. На основі виявлених зв'язків ідентифікують й розуміють взаємозалежності між різними показниками для вибору пожежно-рятувального обладнання. При цьому ступінь впливу, зазвичай, оцінюється за п'ятирівневою шкалою, яка представлена у лінгвістичних класифікаційних термінах: дуже високий вплив, високий вплив, низький вплив, дуже низький вплив і ніякого впливу (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Лінгвістичні показники вибору пожежно-рятувального обладнання та відповідні числові значення [18]

Лінгвістичні показники	Числові значення
Дуже Високий (ДВ)	(0.75, 1.0, 1.0)
Високий (В)	(0.5, 0.75, 1.0)
Низький (Н)	(0.25, 0.5, 0.75)
Дуже Низький (ДН)	(0, 0.25, 0.5)
Без Впливу (БВ)	(0, 0, 0.25)

Крок 5. Збір суджень. Експерти аналізують судження щодо взаємного впливу обраних показників вибору пожежно-рятувального обладнання лінгвістичними термінами, отримуючи матрицю суджень для кожного з них (Додаток 3).

Крок 6. Перетворення суджень експертів на fuzzy числа та розрахунок матриць з перетворення суджень експертів. Після створення відповідної матриці для кожного розглянутого показника вибору пожежно-рятувального обладнання обчислюється середня матриця, яку називають прямою матрицею залежностей, і потім її нормалізують. При цьому відповіді експертів перетворюються на нечіткі числа з використанням розмитої шкали, що передбачає використання трикутних нечітких чисел $\tilde{z}$, які визначаються наступним чином: $\tilde{z} = (l, m, u)$, де l, m і u дійсні числа та $l \leq m \leq u$. Функція приналежності $\mu_{\tilde{z}}$ визначається наступним чином [28]:

$$\begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & \text{при } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & \text{при } m \leq x \leq u \\ 0 & \text{у всіх інших випадках} \end{cases}, \quad (1)$$

Далі будується нечітка нормалізована матриця прямого зв'язку результатів експертних суджень щодо впливу чинників на зазначену проблему. Проводиться формування нечітких матриць $\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3, \dots, \tilde{z}_p$. Трикутні нечіткі числа генеруються згідно суджень експертів. Початкова пряма матриця називається нечіткою матрицею $\tilde{z}_k$:

$$\tilde{z}^k = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де $\mu_{\tilde{z}} = 1, 2, 3, \dots, p$; $\tilde{z}_{ij}^{(k)} = (l_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)})$. Без обмеження загальності $\tilde{z}_u^{(k)} = (i = 1, 2, \dots, n)$

буде розглядатися як трикутне нечітке число $\tilde{z} = (0, 0, 0)$, коли це потрібно.

Після побудови нормалізованої нечіткої матриці $\tilde{Z}_k$, проводимо аналіз прямих зв'язків, виходячи з припущення, що:

$$r_k = \max_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n u_{ij}^k \right). \quad (3)$$

Для перетворення шкали критеріїв у шкалу порівнянних значень використовується лінійне перетворення, і нормалізована нечітка матриця прямих зв'язків, що одержана в результаті експертного оцінювання і має наступний вигляд:

$$\bar{x}^k = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{(k)} & \bar{x}_{12}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{1n}^{(k)} \\ \bar{x}_{21}^{(k)} & \bar{x}_{22}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{n1}^{(k)} & \bar{x}_{n2}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{nn}^{(k)} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де $k=1,2,3,\dots,p$.

$$\bar{x}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^k} = \left(\frac{l_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^k} \right). \quad (5)$$

Аналогічно тому, як це прийнято у звичайному методі *Dematel*, припускається, що є принаймні одне значення i таке, що задовольняє умові

$$\sum_{j=1}^n u_{ij}^k < \sum_{j=1}^n r^k.$$

При цьому визначаємо середнє значення суджень всіх експертів $\tilde{X}$ як:

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{x}^1 + \tilde{x}^2 + \dots + \tilde{x}^p}{p}. \quad (6)$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$\text{де } \tilde{X}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{X}_{ij}^{(k)}}{p}.$$

Крок 7. Визначення причинно-наслідкових зв'язків між показниками, які характеризують вибір пожежно-рятувального обладнання. Після подальших обчислень отримано fuzzy загальну матрицю нечітких зв'язків T в якій розраховується сума строк D і сума стовпчиків R . Дані, які містяться в цих векторах, функціональні для створення діаграми причинно-наслідкових зв'язків, оскільки її горизонтальна вісь, позначена як $(D_i + R_i)$, визначає важливість критерію, тоді як її вертикальна вісь, позначена як $(D_i - R_i)$, вказує на ступінь взаємного впливу між показниками вибору пожежно-рятувального обладнання.

Таблиця 2.7

Матриця попарних порівнянь груп показників якості ПРА (визначення основних груп показників)

Група показників ПРА		Група показників ПРА										Вагові коефіцієнти	%	Ранжування	Накопичувальний відсоток, %	Статус групи показників
Позначення	Назва	Динамічні	Розмірні	Силові	Ергономічні	Надійності	Екологічні	Експлуатаційні	Транспортні	Оперативно-тактичні	Економічні					
A ₁	Динамічні	1	1/5	1/1	3/1	1/2	1/5	1/2	1/2	1/1	1/2	0,07±0,005	7,14	6	86,73	Не основна
A ₂	Розмірні	5/1	1	5/1	1/3	5/1	1/2	3/1	1/3	5/1	5/1	0,03±0,004	3,06	9	98,98	Не основна
A ₃	Силові	1/1	1/5	1	1/3	1/2	1/3	1/2	1/2	1/1	1/2	0,04±0,002	4,08	8	95,92	Не основна
A ₄	Ергономічні	3/1	1/3	3/1	1	1/2	1/2	3/1	2/1	2/1	3/1	0,11±0,05	11,22	5	79,59	Основна
A ₅	Надійності	2/1	1/5	2/1	2/1	1	1/2	1/1	1/3	1/1	½	0,05±0,01	5,10	7	91,84	Не основна
A ₆	Екологічні	5/1	1/3	2/1	1/3	1/1	1	1/3	1/2	1/1	1/3	0,01±0,005	1,02	10	100,00	Не основна
A ₇	Експлуатаційні	2/1	1/3	2/1	1/3	1/1	3/1	1	1/2	1/2	½	0,15±0,05	15,31	3	57,14	Основна
A ₈	Транспортні	2/1	1/3	2/1	3/1	2/1	3/1	2/1	1	1/3	1/3	0,16±0,04	16,33	2	41,84	Основна
A ₉	Оперативно-тактичні	1/1	5/1	2/1	1/1	1/2	1/1	1/1	2/1	1	1/2	0,25±0,06	25,51%	1	25,51	Основна
A ₁₀	Економічні /фінансові	2/1	1/5	2/1	1/3	2/1	3/1	2/1	3/1	2/1	1	0,11±0,05	11,22%	4	68,37%	Основна
Усього												0,98	100%			

Крок 8. Визначення базових показників для обґрунтування вибору пожежно-рятувального обладнання.

Результати дослідження. Наведемо приклад з визначенні основних груп і базових показників для вибору ПРА у відповідності до умов НС. Для цього виділимо притаманні ПРА-групи показників, виходячи з рекомендацій [19, 20]:

- **оперативно-тактичні** - які пов'язані з оперативно-тактичним призначенням ПРА: ємністю цистерни, потужністю насосів, наявність сучасного пожежно-рятувального обладнання тощо, що дозволяє якісніше та швидше рятувальникам виконувати оперативні завдання з ліквідації НС;

- **ергономічні** - через вплив умов робочого середовища (кабіні водія) та рівня задоволеності і безпеки;

- **експлуатаційні** - через помилки пов'язані з швидкістю руху, та проходженням різних перешкод;

- **транспортні** - які залежать від довжина маршруту, яка визначає об'єм та параметри джерела живлення та складності переміщення ПРА;

- **економічні** - через невідповідність обсягів інвестованих коштів та їх період окупності;

- **розмірні** - через помилки з габаритними розмірами та можливостями під'їзду до місця виникнення НС

- **силові**, які пов'язані з потужністю двигуна та можливостями навантаження на ПРА;

- **динамічні**, які пов'язані з керованістю ПРА;

- **надійності** - пов'язані з швидкістю реагування та напрацюванням на відмову;

- **екологічні** - які пов'язані із забрудненням навколишнього середовища.

Осереднені результати ранжування методом МАІ десяти груп показників ПРА експертами наведені в **таблиці 2.4**. Для визначення основних груп показників для скористаємось правилом пріоритетності за накопичувальним відсотком на рівні 80% від загальної суми всіх вагових коефіцієнтів. Значення вагових

коефіцієнтів були визначні за формулами наведеними в **таблиці 2.5**. З аналізу отриманих даних, наведених в **таблиці 2.6**, приходимо до висновку, що найбільшу перевагу експерти віддали групам показників: A_9 - оперативно-тактичним, A_8 - транспортним, A_4 - ергономічним, A_7 - експлуатаційним та A_{10} - економічним групам показників.

Кожна група показників складається з низки показників, які можна визначити із характеристик, які надає виробник ПРА (**табл. 2.7**). Зазначмо, що експлуатаційні показники, які визначаються, виходячи з умов середовища, що створені на підприємстві.

Таблиця 2.8.

Опис обраних груп показників ПРА		
Група показників	Позначення	Опис обраних груп показників пожежного автомобіля
А ₁ . Оперативно-тактичні	A ₁₁	Оперативно-тактична характеристика району, який буде обслуговувати ПРА
	A ₁₂	Кількість пожежних в розрахунку, який одночасно знаходиться в ПРА
	A ₁₃	Шасі (колісна формула)
	A ₁₄	Подача насосу
	A ₁₅	Ємність цистерни, м ³
А ₂ . Транспортні	A ₂₁	Максимальна швидкість, км/год.
	A ₂₂	Середня технічна швидкість, км/год.
	A ₂₃	Вибіг зі швидкістю 100 км/год., м
	A ₂₄	Пробіг до першого капітального ремонту, тис. км
	A ₂₅	Напрацювання на відмову, тис. км
А ₃ . Ергономічні	A ₃₁	Зручність робочого місця водія, бали
	A ₃₂	Оглядовість, бали
	A ₃₃	Інформативність приладів, бали
	A ₃₄	Число регулювань сидіння, кількість регулювань
	A ₃₅	Число регулювань керма, кількість регулювань
А ₄ . Експлуатаційні	A ₄₁	Потужність двигуна, кВт
	A ₄₂	Робочий об'єм, см ³
	A ₄₃	Крутний момент двигуна, Нм
	A ₄₄	Ступінь стиснення
	A ₄₅	Середній ефективний тиск при максимальному крутному моменті, Бар
А ₅ . Економічні показники	A ₅₁	Вартість ПРА, грн.
	A ₅₂	Термін окупності інвестиційного проекту з придбання ПРА
	A ₅₃	Середня вартість технічного обслуговування або ремонту ПРА
	A ₅₄	Витрати на закупівлю запасних частин і шин, грн.
	A ₅₅	Лояльні фінансові програми для оновлення парку ПРА

Результати виявлення експертами «причинно-наслідкових» взаємозв'язків серед обраних показників, які мають вагомий вплив при виборі ПРА методом fuzzy Dematel на основі матриць попарних порівнянь наведені в **табл. 2.8**.

Де стовпець $D + R$ показує значущості кожного показника та відносини між ними - стовпець $D - R$). Отримані дані дозволяють створити діаграму причинно-наслідкових зав'язків між показниками, як показано на **рис. 2.8** Чинники впливу на вибір ПРА для відповідних умов експлуатації відображаються на діаграмі жовтими точками, тоді як наслідки цього впливу представлені голубими точками.

Таблиця 2.9

Результати оцінювання обраних показників ПРА-на основі їх взаємовпливу

Показник	D	R	D+R	D-R	Рейтинг
A ₁₁	15,338	12,607	27,95	2,73	1
A ₁₂	15,625	15,666	31,29	-0,04	8
A ₁₃	16,416	16,754	33,17	-0,34	17
A ₁₄	15,139	14,106	29,25	1,03	3
A ₁₅	15,202	13,980	29,18	1,22	2
A ₂₁	15,311	15,566	30,88	-0,26	15
A ₂₂	15,323	15,797	31,12	-0,47	19
A ₂₃	15,518	15,775	31,29	-0,26	16
A ₂₄	15,196	15,738	30,93	-0,54	21
A ₂₅	15,383	15,730	31,11	-0,35	18
A ₃₁	16,155	16,791	32,95	-0,64	22
A ₃₂	16,674	17,721	34,39	-1,05	25
A ₃₃	15,321	15,844	31,16	-0,52	20
A ₃₄	16,416	17,225	33,64	-0,81	24
A ₃₅	15,888	16,546	32,43	-0,66	23
A ₄₁	15,321	14,302	29,62	1,02	4
A ₄₂	15,418	14,958	30,38	0,46	5
A ₄₃	15,396	15,290	30,69	0,11	6
A ₄₄	15,520	15,573	31,09	-0,05	9
A ₄₅	16,214	16,282	32,50	-0,07	10
A ₅₁	15,765	15,736	31,50	0,03	7
A ₅₂	15,543	15,698	31,24	-0,15	13
A ₅₃	16,085	16,160	32,24	-0,07	11
A ₅₄	15,591	15,745	31,34	-0,15	12
A ₅₅	15,487	15,656	31,14	-0,17	14

В результаті аналізу зазначених показників, встановлено, що оперативно-тактичні та транспортні показники мають найвищий пріоритет (**табл. 2.10**), оскільки вони охоплюють практичні аспекти, які безпосередньо впливають на вибір ПРА. Ще на етапі формування управлінського рішення з метою оновлення

або реструктуризації парку рухомого складу пожежно-рятувального підрозділу визначається оперативно-тактичний тип ПРА в залежності від формування мети призначення пожежно-рятувального підрозділу - гасіння пожеж в міській забудові, гасіння лісових пожеж, рятування людей в гірській місцевості, гасіння пожеж на промислових підприємствах, відомчих об'єктах нафтовидобувної, нафтопереробної, хімічної промисловості та ін.

Проведене дослідження підтвердило також, що економічні показники також важливі, оскільки їх знання дозволяє забезпечити фінансову стійкість в процесі закупівлі ПРА з метою оновлення або реструктуризації парку рухомого складу пожежно-рятувального підрозділу. З іншого боку, менше значення приділяється як екологічним, так і соціальним показникам, хоча вони представляють два критичні аспекти, які в останній час здобувають все більше для забезпечення сталого розвитку громад.

На основі визначених базових показників проведемо вибір ПРА при оновленнях або реструктуризації парку рухомого складу пожежно-рятувального підрозділу. З низки розповсюджених моделей на ринку: ПРА на базі Isuzu NQR 90; ПРА на базі МАЗ 53092J; ПРА на базі МАЗ-63022; спеціальна аварійно-рятувальна машина (САРМ-Г) на базі TOYOTA HILUX. Стисла характеристика і функціональне призначення ПРА, що розглядаються за даними інформації [21] наведено в табл. 2.9.

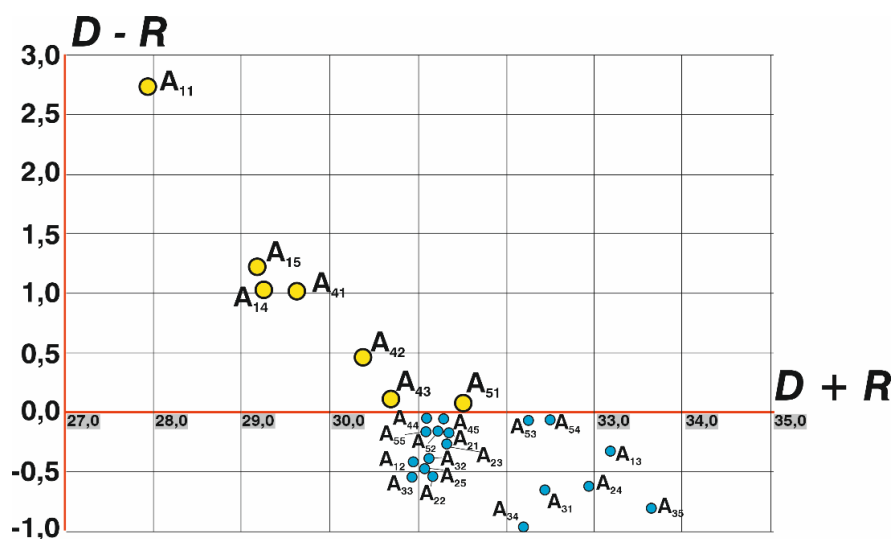


Рис. 2.8 - Діаграма причинно-наслідкових зв'язків показників-вибору ПРА

Таблиця 2.10

Базові показники вибору ПРА	
Рейтинг	Базовий показник ПРА
1	A ₁₁ . Оперативно-тактична характеристика району, який буде обслуговувати ПРА (міська забудова, сільська місцевість, гірська місцевість)
2	A ₁₅ . Ємність цистерни
3	A ₁₄ . Подача насосу
4	A ₄₁ . Потужність двигуна, кВт
5	A ₄₂ . Робочий об'єм, см ³
6	A ₄₃ . Крутний момент двигуна, Нм
7	A ₅₁ . Вартість ПРА

Результати розрахунку моделей ПРА, що розглядаються методом МАІ наведено в **табл. 2.11**.

Необхідність забезпечення мінімального часу ліквідації НС є ключовим показником при виборі ПРА, який є головною темою цього дослідження. Цю проблему вирішували, проводячи дві процедури оцінки, обидві використовуючи метод МАІ для ранжування альтернатив, але відрізняючись кількістю розглянутих критеріїв.

У першій метод МАІ враховувалось значна кількість показників на основі огляду інформаційних джерел, які знаходяться в відкритому доступі та досвіду групи експертів, тоді як у методом МАІ використовувався скорочений набір для визначення груп базових показників. Зменшений набір показників було визначено за допомогою методу fuzzy Dematel, який розкрив взаємовідносини між показниками. Крім того, зменшення кількості оцінювальних показників дозволило збільшити продуктивність і скоротити час експертів при відповіді на попарні порівняння під час першої оцінки.

Важливість представленого у цій роботі дослідження полягає у порівнянні двох методів ранжування альтернатив, які були отримані за різними аспектами аналізу, а саме, не лише щодо відносної важливості оцінки показників, а й їхнього взаємовпливу. Наслідки дослідження можна узагальнити наступним чином, враховуючи дві різні перспективи [19, 23]:

Таблиця 2.11

Стисла характеристика і функціональне призначення пожежно рятувальної техніки [22]

Модель	Зображення ПРА	Стисла характеристика і функціональні можливості
ПРА на базі Isuzu NQR 90		Автоцистерна пожежна АЦ-2,5-30 (NQR90)-537IS призначена для доставки до місця пожежі бойового розрахунку, засобів пожежогасіння, пожежно-технічного обладнання (ПТО) і служить для гасіння пожеж водою та повітряно-механічною піною в умовах міст, селищ, об'єктів з розвинутою мережею водопостачання.
ПРА на базі МАЗ 53092J		Автоцистерна пожежна АЦП EN 1846-S-1-6-5000-10/3000-2 (шифр згідно євростандарту) призначена для доставки до місця пожежі бойового розрахунку, засобів пожежогасіння, пожежно-технічного озброєння (ПТО) та служить для гасіння пожеж водою і повітряно-механічною піною. Машина на повнопривідному шасі з можливістю міжколісного та міжосьового блокування. Пожежна машина призначена як для міст, так і сільської місцевостей.
ПРА на базі МАЗ-63022		Автоцистерна пожежна АЦ-12-100 (63022)-252М призначена для доставки до місця пожежі бойового розрахунку, засобів пожежогасіння, пожежно-технічного озброєння (ПТО) та служить для гасіння пожеж водою і повітряно-механічною піною. Машина на повнопривідному шасі з можливістю міжколісного та міжосьового блокування. Пожежна машина призначена як для міст, так і сільської місцевостей.
Спеціальна аварійно-рятувальна машина (САРМ-Г) на базі TOYOTA HILUX		(САРМ-Л) - спеціальний транспортний засіб, який призначений для забезпечення дій чергових змін рятувальників, проведення першочергових аварійно-рятувальних робіт, у тому числі у важкодоступних (заболочених, затоплених або засніжених) місцях, заходів з пошуку постраждалих в гірських місцевостях та надання їм домедичної допомоги, зв'язку та оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Таблиця 2.12

Результати вибору ПРА методом МАІ [22]

№	Марка пожежного автомобіля	Оперативно-тактична характеристика району який буде обслуговувати ПРА	Ємність цистерни (вода), м ³	Подача насос у, л/с	Номінальна потужність ДВЗ, кВт	Робочий об'єм ДВЗ, л	Крутний момент двигуна, Н×м	Вартість ПРА, €	Рейтинг
1.	ПРА на базі Isuzu NQR 90	Міська забудова	2,5	40	140	5,1	419	82000	4
2.	ПРА на базі МАЗ 53092J	Міська забудова	5	50	289	9,5	650	95000	1
3.	ПРА на базі МАЗ-63022	Сільська місцевість	12	100	289	9,5	1000	83000	3
4.	(САРМ-Л) на базі Ford Ranger	Гірська місцевість	-	-	70	2,9	400	110000	2

- на дослідницькому рівні спроба спростувати процедуру оцінки шляхом інтеграції методів МАІ та fuzzy Dematel для зменшення кількості критеріїв оцінки була викликана різницею між концепцією важливості та впливу, яка може неправильно впливати на вибір критеріїв. Фактично, найбільш впливові критерії можуть не обов'язково відповідати найважливішим критеріям;

- на практичному рівні дослідження підкреслило, що велика увага повинна приділятися меті застосування методів оцінки, особливо коли залучаються численні експерти. Зокрема, процедури оцінки, проведені в дослідженні, розкрили необхідність точного пояснення конкретної мети застосованих методів оцінки респондентам. У цьому відношенні було необхідно чітко розглядати відмінність між поняттями важливості та впливу для коректного застосування методів МАІ та fuzzy Dematel. Зокрема, як підкреслено в [24-26], можливі проблеми непорозуміння, які характеризують точку зору аналітика, можуть внести

упередження в процесі прийняття рішень, які відображаються в остаточних рекомендаціях, наданих приймачу рішень. З посиланням на результати дослідження, потенційне непорозуміння концептуальної різниці між поняттям важливості та впливу може бути причиною вищого рангу, який досягли автобуси з внутрішнім згорянням, незважаючи на загально поширену усвідомленість щодо екологічної стійкості.

Майбутній розвиток запропонованого дослідження будуть включати, з одного боку, більш глибоке дослідження обґрунтованості розуміння експертами методики оцінки, а з іншого боку, більш повний аналіз чутливості пріоритетів критеріїв для виявлення можливих варіацій у ранжуванні можливих альтернатив ПРА. Крім того, передбачено перевірку переносу запропонованої методології на інші випадки досліджень і контексти.

2.3 Особливості прийняття рішень при різних сценаріях порятунку людей

Виконання професійної діяльності пожежником-рятувальником пов'язано з професійними ризиками різних небезпек (відкрите вогнище, задимлення, можливий вплив радіаційного випромінювання та ін.) Ймовірність реалізації ризиків залежить від впливу багатьох небезпечних чинників: людських, технічних, організаційних, технологічних, кліматичних, економічних та інших. Тому виникає актуальна задача з їх виявлення, аналізу та контролю для зменшення впливу на ймовірність настання небезпечної події. Для її вирішення необхідно ідентифікувати всі небезпечні чинники при різних сценаріях ліквідації небезпечних подій, проранжувати їх, що дозволяє раціонально розподілити ресурси для запровадження запобіжних заходів. З ідентифікацією небезпечних чинників проблем не виникає. Існує значна кількість наукових публікацій, навчальних посібників, підручників, методичних рекомендацій в яких описуються різні групи небезпечних чинників та розкривається механізм їх впливу на виникнення небезпечної події. Питання, яким чином ранжувати небезпечні чинники являється

відкритим. Для його вирішення можна використати багато різноманітних методів: аналізу ієрархій чи аналізу переваг на основі категоріального аналізу або попарного ранжування всіх можливих альтернатив. Вони призначені для розстановки кількох альтернатив за ступенем їх важливості чи необхідності. Кожен з них має свої недоліки і переваги, які визначають його сферу застосування, що потребує відповідного обґрунтування.

Для прийняття рішення виникає необхідність визначення суттєвих небезпечних чинників ризику травмування пожежників-рятувальників при різних сценаріях ліквідації надзвичайних ситуацій.

Для визначення суттєвих небезпечних чинників ризику травмування пожежників-рятувальників був використаний метод Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis, який забезпечує поетапний аналіз оцінку значущості критеріїв (показників, складових) прийняття рішення на основі встановлення їх вагових коефіцієнтів експертним шляхом [27]. Його відмінністю від інших подібних методів являється простота, яка полегшує експертам формулювати свої погляди [28]. Наприклад, у порівнянні з методом аналізу ієрархій (АНР), метод SWARA дозволяє експертам оцінювати чинники, не беручи до уваги будь-який конкретний найкращий чи найгірший критерій, що покращує сприйняття властивостей кожного чинника. Метод SWARA зазвичай підходить для ранжування критеріїв оцінки, тоді як інші методи частіше використовується для ранжування чинників на основі значущості деяких попередньо вибраних критеріїв. У методі SWARA експерти оцінюють кожний критерій чи чинник за 5-бальною шкалою Лайкерта. Змінні встановлюються за пріоритетом і аранжуються відповідно до результируючих характеристик методу.

Таблиця 2.13

5-бальна шкала Лайкерта

Лінгвістичний термін	Шкала Лайкерта
Низький (<i>L</i>)	1
Помірний (<i>M</i>)	2
Майже високий (<i>АН</i>)	3
Високий (<i>H</i>)	4
Дуже високий (<i>VH</i>)	5

Етапи методу *SWARA* поєднують наступні кроки [27, 28]

Крок 1. По-перше, бажані критерії перераховуються в порядку їх важливості. Відносяться до найвищих категорій, тоді як найменш важливі критерії відносяться до найнижчих категорій. У цій процедурі найбільш значущий критерій отримує один бал.

Крок 2. Відносна важливість кожного критерію (s_j) розраховується шляхом порівняння його важливості з попереднім критерієм.

Крок 3. Коефіцієнт c_j , яка є функцією значення відносної важливості кожного критерію, обчислюється за допомогою рівняння (1):

$$c_j = s_j + 1. \quad (1)$$

Крок 4. Змінене значення ваги (s'_j) розраховується за допомогою рівняння (2):
Для найважливіших критеріїв: $s_j = 0$.

$$c_j = s_j + 1. \quad (2)$$

Крок 5. Підсумкова вага показників (w_j), також відома як нормалізована вага, визначається за допомогою рівняння (13) на останньому етапі методу *SWARA*:

$$w_j = \frac{s'_j}{\sum_{j=1}^N s'_j}. \quad (3)$$

Сценарії порятунку людей із пожежі з контролем ризиків, залежно від обставин та доступних ресурсів.

Результати дослідження. Розглянемо 3 основні сценарії ліквідації небезпечних подій пожежниками - рятувальниками (табл. 2.14).

У таблиці 2.15 наведено список потенційних небезпечних чинників комбінація яких має найбільший вплив на ймовірність травмування пожежників-рятувальників. Небезпечні чинники були зібрані з різних джерел, включаючи огляд літератури та інтерв'ю з групою експертів та пожежників-рятувальників [29], [30], [31], [32].

Таблиця 2.14

Опис сценаріїв ліквідації небезпечних подій пожежниками -рятувальниками

	Сценарії ліквідації надзвичайної ситуації	Техніка, яка залучається до ліквідації надзвичайної ситуації	Екіпірування пожежників-рятувальників	План дій для ліквідації надзвичайної ситуації
	Порятунок людей під час пожежі з висотної будівлі	Автоцистерни, автодрабини, колінчасті автопідіймачі, телескопічні автопідіймачі,	Захисний костюм пожежного, дихальні апарати для роботи в зоні густого диму, спорядження ланки ГДЗС (засоби зв'язку, засоби освітлення, гнучкий трос, засоби пожежогасіння, засоби рятування та саморятування, пожежний лом легкий). Рятувальні капюшони для евакуйованих (щоб уникнути отруєння димом).	1. Розвідка пожежі; 2. Рятування людей і евакуація майна на пожежі; 3. Оперативне розгортання сил і засобів; 4. Гасіння пожежі; 5. Виконання спеціальних робіт; 6. Згортання сил і засобів; 7. Повернення до місця постійної дислокації. Розвідка пожежі ведеться безперервно з моменту прибуття підрозділу до місця виклику до її ліквідації з метою збирання відомостей для оцінки обстановки та прийняття рішення щодо організації оперативних дій. Ланка газодимозахисної служби заходить до будівлі, перед тим повідомивши свої прізвища, підрозділ та рівень тиску в апаратах на стисненому повітрі постовому на посту безпеки та просувається до осередку загоряння, одночасно перевіряючи приміщення на наявність постраждалих. Драбина використовується для гасіння пожежі та евакуації людей. Для рятування та евакуації людей використовують найкоротші і найбезпечніші шляхи: основні та запасні виходи; віконні прорізи, балкони, лоджії, галереї та переходи з використанням зовнішніх пожежних драбин, ручних і автомобільних драбин, автопідіймачів та інших рятувальних пристроїв, що є на оснащенні пожежно-рятувальних підрозділів; люки в перекриттях, якщо через них можна вийти з будівлі чи перейти до безпечної її частини;

				спеціально зроблені прорізи в перегородках, перекриттях і стінах для рятування людей.
	Порятунок людей під час пожежі в підземному паркінгу при сильному задимленні	Автоцистерни, автомобілі пінного гасіння, автомобілі димовидалення	Захисний костюм пожежного, дихальні апарати для роботи в зоні густого диму, спорядження ланки ГДЗС (засоби зв'язку, засоби освітлення, гнучкий трос, засоби пожежогасіння, засоби рятування та саморятування, пожежний лом легкий). Рятувальні капюшони для евакуйованих (щоб уникнути отруєння димом).	1. Розвідка пожежі; 2. Рятування людей і евакуація майна на пожежі; 3. Оперативне розгортання сил і засобів; 4. Гасіння пожежі; 5. Виконання спеціальних робіт; 6. Згортання сил і засобів; 7. Повернення до місця постійної дислокації. Розвідка пожежі ведеться безперервно з моменту прибуття підрозділу до місця виклику до її ліквідації з метою збирання відомостей для оцінки обстановки та прийняття рішення щодо організації оперативних дій. Ланка газодимозахисної служби заходить до будівлі, перед тим повідомивши свої прізвища, підрозділ та рівень тиску в апаратах на стисненому повітрі постовому на посту безпеки. За необхідності боротьби з димом на пожежі здійснюється управління газообміном шляхом використання природної та штучної вентиляції, автомобілів димовидалення, димовсмоктувачів, тощо. Для рятування та евакуації людей використовують найкоротші і найбезпечніші шляхи: основні та запасні виходи; люки в перекриттях, якщо через них можна вийти з будівлі чи перейти до безпечної її частини; спеціально зроблені прорізи в перегородках, перекриттях і стінах для рятування людей. Використовується піна для швидкого гасіння автомобілів, зменшуючи ризик повторного займання. Паралельно КГП спостерігає за поведінкою конструкцій будівлі для безпеки рятувальників.

Продовження таблиці 2.14

	Сценарії ліквідації надзвичайної ситуації	Техніка, яка залучається до ліквідації надзвичайної ситуації	Екіпірування пожежників-рятувальників	План дій для ліквідації надзвичайної ситуації
	Порятунк людей під час пожежі в лікарні	Кількість сил та засобів, що передбачена у попередньо-розробленому плані пожежогасіння. Автодрабини, автоцистерни, в деяких випадках автомобілі порошкового гасіння. Залучаються газові та енергослужби, працівники поліції та додаткові карети швидкої допомоги.	Захисний костюм пожежного, дихальні апарати для роботи в зоні густого диму, спорядження ланки ГДЗС (засоби зв'язку, засоби освітлення, гнучкий трос, засоби пожежогасіння, засоби рятування та саморятування, пожежний лом легкий). Рятувальні капюшони для евакуйованих (щоб уникнути отруєння димом). Ноші для евакуації маломобільних пацієнтів.	1. Розвідка пожежі; 2. Рятування людей і евакуація майна на пожежі; 3. Оперативне розгортання сил і засобів; 4. Гасіння пожежі; 5. Виконання спеціальних робіт; 6. Згортання сил і засобів; 7. Повернення до місця постійної дислокації. Розвідка пожежі ведеться безперервно з моменту прибуття підрозділу до місця виклику до її ліквідації з метою збирання відомостей для оцінки обстановки та прийняття рішення щодо організації оперативних дій. Враховуючи масштаби пожежі та кількості потерпілих, керівником гасіння пожежі створюються оперативні дільниці. Призначаються старші цих дільниць. Кожній ланці ГДЗС дається певне завдання щодо евакуації людей та гасіння пожежі. Ланка газодимозахисної служби заходить до будівлі, перед тим повідомивши свої прізвища, підрозділ та рівень тиску в апаратах на стисненому повітрі постовому на посту безпеки. Проводять розвідку в задимленому середовищі, евакуацію постраждалих, гасіння осередку займання. Для рятування та евакуації людей використовують найкоротші і найбезпечніші шляхи: основні та запасні виходи; віконні прорізи, балкони, лоджії, галереї та переходи з використанням зовнішніх пожежних драбин, ручних і автомобільних драбин, автопідіймачів та інших рятувальних пристроїв, що є на оснащенні пожежно-рятувальних підрозділів; люки в перекриттях, якщо через них можна вийти з будівлі чи перейти до безпечної її частини; спеціально зроблені прорізи в перегородках, перекриттях і стінах для рятування людей. Пріоритет надається евакуації маломобільних людей. Приміщення перевіряються тепловізорами, щоб знайти всіх постраждалих. Також проводять евакуацію дороговартісного обладнання.

При визначенні небезпечних чинників брали до уваги причини настання небезпечних подій через неефективне пожежно-рятувальне обладнання, недоліки засобів індивідуального захисту, загрози, які виникають під час ліквідації пожежі, невідповідність соціального забезпечення.

Таблиця 2.15

Список небезпечних чинників при ліквідації небезпечних подій

НЧ	Опис небезпечного чиннику
R ₁	Наявність вибухонебезпечних речовин, які зберігаються в приміщенні
R ₂	Контакт тіла з гарячими поверхнями
R ₃	Вдихання шкідливих газів і диму
R ₄	Висока ступінь нервово-психічного напруження через неможливість своєчасного надання допомоги
R ₅	Вплив гарячого повітря та радіаційного тепла
R ₆	Складність планування приміщень
R ₇	Погіршення фізичного стану здоров'я
R ₈	Травми, спричинені падінням предметів
R ₉	Руйнування конструкції будівлі
R ₁₀	Незручна робоча поза тіла під час ліквідації аварії
R ₁₁	Аварії з транспортними засобами через поспіх
R ₁₂	Контакт з впливом іонізуючого випромінювання
R ₁₃	Низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення
R ₁₄	Транспортування та перевантаження важкого обладнання
R ₁₅	Неналежне використання засобів індивідуального захисту
R ₁₆	Недостатній досвід
R ₁₇	Втома, недосипання, позмінна робота
R ₁₈	Травми, отримані під час навчання, маневрування, тренувань
R ₁₉	Дорожній рух і стрес за кермом
R ₂₀	Контакт з електрикою та ураження електричним струмом
R ₂₁	Роботи на висоті
R ₂₂	Складна доступність до осередку пожежі
R ₂₃	Отримання задоволення від виконання професійної діяльності
R ₂₄	Отримання задоволення від грошового забезпечення
R ₂₅	Робота в обмеженому просторі

Для визначення суттєвих небезпечних чинників ризику травмування пожежників-рятувальників за кожним з наведених сценаріїв ліквідації надзвичайних ситуацій експертам запропонували визначити пріоритетність наведених в табл. 2.15 низки небезпечних чинників. Кожному експерту представлявся список небезпечних чинників, де була можливість виставляти бали за шкалою Лайкерта, що визначали їх пріоритетний вплив на ризик травмування під час професійної діяльності пожежника-рятувальника. Осереднені думки

експертів за якими була побудована числова матриця наведено в таблиці 2.16. У таблиці 2.17 наведені підсумкова вага небезпечних чинників ризику травмування пожежників-рятувальників, які дозволяють визначити їх комбінації за кожним наведеним сценарієм.

Таблиця 2.16

Початкова матриця осередніх оцінок експертів

НЧ	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
R ₁	2,3	2,8	2,7
R ₂	2,0	2,3	1,7
R ₃	3,7	3,5	3,0
R ₄	3,3	3,1	4,6
R ₅	4,4	3,0	4,7
R ₆	3,0	4,5	3,0
R ₇	4,0	4,1	3,3
R ₈	3,7	3,2	4,7
R ₉	4,6	4,3	4,3
R ₁₀	2,3	2,2	2,7
R ₁₁	3,3	3,1	3,0
R ₁₂	2,3	3,3	3,7
R ₁₃	4,3	4,7	4,4
R ₁₄	4,0	3,0	3,7
R ₁₅	3,7	2,7	2,7
R ₁₆	2,7	2,5	3,3
R ₁₇	2,7	2,2	3,7
R ₁₈	3,0	3,1	2,7
R ₁₉	3,3	3,6	3,0
R ₂₀	3,0	3,2	4,0
R ₂₁	4,5	3,1	3,3
R ₂₂	3,0	4,8	4,0
R ₂₃	3,0	3,6	2,0
R ₂₄	2,0	2,4	2,7
R ₂₅	4,1	4,3	4,0

У таблиці 2.18 наведені комбінації небезпечних чинників, які відповідають кожному сценарію з ліквідації небезпечних ситуацій та найбільше впливають на ризик травмування пожежників-рятувальників.

Визначено, що для сценарію 1 (порятунок людей під час пожежі з висотної будівлі) до найбільш суттєвих чинників відносяться руйнування конструкцій (R₉), роботи на висоті (R₂₁), вплив гарячого повітря та радіаційного тепла (R₅); низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R₁₃).

До сценарію 2 (порятунок людей під час пожежі в підземному паркінгу при сильному задимленні) найбільш суттєвими чинниками являються: складна доступність до осередку пожежі (R_{22}), низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R_{13}), складність планування приміщень (R_6), робота в обмеженому просторі (R_{25})

Таблиця 2.17

Зміни в рейтингах ризиків із змінами ваги критеріїв

Ризик	Порядок ранжування ризиків		
	W_1	W_2	W_3
R_1	0,301	0,439	0,375
R_2	0,443	0,611	0,654
R_3	0,293	0,575	0,625
R_4	0,404	0,512	0,745
R_5	0,656	0,25	0,751
R_6	0,423	0,784	0,541
R_7	0,273	0,248	0,366
R_8	0,328	0,524	0,598
R_9	0,693	0,277	0,671
R_{10}	0,395	0,625	0,53
R_{11}	0,076	0,412	0,47
R_{12}	0,104	0,582	0,384
R_{13}	0,607	0,831	0,685
R_{14}	0,116	0,841	0,225
R_{15}	0,310	0,615	0,477
R_{16}	0,270	0,182	0,418
R_{17}	0,136	0,142	0,184
R_{18}	0,116	0,25	0,552
R_{19}	0,076	0,52	0,160
R_{20}	0,350	0,326	0,582
R_{21}	0,663	0,362	0,362
R_{22}	0,034	0,856	0,522
R_{23}	0,311	0,277	0,523
R_{24}	0,346	0,251	0,532
R_{25}	0,216	0,723	0,453

До сценарію 3 (порятунок людей при пожежі в лікувальному закладі) суттєвими небезпечними чинниками є – вплив гарячого повітря та радіаційного тепла (R_5), висока ступінь нервово-психічного напруження через неможливість своєчасного надання допомоги (R_5), низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R_{13}), травми спричинені падінням предметів (R_8).

Таблиця 2.18

Ваги критеріїв

Сценарії	Найбільш впливові небезпечні чинники за пріоритетом від 1 до 4			
	1	2	3	4
1	R ₉	R ₂₁	R ₅	R ₁₃
2	R ₂₂	R ₁₃	R ₆	R ₂₅
3	R ₅	R ₄	R ₁₃	R ₈

Використовуючи методи якісної та кількісної оцінки професійного ризику, можна визначити осіб, які знаходяться в групі ризику, і потенційну тяжкість шкоди, яку вони можуть зазнати [33].

Класичні методи оцінки ризиків мають кілька областей, які можна вдосконалити, включаючи те саме значення числа пріоритету ризику для різних ризиків, неможливість призначити ваги різним критеріям, невизначеність і неоднозначність. Для визначення ваги критеріїв використовувався метод зважування *SWARA*. Алгоритм проведення методу *SWARA* включає залучення експертів у галузі, який проводиться дослідження професійних ризиків.

У цьому методі використовується цілеспрямована вибірка показників при оцінці (розрахованих ваг) розрахованої значущості кожного критерію на основі думки експертів. Експертні погляди використовуються для ранжування бажаних критеріїв у порядку пріоритету. Більш важливі критерії відносяться до вищих категорій, тоді як критерії, які є менш важливими, відносяться до нижчих категорій. Потім визначається відносна важливість кожного критерію щодо останнього.

Крім того, кожен експерт робить значний внесок у визначення значення кожного критерію на основі своїх неявних знань, інформації та досвіду. Згодом шляхом усереднення групових рангів, наданих експертами, визначається вага кожного критерію. У цій стратегії експерти повинні зібратися та висловити свої погляди як група. У процесі оцінювання критеріїв дослідник повинен робити детальні нотатки та підсумовувати думки експертів, щоб визначити їх відносну вагу.

Далі коефіцієнт (c_j), який є функцією значення відносної важливості кожного критерію, обчислюється за допомогою рівняння (1). На четвертому кроці початкова

важливість критеріїв обчислюються за допомогою рівняння (2). На цьому кроці важливість першого та найважливішого критерію встановлюється на 1.

Кінцеві ваги індикаторів, також відомі як нормалізовані ваги, визначаються за допомогою рівняння (3) на завершальній фазі методу *SWARA*. На основі висновків експертів, було визначено як найважливіший небезпечні чинники за кожним сценарієм.

Вагові коефіцієнти, які розраховані за алгоритмом методу *SWARA* були використані на наступних етапах для встановлення пріоритетів та визначення найбільш серйозних ризиків. Включивши присвоєння ваги до критеріїв, що впливають на ризики, було усунено одне з головних обмежень класичних методів оцінки ризиків.

Визначено, що для сценарію 1 (порятунок людей під час пожежі з висотної будівлі) до найбільш суттєвих чинників відносяться руйнування конструкцій (R_9), роботи на висоті (R_{21}), вплив гарячого повітря та радіаційного тепла (R_5); низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R_{13}). До сценарію 2 (порятунок людей під час пожежі в підземному паркінгу при сильному задимленні) найбільш суттєвими чинниками являються: складна доступність до осередку пожежі (R_{22}), низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R_{13}), складність планування приміщень (R_6), робота в обмеженому просторі (R_{25}). До сценарію 3 (порятунок людей при пожежі в лікувальному закладі) суттєвими небезпечними чинниками є – вплив гарячого повітря та радіаційного тепла (R_5), висока ступінь нервово-психічного напруження через неможливість своєчасного надання допомоги (R_5), низька видимість в умовах наявності вогнищ загоряння або задимлення (R_{13}), травми спричинені падінням предметів (R_8).

2.4. Оцінка впливу когнітивних упереджень на прийняття рішень в умовах невизначеності

Пожежа — це робоче місце, наповнене невизначеністю, швидким прийняттям рішень із неповною або неточною інформацією, зворотним зв'язком, який є неоднозначним, запізнілим або зовсім відсутнім, і високою ціною за помилки. У цьому складному середовищі розуміння рівня компетенції означає не лише професійне зростання; зрештою це може бути питанням життя і смерті.

Теорії подвійного процесу описують широке розмаїття когнітивних явищ в прийнятті рішень, які в цілому ґрунтуються на концепції про те, що прийняття рішень людиною функціонує одночасно, використовуючи два незалежних, хоча і взаємодіючих типи когнітивної обробки: автоматичну і рефлексивну систему [35]. Основними відмінностями між цими двома видами обробки є те, що остання відбувається свідомо і вимагає використання робочої пам'яті, тоді як перша відбувається несвідомо.

Автоматична система відбувається без безпосереднього відома людини, тобто несвідомо. Він використовується для більшості рішень, є відносно швидким і ґрунтується на тому, що людина розпізнає задані ситуації і пов'язує їх зі збереженою реакцією — ефективно зіставляючи сценарій зі збереженими прикладами, а потім виявляючи пов'язані збережені реакції. Зазвичай його використовують у знайомих ситуаціях або там, де потрібна швидка реакція; тобто там, де свідомі процеси прийняття рішень є надмірно складними або недостатньо швидкими. Автоматична система відрізняє несподіване від нормального, і впливає на очікування в даному контексті. Це дозволяє рятувальникам грамотно діяти в складних ситуаціях в умовах браку часу. Там, де інформації не вистачає, автоматична система екстраполює на основі правдоподібних варіантів без фактичної інформації, потенційно створюючи ілюзію обґрунтованості рішення [36].

Рефлексивна система виникає у свідомості і дозволяє людям приймати рішення більш обдуманно. Вона вимагає більше свідомих зусиль, є відносно повільною і обмеженою робочою пам'яттю. У порівнянні з автоматичною системою, вона вимагає більше інформації, когнітивних ресурсів і зосередженості для завершення процесу прийняття рішень. Як правило, рефлексивна система

використовується в незнайомих ситуаціях (наприклад, орієнтування в незнайомій будівлі, усвідомлення несподіваних змін у середовищі тощо), коли завдання вимагає роздумів або систематичного процесу (наприклад визначення відповідної стратегії для боротьби зі складною пожежею) [37].

Класичний приклад, що демонструє використання обох систем, описаний Струпом [38] за допомогою тесту кольорових слів.

Деякі емпіричні правила можуть бути розроблені шляхом створення асоціацій між даною ситуацією і минулим досвідом засвоєної реакції, що призводить до прийняття даної дії на основі асоціації. Прикладом цього є досвідчені командири-рятувальники, які здатні приймати швидкі та актуальні рішення під час пожежі в умовах браку часу. Цей тип процесу прийняття рішень також називають «експертною інтуїцією», що частково демонструє його неусвідомлену природу. Канеман і Кляйн стверджують, що інтуїтивне судження в основному продукує кваліфіковані, відповідні і, в кінцевому рахунку, успішні рішення, хоча іноді можуть призводити до неправильних і систематичних помилок [38].

У ситуаціях, коли потрібне більш швидке прийняття рішення (тобто коли час обмежений), де не потрібна точна оцінка, ймовірність і цінність прийняття автоматичної системи і евристики зростає. Використання евристики може бути корисним там, де базовий досвід є конструктивним. Ця перевага буде залежати від попереднього досвіду рятувальника і його здатності зіставити поточну ситуацію з відповідною евристикою. В іншому випадку це можуть призвести до систематичних помилок, що виникають в процесі прийняття рішень [39, 40]. У процесі прийняття рішень можуть виникати когнітивні упередження, коли інформація неналежним чином обробляється та/або надмірно зосереджується на ній (за рахунок іншої та більш релевантної інформації). Вони виникають несвідомо і найбільш поширені, коли автоматична система використовується з евристикою, хоча когнітивне упередження також може виникати при використанні рефлексивної системи. Потенційно існують тисячі когнітивних упереджень. Було

зроблено кілька спроб класифікувати ці упередження відповідно до їхнього впливу на загальний процес прийняття рішень.

Іноді наші упередження становлять для нас загрозу, спонукаючи нас діяти небезпечно. Тому важливо розуміти упередження та діяти проти них, коли це необхідно.

Наприклад, Ефект Даннінга-Крюгера стверджує, що люди часто мають когнітивні упередження, які змушують їх сприймати себе більш компетентними, ніж вони є насправді. Компетентність можна розділити на чотири етапи.

1. Несвідома некомпетентність: ця людина не усвідомлює, що саме вона не знає. Люди з обмеженим досвідом або навичками часто переоцінюють свої здібності. Така надмірна впевненість може призвести до неправильного прийняття рішень, неефективності або недостатньої продуктивності. Допущені помилки не обов'язково сприймаються як такі, і покращення продуктивності малоімовірно, якщо існує помилкове відчуття компетентності.

2. Свідома некомпетентність: ця особа досягла більшого почуття самосвідомості та по-новому оцінила дефіцит між бажаним станом і її поточним рівнем навичок. Коли люди набувають досвіду та знань, вони усвідомлюють складність завдання та розуміють свої фактичні здібності. Усунення помилок на цьому етапі може бути корисним, якщо буде надано відповідний зворотний зв'язок.

3. Усвідомлена компетентність: ця особа знає, як виконати завдання, але це вимагає значної концентрації та зусиль. Помилки з більшою ймовірністю трапляються за важких умов, які можуть заважати зосередитися на поставленому завданні.

4. Неусвідомлена компетентність: ця людина може виконувати завдання за більшості обставин без свідомих зусиль, оскільки ця навичка стала «м'язовою пам'яттю». Повторення є ключем до встановлення цього рівня навичок [41].

Цей шаблон не обмежується однією професією чи набором навичок. Це людський феномен, який впливає на всіх нас, включно з працівниками служби з надзвичайних ситуацій. Розуміння ефекту Даннінга-Крюгера дає можливість з ним

боротись та може допомогти рятувальникам орієнтуватися у своєму професійному зростанні.

Переоцінка власних здібностей може призвести до зайвих ризиків на місці ліквідації надзвичайної ситуації. Програми навчання повинні включати приклади з реального життя потенційних ризиків, пов'язаних із конкретними обов'язками, рішеннями та результатами, щоб зробити тренування актуальними та максимально реалістичними. Використання звітів є одним з методів, щоб уникнути повторення помилок.

Ще одним популярним когнітивним упередженням для рятувальників є упередженість підтвердження. Це відноситься до природної людської схильності «шукати, інтерпретувати, віддавати перевагу та згадувати інформацію таким чином, щоб підтверджувати наші попередні переконання чи гіпотези». Іншими словами, ми часто бачимо лише те, що очікуємо побачити. Як наслідок упередження підтвердження людина не тільки бачить те, що очікує побачити, але й попередньо запрограмований мозок активно ігнорує все, що суперечить її припущенням [42].

Не менш небезпечним упередженням є недооцінка сукупного ризику. Люди схильні значно недооцінювати сукупний ризик — речі, які завдають їм шкоди повільно, з часом.

При розборі завалів рятувальники не завжди користуються ЗІЗОД, безпечно думаючи, що це короткотривало та не нашкодить, проте виділення азбесту при цьому може серйозно їм нашкодити.

З цим упередженням також можна боротись доведенням до свого особового складу всіх можливих ризиків, що пов'язані з виконанням службових обов'язків.

Ці когнітивні упередження здебільшого несвідомі. Вони відбуваються миттєво, без роздумів, адже дуже часто є результатом спроби нашого мозку спростити оброблення інформації.

Для командирів розуміння когнітивних упереджень може допомогти у визначенні потенційних сфер зростання особового складу та їх самих; що

призводить до більш ефективного лідерства та наставництва. Лідери потрібні на кожному рівні організації, оскільки всі члени вразливі до упереджень.

2.5. Оцінювання лідерських якостей для рятувальника

Оскільки рятувальна справа постійно розвивається та розширюється, а її працівники просуваються вгору, то логічним є те, що стилі управління також змінюються. Робота пожежника будь-якого рівня — це важка робота, яка вимагає ефективних дій і спокійної поведінки.

Для деяких людей лідерство є складним завданням, яке часто може наповнити людину тривогою та страхом. Це супроводжується великою відповідальністю що буде заважати їй не лише розвиватись в кар'єрі, а і може поставити під загрозу виконання оперативних завдань.

Навчання лідерству рятувальників є таким же важливим, як і вивчення тактик та методів пожежогасіння. Організація та управління є одними з ключових компонентів пожежної справи, які безпосередньо залежать від лідерських навичок.

Деякі дослідження лідерства у фахівців з надзвичайних ситуацій описали, що лідерство підвищує гнучкість і допомагає сприймати та описувати ризиковані ситуації та відчувати себе більш впевнено [43], що може допомогти впоратися зі стресовими ситуаціями і, отже, забезпечити благополуччя [44].

Багато пожежників вважають, що підвищення по службі означає можливість бути головним і змушувати інших виконувати роботу. Певний автократичний стиль може створити культуру керівництва через залякування та страх. У цьому стилі керівництво тримає всю владу, а підлеглі виконують накази. При неправильному застосуванні це буде шкідливим та не сприятиме розвитку свідомого пожежного, який потрібен державі. Це може створити пожежників, які бояться приймати рішення без узгодження згори. Впевненість в собі, в команді та командирові є одними з ключових аспектів для успішного виконання оперативного завдання.

Фактично, правильна лідерська поведінка командира має позитивний вплив як на підлеглих (наприклад, психічне здоров'я, стрес, організаційна прихильність, організаційна громадянська поведінка, продуктивність, добробут, креативність, мовчання, голосова поведінка та утримання), так і на функціонування організації (наприклад, продуктивність, інновації, креативність, ефективність, зміни та знання) [45]. Лідери мають вирішальне значення для забезпечення благополуччя своїх підлеглих.

На додаток до фізичних якостей, здатність спілкуватися є важливою частиною відповідальності командира.

Для успішного виконання оперативного завдання лідер повинен мати беззаперечний авторитет. Комунікація також є важливою лідерською навичкою. У стрімкому середовищі пожежогасіння, яке динамічно розвивається, ефективне спілкування може значно допомогти отримати потрібну інформацію. Чітка та своєчасна комунікація покращує координацію, мінімізує помилки та сприяє прийняттю ефективних рішень, що є життєво важливим у надзвичайних ситуаціях.

Робота пожежника будь-якого рівня вимагає ефективних дій і спокійної поведінки, а непорозуміння з командиром можуть завдавати неабиякого стресу, що в свою чергу може призвести до непоправних наслідків.

Подання прикладу є фундаментальним аспектом лідерства в рятувальній службі. Пожежники рівняються на своїх командирів, і їх поведінка встановлює стандарт для всього підрозділу. Ефективні лідери постійно демонструють професіоналізм, чесність і сміливість у своїх діях, завойовуючи повагу і довіру членів своєї команди. Втілюючи цінності та етику, яких вони очікують від своїх підлеглих, лідери створюють культуру досконалості, дисципліни та відданості.

Також хороші лідери створюють робоче середовище, яке заохочує особистий і професійний ріст, що дозволяє пожежникам повністю розкрити свій потенціал. Вони надають можливості для навчання, , щоб допомогти пожежникам покращити свої навички та знання. Інвестуючи в розвиток членів своєї команди, керівники зміцнюють загальну працездатність і готовність свого підрозділу.

Без сумніву, що рятувальник є командною професією і командир повинен заохочувати пожежників до постійної співпраці, сприяючи відкритому спілкуванню, довірі та взаємній повазі. Керівникам необхідно створювати середовище, де пожежники можуть покладатися один на одного, ділитися знаннями та об'єднувати свої сили для подолання труднощів. Такий спільний підхід підвищує ефективність роботи та забезпечує безпеку особового складу.

Вплив лідерів на своїх підлеглих формується не тільки тим, ким вони є, що роблять і в якому контексті вони діють, але перш за все сприйняттям підлеглими своїх особистісних характеристик, які сприяють їх ефективності, команді та підрозділу.

Теорія соціальної ідентичності [46], яка постулює, що люди класифікують себе та інших за групами, має важливе значення для лідерства. Групи визначаються прототипом, який вказує, що є спільним для членів і відмінним від інших груп, що може мати вирішальне значення при оцінці людей як лідерів і підлеглих.

Підлеглі з більшою ймовірністю визнають лідерів і будуть сприйнятливі до їхнього впливу, якщо їх розглядають як прототипів, що представляють групу та її ідентичність [47]. Іншими словами, підлеглі порівнюють свої реальні характеристики і поведінку керівника, і чим ближче відповідність між прототипними рисами і поведінкою керівника, тим краща оцінка щодо командира і якості їхніх відносин. Це, у свою чергу, позитивно впливає на задоволеність роботою, організаційну відданість та комфорт підлеглих [48].

У пожежній справі сильне лідерство є не просто бажаною ознакою, а важливою складовою успіху. Ефективні лідери в пожежній службі забезпечують бачення, натхнення та керівництво, водночас віддаючи пріоритет безпеці та добробуту своїх пожежників і громад, яким вони служать. Встановлюючи чіткі цілі, показуючи приклад, надаючи повноваження членам своєї команди, сприяючи ефективній комунікації та сприяючи командній роботі, керівники підвищують загальну продуктивність і ефективні.

Висновки до розділу 2

1. Вдосконалено процес керування ризиками з урахуванням циклу Шухарта-Демінга для досягнення цілей в системах управління організацією, який передбачає шістнадцять кроків на основі поєднання етапів керування ризиків з циклом PDCA: до планування віднесли процедури ідентифікація небезпек і небезпечних чинників, аналіз ризиків, оцінка ризиків, планування запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня; до етапу виконання обґрунтування запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня; до етапу перевірки – визначення результативності та дієвості запобіжних і захисних заходів по зниженню ризиків до прийнятного рівня; до етапу дія –аналіз і поліпшення процесу керування ризиками.

2. Запропоновано модель керування ризиками, яка передбачає циклічність оцінювання рівнів ризиків від різних небезпек, невідповідностей, загроз і небезпечних чинників (економічних, екологічних, соціальних, психофізіологічних, інфекційних та інших) для прийняття відповідного управлінського рішення в інтегрованих системах управління.

3. Запропоновано на основі п'яти варіантів управлінських рішень: прийняти прийнятний ризик, прийняти неприйнятний ризик, передати неприйнятний ризик, відмовитись від неприйнятного ризику, знизити неприйнятний ризик до прийнятного рівня їх ієрархію, яка дозволяє урахуванням процесу керування ризиками знайти раціональний варіант для досягнення поставленої мети в системах управління організацією

4. Розроблено процес вибору основних груп і базових показників ПРА, який складається з восьми кроків (зокрема: підбір експертів; формування каталогу показників, які характеризують умови експлуатації; виявлення основних груп показників для ранжування альтернатив з урахуванням вагових коефіцієнтів; виявлення експертами «причинно-наслідкових» взаємозв'язків серед сукупності показників ПРА з метою виділення базових).

5. Для вибору ПРА відповідно до умов НС у разі оновлення або реструктуризації парку рухомого складу пожежного підрозділу визначено п'ять основних груп (тактико-технічні, транспортні, ергономічні, експлуатаційні, економічні) і з цих груп - сім базових показників (оперативно-тактична характеристика району, ємність цистерни, параметри насосу, потужність двигуна, максимальний крутний момент двигуна, вартість ПРА).

6. Запропоновано поєднання методу аналізу ієрархій для визначення основних груп показників з методом fuzzy Dematel для визначення базових показників з основних груп. Це дозволяє прийняти обґрунтоване управлінське рішення щодо вибору показників для ПРА на основі визначення базових показників, які полегшують і зменшують тривалість процесу вибору пожежно-технічного обладнання.

7. Встановлено взаємозв'язок когнітивних упереджень, які проявляються у працівників під час оцінки ПР з визначенням ймовірності виникнення небезпечної ситуації, що збільшує ймовірність виникнення помилок, що дозволило розробити рекомендації для зменшення впливу суб'єктивної оцінки на величину ПР, яка базується на збільшенні кількості учасників з різноманітним світоглядом, стажем роботи та освітою до процесу оцінки ПР.

8. Розроблено метод з визначення суттєвих небезпечних чинників ризику травмування пожежників-рятувальників, що дозволяє усунути обмеження класичних методів оцінювання професійного ризику, за рахунок встановлення впливу суттєвих небезпечних чинників на рівень ризику травмування пожежників-рятувальників при ліквідації небезпечних подій.

9. Розглянуто три основних сценарії з ліквідації небезпечних подій з порятунку людей для яких на основі методу SWARA підібрано комбінацію небезпечних чинників, які найбільше впливають на рівень ризику травмування.

10. Визначено список небезпечних чинників, які впливають на ризик травмування пожежників-рятувальників, який складається з 25 пунктів і включає групи з людських, організаційних, технічних, кліматичних, соціальних і економічних складових.

Матеріали, наведені в розділі, опубліковані в наступних роботах автора [49,50].

Список використаної літератури до розділу 2

1. Myšková, R., & Doupalová, V. (2015). Approach to Risk Management Decision-Making in the Small Business. *Procedia Economics and Finance*, 34, 329-336. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01637-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01637-8).

2. Demir, H., & Bostancı, B. (2018). Decision-support analysis for risk management. *African Journal of Estate and Property Management*, 5(9), 1-19. Available from: www.internationaljournal.org.

3. Tongkachok, K., Halloul, R., Lourens, M.E., Sjamsir, H., Liana, H., & Huidrom, G. (2021). Management information systems for risk analysis and decision making an empirical investigation. *Academy of Strategic Management Journal*, 20(4), 1-15. Available from: <https://www.abacademies.org/abstract/management-information-systems-for-risk-analysis-and-decision-making-an-empirical-investigation-13102.html>.

4. National Research Council (US) Committee on Risk and Decision Making. Risk and Decision Making: Perspectives and Research. Washington (DC): National Academies Press (US); 1982. PERSPECTIVES ON RISK AND DECISION MAKING. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218911/>.

5. Szymaniec-Mlicka, K. (2017). The decision-making process in public healthcare entities - identification of the decision-making process type. *Management*, 21(1), 191-204. <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0088>.

6. Tseng, M. L., Ha, H. M., Lim, M. K., Wu, K. J., Iranmanesh, M. (2020). Sustainable supply chain management in stakeholders: supporting from sustainable supply and process management in the healthcare industry in Vietnam. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(4-5), 364-383. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1749577>.

7. Tsopa, V. (2022). Udoskonalennia protsesu keruvannia ryzykamy nebezpek ta mozhlyvostei u SUOZiBP. Naukovo-vyrobnychiy zhurnal «Okhorona pratsi», 9(339), 30-36. Available from: <https://ohoronapraci.kiev.ua/journal/ohorona-praci-92022?lang=#page=2>.

8. Tseng, M. L., Chien, C. F., Aviso, K., & Minh Hiep, H. (2024). Industry 3.5 for sustainable supply chain management: challenges and foresight. International Journal of Logistics Research and Applications, 27(2), 217–220. <https://doi.org/10.1080/13675567.2024.2305008>.

9. Tseng, M. L., Tran, T. P. T., Wu, K. J., Tan, R. R., & Bui, T. D. (2020). Exploring sustainable seafood supply chain management based on linguistic preferences: collaboration in the supply chain and lean management drive economic benefits. International Journal of Logistics Research and Applications, 25(4–5), 410–432. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1800608>.

10. La Mia Flight 2933: – Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/LaMia_Flight_2933.

11. Tuninter Flight 1153: – Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Tuninter_Flight_1153.

12. Gimli's glider. State Aviation Museum. Official website [Electronic resource]. –Availablefrom: <https://aviamuseum.com.ua/ua/news/news/den-v-istorii-aviatsii/662-planer-gml>.

13. Singapore Airlines B777 41t Fuel Discrepancy Incident. Aerossurance. – Available from: <https://aerossurance.com/safety-management/sia-b777-41t-fuel-discrepancy/>.

14. Borges, V. New edition - OREDA 2015 handbook. DNVGL.com. Det Norske Veritas and Germanischer Lloyd; 2015. Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/OREDA>.

15. Wright, J.F. Risk management: A behavioral perspective. Journal of Risk Research. 2018; 21, 710-724. <https://doi.org/10.1080/13669877.2016.1235605>.

16. Schmidt AL, Zollo F, del Vicario M, Bessi A, Scala A, Caldarelli G, Stanley HE, Quattrociocchi W. Anatomy of News Consumption on Facebook. 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617052114>.
17. Zheng, Yi, Wei Wang, Wenbin Liu, and John Mingers. 2019. A performance management framework for the public sector: The balanced stakeholder model. *Journal of the Operational Research Society* 70: 568–39.
18. Неклонський І.М., Коломієць В.С., Тарадуда Д.В. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж: конспект лекцій, частина І. Харків, 2024. 229 с.
19. Wiśnios M., Tatko S., Mazur M., Paś J., Łukasiak J.M., Klimczak T. Identifying Characteristic Fire Properties with Stationary and Non-Stationary Fire Alarm Systems. *Sensors*, 2024, 24(9), 2772. <https://doi.org/10.3390/s24092772>. (Дата звернення: 07.04.2023).
20. Liu D., Xu Z., Yan L., Fan C. Dynamic estimation system for fire station service areas based on travel time data. *Fire Safety Journal*, 118, 103238 (2020). doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103238.
21. Довідник пожежного рятувальника. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Харків. 2017. 114 с. <https://dsns.gov.ua/upload/9/5/7/7/2018-10-2-112-dovidnik-pozeznogo-ryatuvalnika-2018.pdf>.
22. Дерюгін О.В., Чеберячко С.І. Обґрунтування вибору вантажного автомобіля за критерієм мінімізації психофізіологічного навантаження на водія. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2015, №3 (3(75), 15-22. doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42127.
23. Nyimbili P.H., Erden T. GIS-based fuzzy multi-criteria approach for optimal site selection of fire stations in Istanbul, Turkey. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2020, 71, 100860. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100860>.
24. Sivrikaya F., Küçük Ö. Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. *Ecological Informatics*, 2022, 68, 101537. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101537>.

25. Yao J., Zhang X., Murray A.T. Location optimization of urban fire stations: Access and service coverage. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2019, 73, 184-190. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.10.006>.
26. Stofkova J., Krejnos M., Stofkov, K.R., Malega P., Binasova V. Use of the Analytic Hierarchy Process and Selected Methods in the Managerial Decision-Making Process in the Context of Sustainable Development. *Sustainability*, 2022, 14, 11546. <https://doi.org/10.3390/su141811546>.
27. Satici, S.R., Mete, S. (2024). Fine-Kinney-Based Occupational Risk Assessment using Pythagorean Fuzzy AHP-COPRAS for the Lifting Equipment in the Energy Distribution and Investment Sector. *Gazi University Journal of Science*, 37(2), 854-873. <https://doi.org/10.35378/gujs.1227756>.
28. Xintai, Z., Xiaoqing, X., Yanwen, X., Yaping, Z., Zhiwei, X., & Luo Xiao. Airport operation situation risk assessment: combination method based on FAHP and fine Kinney. *Sixth International Conference on Transportation Engineering*, 2019. 2020, 436-447. <https://doi.org/10.1061/9780784482742.049>.
29. Gul, M., Guven, B., Guneri, A.F. (2018). A new Fine-Kinney-based risk assessment framework using FAHP-FVIKOR incorporation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 53, 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.08.014>.
30. Wang W., Liu X., Qin Y. (2018). A fuzzy Fine-Kinney-based risk evaluation approach with extended MULTIMOORA method based on Choquet integral. *Computers & Industrial Engineering*, 125, 111-123. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.08.019>.
31. Gul, M., Celik, E. (2018). Fuzzy rule-based Fine–Kinney risk assessment approach for rail transportation systems. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(7), 1786-1812. <https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1422975>.
32. Derse O. (2021). A new approach to the fine Kinney method with AHP based ELECTRE I and math model on risk assessment for natural disasters. *Coğrafya Dergisi*, 42, 155-164. <https://doi.org/10.26650/jgeog2021-875427>.

33. Jensen, C.G., Vangkilde, S., Frokjaer, V., Hasselbalch, S.G. (2012). Mindfulness training affects attention-Or is it attentional effort? *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 106-123. <https://doi.org/10.1037/a0024931>.
34. Sekścińska, K., Rudzinska-Wojciechowska, J., Kusev, P. (2022). How decision-makers' sense and state of power induce propensity to take financial risks. *Journal of Economic Psychology*, 89, 102474. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2021.102474>.
35. HandWiki. (2022). Elaboration Likelihood Model. Encyclopedia, on line <https://encyclopedia.pub/entry/37587>.
36. Hedqvist, A.T., Holmberg, M., Bjurling-Sjöberg, P., Ekstedt, M. (2024). Bracing for the next wave: A critical incident study of frontline decision-making, adaptation and learning in ambulance care during COVID-19. *Journal of Advanced Nursing*, <https://doi.org/10.1111/jan.16340>.
37. Zhu, a R., Lin, J., Becerik-Gerber, B., Li, N. (2020). Human-building-emergency interactions and their impact on emergency response performance: A review of the state of the art. *Safety Science*, 127, 104691. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104691>.
39. Klein, G. (2015). A naturalistic decision making perspective on studying intuitive decision making. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4(3), 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.07.001>.
40. Polignano, M., Narducci, F., de Gemmis, M., Semeraro, G. (2021). Towards Emotion-aware Recommender Systems: an Affective Coherence Model based on Emotion-driven Behaviors. *Expert Systems with Applications*, 170, 114382. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114382>.
41. Dhelim, S., Aung, N., Bouras, M., Ning, H., Cambria, E. (2022). A survey on personality-aware recommendation systems. *Artificial Intelligence Review*, 55, 2409-2454. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10063-7>.
42. Azucar, D., Marengo, D., Settanni, M. (2018). Predicting the Big 5 personality traits from digital footprints on social media: A meta-analysis. *Personality and Individual Differences*, 124, 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.12.018>.

43. Lewis, A.B., Hall, T.E., Black, A.E. (2011). Career stages in wildland firefighting: implications for voice in risky situations. *International Journal of Wildland Fire*, 20, 115-124. <https://doi.org/10.1071/WF09070>.

44. Barton, M.A.; Sutcliffe, K.M.; Vogus, T.J.; DeWitt, T. (2015). Performing Under Uncertainty: Contextualized Engagement in Wildland Firefighting. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 23, 74-83. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12076>.

45. Wang Q, Hou H and Li Z (2022) Participative Leadership: A Literature Review and Prospects for Future Research. *Frontiers in Psychology*, 13, 924357. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.924357>.

46. Nasie, M., Stanescu, S. (2023). The effect of perceived similarity and dissimilarity between in- and out-group members on children's intergroup attitudes and perceptions in a context of conflict. *International Journal of Intercultural Relations*, 96, 101847. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2023.101847>.

47. Steffens, N.K., Haslam, S.A., Reicher, S.D., Platow, M.J., Fransen, K., Yang, J., Ryan, M.K., Jetten, J., Peters, K., Boen, F. (2014). Leadership as social identity management: Introducing the Identity Leadership Inventory (ILI) to assess and validate a four-dimensional model. *The Leadership Quarterly*, 25(5), 1001-1024. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2014.05.002>.

48. Scott Charles, P.R., Jiang, H., Wildman, J.L., Griffith, R. (2018). The impact of implicit collective leadership theories on the emergence and effectiveness of leadership networks in teams. *Human Resource Management Review*, 28(4), 464-481. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.03.005>.

49. Цопа, В., Бородіна, Н., Чеберячко, С., Дерюгін, О., Лантух, Д., Сушко, Н. (2024). Аналіз результативності прийнятих рішень при керуванні професійними ризиками на прикладах авіаційних інцидентів. *Social Development and Security*, 14(2), 187-201. <https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.2.17>.

50. Цопа, В.А., Дерюгін, О.В., Чеберячко, С.І., Сушко, Н.С., Станіславчук, О.В. (2024). Процес визначення базових показників для обґрунтованого вибору

пожежно-рятувального автомобіля. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 30, 159-172. <https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.16>.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИМИ РИЗИКАМИ ПОЖЕЖНИКІВ

3.1. Удосконалення процесу керування професійними ризиками пожежників з урахуванням зміни небезпечних чинників в часі

Оцінка професійних ризиків пожежника значно відрізняється від звичайних підходів, що використовуються в промислових компаніях, офісах чи громадських закладах. Це пов'язано, перш за все, з неможливістю повністю передбачити розвиток подій. Так, попередньо можна провести формальну оцінку загальних небезпек, використовуючи знання про характер пожежі, зони ураження, місцевість, її забудову, тип будівель, характеристики транспортних засобів чи рослинність. Звісно, виходячи із вище згаданого передбачаються керівні принципи діяльності персоналу в тій чи іншій ситуації, відбувається попереднє документування ризиків. Однак, їх остаточне визначення вже відбувається безпосередньо самим пожежником на місцевості, коли з'явиться повна візуальна картина подій. Саме в цей час виникає тонка межа між успіхом і невдачею, яка визначається знаннями, навичками та вміннями конкретного вогнеборця.

Водночас на кінцевий результат впливають помилки/прорахунки під час попередньої оцінки ризиків, що можуть призвести до зниження ефективності прийнятих рішень вже на місці, відповідно до обраної стратегії і тактики з ліквідації надзвичайної ситуації. У більшості випадків вони з'являються через мінливість суджень, через різні когнітивні упередження, складнощі обрахунку можливої поведінки, значної відстані між центром прийняття рішення і місцем пожежі тощо.

Одним із можливих рішень уникнення описаних подій є:

- всебічне опрацювання можливих сценаріїв розвитку подій;
- потужна підготовка кожного пожежника щодо вміння приймати рішення в критичних ситуаціях.

Кроки для оцінки професійних ризиків пожежних

Описані кроки є базовими та виконуються на етапі планування боротьби з пожежею, коли команда фахівців, під час проведення аналізу розвитку подій, обирає для пожежників:

- ефективні способи захисту;
- їх можливі дії;
- необхідні засоби індивідуального захисту.

Пропонуємо для оцінювання професійних ризиків пожежників динамічну модель (рис. 3.1). Запропонований процес дозволяє швидко зорієнтуватися у мінливому середовищі під час виникнення інциденту, коли рішення приймаються швидко, в ситуаціях з неповною або неточною інформацією.



Рис. 3.1. Динамічна модель оцінки професійних ризиків пожежників

Процес керування динамічними ризиками складається з восьми основних кроків, які дозволяють забезпечити вибір адекватних запобіжних заходів та засобів захисту пожежників.

Крок 1. Оцінюємо ситуацію

Під час оцінки ситуації:

- аналізуються обставини та здійснюється прогнозування можливості розвитку НС, її масштабів та наслідків (обсягів можливих втрат і збитків), зокрема й оцінка загрози життю та здоров'ю пожежників;
- передбачаються заходи щодо захисту населення та прилеглих територій і навколишнього природного середовища та забезпечення сталого функціонування об'єктів;
- приводяться в готовність до дій, а у разі потреби — висуваються сили та засоби до ймовірної зони НС, організовується пункт керування гасінням пожежі та розстановка сил та засобів для ліквідації НС.

Важливо зрозуміти: кому/чому і як може бути завдано шкоди. Для цього керівник підрозділу користується різними джерелами інформації. Зокрема відповідними заготовленими шаблонами стандартних операційних процедур із гасіння пожеж, технічної документації відповідних об'єктів, інформації про можливі експлуатаційні загрози, візуальної оцінки, попередньої розвідки ситуації.

Під час розвідки пожежі відбувається аналіз оперативної інформації про наявні небезпечні фактори пожежі, яка далі корегується та уточнюється з плином часу процесу ліквідації НС та оновленням інформації про перебіг події.

Критично важливим є досвід та професійна кваліфікація, як керівників, так і особового складу, що дозволяє уточнити характер операційних завдань, які необхідно виконати, потенційні небезпеки та загрози, шляхи порятунку, кількість постраждалих, ресурси, які необхідно залучити та запобіжні заходи захисту тощо.

Крок 2. Оцінюємо ризики відповідно до стандартних процедур

Здійснюється попереднє визначення рівня професійного ризику під час виконання тактичних задач пожежниками у небезпечній зоні, з урахуванням:

- місця та площі пожежі;
- шляхів розповсюдження вогню і продуктів горіння, одним із прийнятих підходів (наприклад, з урахуванням когнітивних упереджень, коли розглядається, як оптимістичний сценарій розвитку подій, так і песимістичний сценарій (рис. 3.2),

з метою порівняння його величини із можливими фінансовими та людськими втратами.

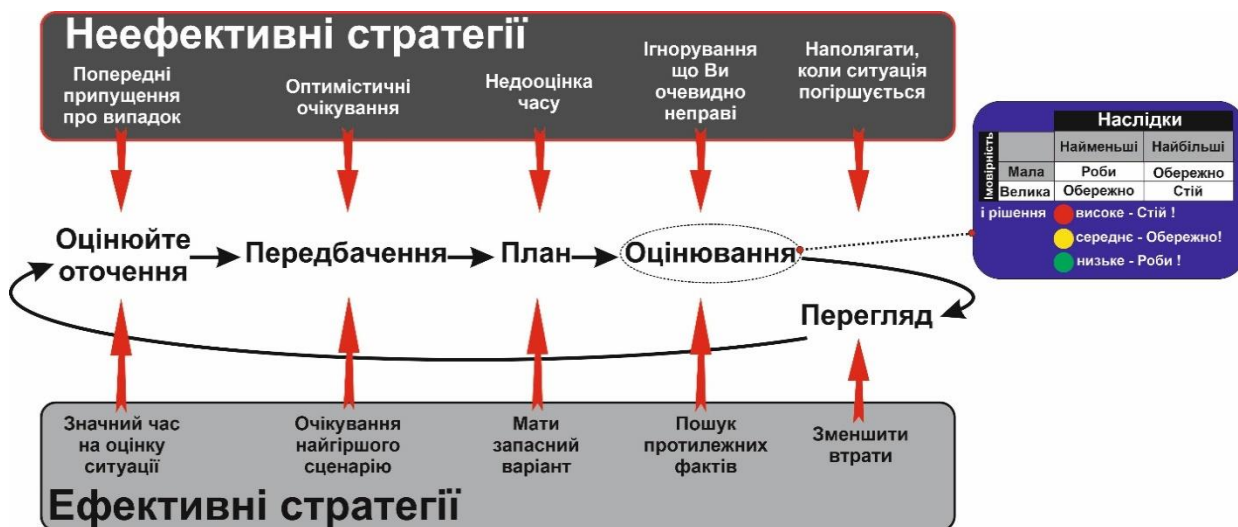


Рис. 3.2. Схема оцінки професійних ризиків з урахуванням когнітивних упереджень

Разом з тим, створення, *наприклад*, інформаційної системи підтримки та прийняття рішень, яка б оцінювала рівень загрози життю рятувальників під час гасіння пожеж на основі оперативної інформації (наявність займистих, хімічно небезпечних і радіоактивних речовин, горючих газів, обладнання під тиском та електроустановок під напругою, тип будівельних або виробничих конструкцій) та, при можливості, статистику розвитку подібних НС — є цікавим і важливим науково-практичним завданням.

а) Така система може використовуватися як імітаційна для навчань керівників гасіння пожеж, зокрема, приймати рішення в критичних ситуаціях, для перегляду структури та змісту інформації, що доступна диспетчерам чергових підрозділів, та аналіз якої дозволить оцінити небезпечні фактори ще під час слідування рятувальників на пожежу.

б) При ретельній апробації така система може стати помічником керівника гасіння пожежі. Разом з тим, унікальність кожної НС, неточність, неповнота та мінливість інформації дозволить робити прогноз щодо розвитку можливих небезпечних подій лише у певному діапазоні надійності.

Для оцінки професійного ризику можна використати підходи:

- якісні;
- кількісні;
- комбіновані.

Якісний аналіз є досить суб'єктивним, але незамінним у випадках значної кількості загроз, які не можливо виміряти за однією прийнятою шкалою (рис. 3.3). Звісно він може бути як попередньою оцінкою, так і вже кінцевою, коли провели відповідні уточнення.

При застосуванні якісного аналізу має бути чітке пояснення всіх використовуваних термінів.

ЙМОВІРНІСТЬ	НАСЛІДКИ	
	незначні	значні
	низька	висока
низька	працюйте	УВАГА
висока	УВАГА	STOP

● Високий - STOP
● Середній - УВАГА
● Низький - працюй

Рис. 3.3. Якісний метод оцінки ризику

Кількісний аналіз професійного ризику використовується оцінювачем, виходячи з числових даних, шляхом розрахунку ймовірностей, частот і розподілів.

Часто для його проведення застосовують баєсову ймовірність або нормальний закон з розподілу ймовірності. Для такого аналізу необхідна наявність значних високоякісних даних, а також здатність чисельно представляти мінливість у межах визначених рівнів довіри.

Кількісний аналіз може бути здійснений тільки в рамках окремого надзвичайного випадку.

Найрозповсюдженішим методом оцінки професійних ризиків є підхід краватка-метелик (рис. 3.4). Він дозволяє ефективно та просто управляти

професійними ризиками за допомогою різних «бар'єрів», які впливають або на зменшення ймовірності виникнення інциденту, або його наслідків. Також сама діаграма краватки-метелика полегшує розуміння взаємозв'язків між різними запобіжними заходами та дозволяє проводити аналіз розвитку небезпечної ситуації в цілому.

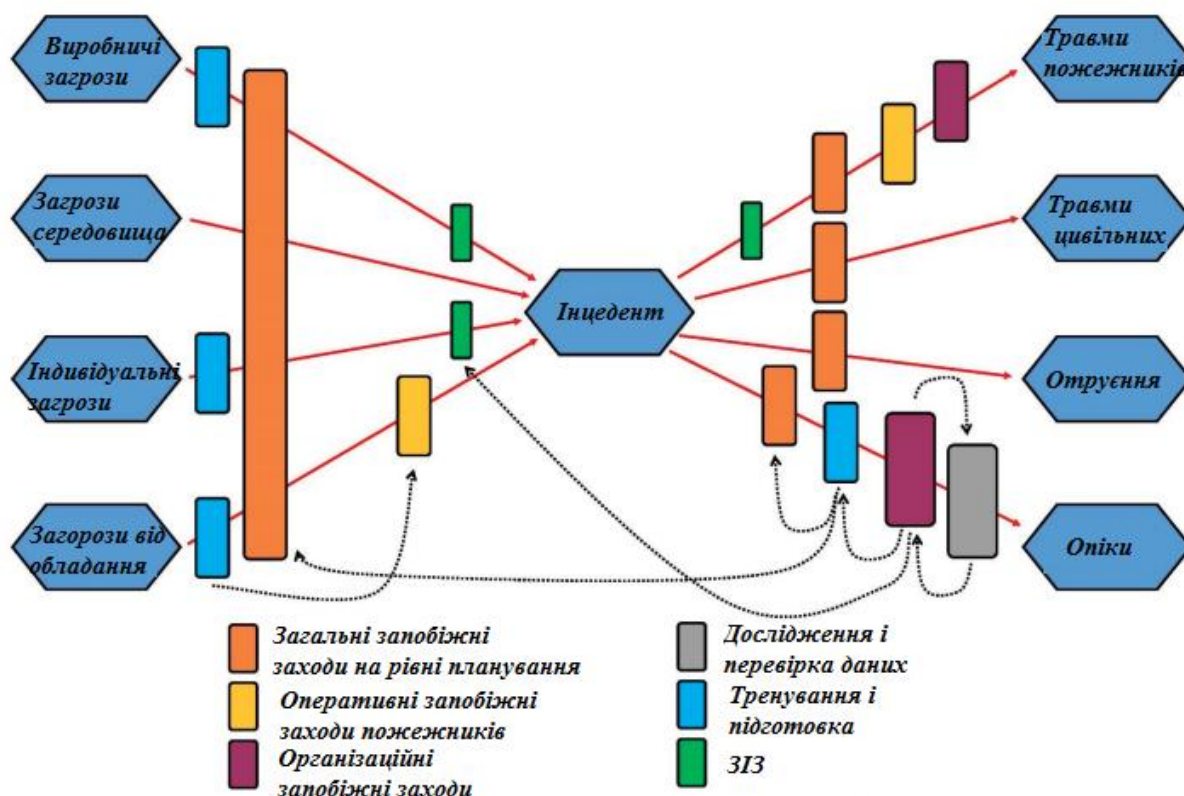


Рис. 3.4. Діаграма краватка-метелик для оцінки та управління професійними ризиками

Наприклад, наявність взаємозв'язку між певними «бар'єрами» демонструє їх вплив один на одного. Він може бути як позитивним, так і негативним. Так, недостатній рівень інформації може призвести до невідповідної організаційної політики, а це у свою чергу, призведе до невідповідного навчання, що в кінцевому підсумку послабить управління ризиками на всіх операційних та організаційних рівнях. Сукупний ефект «бар'єрів» і внутрішніх відносин може в кінцевому підсумку вплинути на тяжкість усвідомлених наслідків.

Крок 3. Обираємо оперативний план дій.

Переходимо до цього кроку у разі отримання прийнятної величини професійного ризику, обираючи оперативний план дій з ліквідації надзвичайної ситуації, щодо розрахунку необхідної кількості сил і типів пожежно-рятувальних автомобілів, аварійно-рятувальної техніки, техніки для пожежогасіння, засобів зв'язку тощо.

Після прибуття на виклик першим завданням командира має бути збір інформації, розвідка, оцінка ситуації, а потім застосування професійного судження для визначення найбільш прийнятного курсу дій. Необхідно ідентифікувати небезпеки та врахувати ризики для пожежників, населення та навколишнього середовища. Початкова оцінка ризику повинна враховувати можливість порятунку життів, оскільки прийнятний рівень ризику для порятунку життя вищий, ніж прийнятний ризик для захисту майна. Він також повинен враховувати умови пожежі та ризики, які вони становлять для пожежників. Початковий стратегічний план завжди підлягає перегляду в міру збільшення обсягу підтвердженої інформації і зниження ступеня невизначеності. Керівник ліквідації надзвичайної ситуації повинен постійно шукати інформацію, щоб замінити припущення або сприйняття перевіреними фактами. Переваги виконання завдання повинні бути ретельно порівняні з ризиками. Наслідки неправильного рішення на цьому етапі можуть бути незворотними

Крок 4. Обираємо сили та засоби.

Визначаємо кількість необхідних сил і засобів для ліквідації пожежі, які відповідають поставленим завданням, з подальшим уточненням рівня професійного ризику.

Якщо рівень професійного ризику є неприйнятним, повертаємося на попередній крок і знову уточнюємо інформацію з пошуку відповідних систем захисту пожежників.

У міру розвитку НС додаткові фактори можуть зробити початковий хід дій невідповідним, наприклад:

Прийняття рішень може змінитися з проактивного на реактивне в міру зміни умов непередбачуваним чином. Можуть виникнути нові небезпеки та пов'язані з ними ризики, наприклад, вплив вогню на стійкість будівлі.

Існуючі небезпеки можуть представляти різні ризики.

Оперативна діяльність може створювати ризики для людей та/або навколишнього середовища.

При масштабних надзвичайних ситуаціях необхідно також стежити за особовим складом на наявність ознак втоми.

Тому командир повинен керувати безпекою, постійно контролюючи ситуацію та переглядаючи ефективність існуючих заходів контролю.

Існує три суттєві причини, дії яких, можуть загрожувати безпеці особового складу в міру розвитку НС.

- Недосконала система та засоби зв'язку. При великих НС лінії зв'язку збільшуються і ускладнюються. Важливо, щоб командир впровадив і підтримував належні системи зв'язку з усіх кутків місця ліквідації.
- Погіршення прийняття рішень. Загальновідомо, що стрес може негативно впливати на якість прийняття рішень. Весь персонал повинен це усвідомлювати і вміти розпізнавати ознаки погіршення процесів прийняття рішень як себе, так і своїх колег.
- Недосконала система керівництва ліквідацією НС. Сама система командування може збільшувати ризик, особливо там, де задіяна велика кількість особового складу. Командир повинен бути в змозі отримати достовірну та актуальну інформацію про те, як розвивається надзвичайна ситуація у кожному секторі місця події. Тому всі повинні усвідомлювати важливість постійного збору та передачі такої інформації.

Крок 5. Визначаємо тактичні завдання.

Розробляємо рішення для кожного члена команди.

Визначаємо його дії, відповідно до поставленого завдання та встановленого плану.

Процес виявлення завдань та виявлення небезпеки, оцінки ризику, планування, організації, контролю, моніторингу та перегляду профілактичних і захисних заходів повинен тривати до тих пір, поки останній прилад не покине місце події. Причин для прийняття ризиків на цьому етапі зазвичай менше, тому що рятування людей та майна проводиться на початку. Тому працівники повинні без вагань зупиняти роботу при появі нових ризиків.

Здатність пожежних безпечно та ефективно працювати в умовах високого ризику значною мірою залежить від їхньої здатності розпізнавати конкретні небезпеки у конкретних ситуаціях. Єдиними прийнятними ризиками при виконанні службових обов'язків є ризики, спрямовані на порятунок життів або майна, невід'ємні небезпеки непередбачуваної події та невідомі небезпеки.

Основоположний принцип законодавства про охорону праці полягає в тому, що роботодавець (в даному випадку ДСНС) несе відповідальність за забезпечення безпечного та здорового робочого місця для працівника. Застосування цієї концепції до роботи під час ліквідацій НС по суті означає, що служба повинна ідентифікувати та оцінити небезпеки, пов'язані з виконанням оперативних завдань та вживати заходів для захисту особового складу від цих небезпек.

Крок 6. Забезпечуємо тактичний контроль.

Присвячений розробці тактичного контролю за безпечним виконанням поставлених завдань кожному пожежнику.

Кожен командир на виклику також виконує функції так званого, менеджера ризиків у режимі реального часу, що передбачає дуже швидке прийняття критично важливих рішень з обмеженою інформацією. Управління ризиками є фундаментальною відповідальністю на кожному рівні процесу ліквідації надзвичайної ситуації.

Задля ефективності управління ризиками на місці надзвичайної ситуації має бути чітко визначеним процесом, що ґрунтується на досвіді, обізнаності та цінностях, а не лише питання особистого судження.

Щоб бути ефективними, принципи та політика управління ризиками повинні бути інтегровані в загальний стратегічний підхід служби. Вони повинні бути включені в обов'язки і відповідальність кожної посадової особи.

Найбільш важливою і складною концепцією в процесі управління оперативними ризиками є фактичне визначення видів і рівнів ризику, які присутні в кожній ситуації, і ступеня ризику, прийнятного для особового складу, що працює на виклику.

Саме на керівника гасіння пожежі покладається відповідальність, щоб спочатку виявити та оцінити ризики, які присутні в кожній ситуації, а потім проявити розсудливість для визначення, коли рівень ризику є надмірним, а коли прийнятним.

Крок 7. Передбачаємо додаткові заходи контролю.

Передбачає необхідність додаткових засобів контролю, за виконанням поставлених завдань, особовим складом.

Саме на цьому кроці відбувається обґрунтування типу, марки, рівня захисту індивідуального спорядження пожежників, засобів індивідуального захисту (далі - ЗІЗ) чи порятунку (див. табл. 1). Цей крок передбачає у міру розвитку ситуації можливість перегляду запобіжних заходів і швидкої зміни встановленого алгоритму дій.

Характер завдання пожежників полягає в тому, що одними лише результатами оцінки ризиків не може бути визначена оперативна тактика. Нерідко – в певних умовах – коли людські життя знаходяться під загрозою, те, що поставлено на карту, переважає результати оцінки ризику і призводить до зваженого вибору стратегії підвищеного ризику для пожежників.

Застосування політики управління ризиками командир повинен збалансувати дві групи факторів: ті, що визначають характер і масштаби операцій та ті, що стосуються безпечного проведення операцій.

Стратегічний план не повинен без потреби наражати на небезпеку життя рятувальників, але він не повинен бути надмірно обережним, щоб дозволити полум'ю знищити те, що можна було б врятувати.

У фундаментальних керівних принципах управління ризиками зазначено, що не слід ризикувати життям пожежників там, де немає можливості врятувати життя або цінне майно. Саме командир несе основну відповідальність за безпеку особового складу, які працюють на місці події, а також за будь-яких інших осіб, чия безпека постраждала від роботи пожежної частини.

Таблиця 3.1

Обґрунтування індивідуального спорядження пожежників [1].

	Кількість викликів	Відсоток від загальної кількості випадків	Тип використовуваних елементів ЗІЗ
1.Робота в непридатному для дихання середовищі	147	52.31%	Захисний костюм пожежного, ЗІЗОД
2.Структурна пожежа	112	39.8 %	Захисний костюм пожежного, ЗІЗОД
3. Витік газу	0	0	
4.Небезпечні речовини	0	0	
5. Рятування на воді	0	0	
8.Порятунок на висоті	0	0	
9.Пожежа автомобіля	4	1.4%	Захисний костюм пожежного, ЗІЗОД
10. ДТП	2	0.7%	Захисний костюм пожежного, захисні комплекти для аварійно-рятувальних робіт
12.Пожежі електромереж	0	0	
13.Промислові пожежі	3	1%	Захисний костюм пожежного, ЗІЗОД
14. Авіаційні пожежі	0	0	
15.Пожежі чагарників/торфовищ	13	4.63%	Захисний костюм пожежного, ЗІЗОД
ВСЬОГО	281	100	

Крок 8. Уточнюємо прийнятний план на місці інциденту.

Передбачає постійний моніторинг ситуації та швидкого реагування на можливу появу нових загроз чи збільшення рівня професійного ризику.

Зауважу, що доволі часто приходиться приймати рішення на основі переоцінки ситуації через зміну різних обставин, або коли прийнятий план дій йде не так, як очікувалося. Виникають додаткові втрати, можливе збільшення часу на ліквідацію НС.

Отже, пожежники можуть використовувати комбінацію задокументованих і когнітивних моделей для відстеження структурованих процесів при визначенні прийняттого ризику.

При визначенні того, що є прийнятним, слід враховувати:

- мінливість ситуацій;
- обмеження в обробці отриманої інформації стосовно надзвичайної ситуації.

Багато факторів впливають, як на процес визначення прийняттого професійного ризику, так і на взаємозалежність різних аспектів процесу ліквідації небезпечної події.

Визначення прийняттого рівня професійного ризику при гасінні пожеж є непростим завданням, його величина часто тісно пов'язана з «прийнятним варіантом» для конкретного плану дій. У деяких випадках найприйнятнішим варіантом може бути рішення не здійснювати гасіння пожежі.

Найкращим підходом для оцінки професійних ризиків є підвищення компетенції та обізнаності керівного складу оперативних підрозділів пожежно-рятувальної служби.

3.2. Особливості оцінювання професійних ризиків пожежників відповідно до стандартних процедур

Для забезпечення безпечного виробничого середовища та запобігання нещасним випадкам і виникненню професійних хвороб – відповідно до вимог Європейської Директиви № 89/391/ЄЕС потрібна систематична оцінка факторів професійного ризику (далі - ПР) на робочих місцях [2]. Для цього в низці міжнародних стандартів, які присвячені методам, інструментам і технікам з оцінки ПР вимагає побудову матриці ПР, яка допомагає визначити найбільші загрози (небезпеки) та прийняти рішення щодо обґрунтування запобіжних заходів. Матриця ПР представляє собою математичний об'єкт у вигляді прямокутної

таблиці чисел: на одній стороні якого розміщуються категорії ймовірності настання небезпечної події, а на іншій – тяжкості наслідків (**рис. 3.5**). Клітинки в середині прямокутної таблиці використовуються для позначення рівня ризику, який використовують багато компаній світу під час керування ПР в системах управління охороною здоров'я і безпекою праці (далі - СОЗіБП). Незважаючи на чисельні численні інструменти для визначення небезпеки, часто виникають ситуації коли однакові матриці ПР призводять до різних результатів в оцінці рівнів ризику [3,4,5]. Дивно, що зазначеній проблемі доволі мало приділяється уваги, адже вибір запобіжних заходів щодо зменшення ризику, планування виробничих завдань, які базуються саме на наведених оцінках ризику можуть призводити до хибних рішень в СОЗіБП. Зазначена задача потребує найскорішого вирішення, адже від неї залежить здоров'я і життя працівників.

Вплив			
Високий (3)	3	6	9
Середній (2)	2	4	6
Низький (1)	1	2	3
	Низька (1)	Середня (2)	Висока (3)
	Ймовірність		

Рис. 3.5 Приклад найпростішої матриці професійних ризиків

Значна частина наукових статей, щодо розробки матриць з оцінки професійних ризиків засновані на досвіді та експертній думці [6-17]. Існує небагато статей про матриці професійних ризиків, які присвячені науковому обґрунтуванню визначенню їх шкал [7,8]. Зокрема Card A.J. зі співавторами було виявлено низку недоліків при побудові матриць оцінки ризиків, особливо пов'язаних із вказівками щодо оцінювання ймовірності настання небезпечної події. Автори запропонували для усунення визначених недоліків забезпечити якісний контроль з боку керівництва організації. В іншому дослідженні [9], на основі значної кількості опитувань, було визначено найрозповсюджений варіант матриці 5 на 5 в якому використовують для визначення ймовірності цифри від одного до п'яти, а також

слова: «Часто» або «Вкрай імовірно»; «Імовірно», «Випадково» або «Можливо»; «Рідко» або «Малоймовірно»; «Вкрай рідко» або «Вкрай малоймовірно», що призводить до значних похибок через суб'єктивізм думок. Автори рекомендували для вирішення виявлених недоліків забезпечити в організаціях чіткі рекомендації для визначення рівнів ризику. Ще в одній публікації [10,11] зазначається, що для зменшення суб'єктивності оцінки ризиків важливо розробку матриці проводити на основі конкретні наукові дослідження, застосовуючи доступні джерела знань, які дозволять працівникам зрозуміти небезпеку та її наслідки. Загалом, не зважаючи на існуючі публікації проблема побудови матриці ПР досі повністю не вирішена і потребує подальших досліджень для виявлення чіткого механізму, який би унеможливив різне трактування встановлених меж.

Відповідно до п. 3.21 ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) «Системи управління охороною здоров'я і безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» ризик у сфері охорони здоров'я і безпеки праці (occupational health and safety (OH&S) risk) визначається через поєднання ймовірності виникнення небезпечної події), пов'язаного з роботою, і тяжкості травми та погіршення стану здоров'я. Для його визначення за рекомендаціями ДСТУ ISO 73:2013 «Керування ризиком. Словник термінів (ISO 31073:2022 Risk management - Vocabulary) можна використовувати матрицю ризиків (табл. 3.2), яка представляє собою інструмент ранжування та візуалізації ризиків визначенням категорій наслідків і їх правдоподібності. Процес розрахунку матриці професійних ризиків виконують за формулою:

$$RR_{jj} = \sum BB_{ij} \times TT_{ij}, \quad (3.1)$$

де R – ризик від небезпеки – j з урахуванням небезпечних чинників – i ; B_{ji} – ймовірність настання небезпечної події від небезпеки – j під впливом небезпечного чинника – i , який впливає на ймовірність настання небезпечної події; T_{ji} – ступень тяжкості наслідків від небезпечної події від небезпеки – j під впливом небезпечного чинника – i , який впливає на ступень тяжкості стану здоров'я травмованого від небезпечної події.

Слід узяти до уваги, що для робітників, спеціалістів та керівників компаній більш зрозуміле поняття частоти настання небезпечної події (інциденту), ніж імовірності. Та й загалом ці два поняття еквівалентні, переходять та обчислюються одне з одного і однаково тлумачать настання небезпечної події.

Таблиця 3.2

Форма матриці ризиків (побудована за вказівками стандарту ДСТУ ISO 073:2013)

МАТРИЦЯ		Тяжкість наслідків небезпечної події (інциденту)				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Частота настання небезпечної події (інциденту)	B _i	R _{i1} = B _i × T ₁	R _{i2} = B _i × T ₂	R _{i3} = B _i × T ₃	R _{i4} = B _i × T ₄	R _{i5} = B _i × T ₅
	B ₂	R ₂₁ = B ₂ × T ₁	R ₂₂ = B ₂ × T ₂	R ₂₃ = B ₂ × T ₃	R ₂₄ = B ₂ × T ₄	R ₂₅ = B ₂ × T ₅
	B ₃	R ₃₁ = B ₃ × T ₁	R ₃₂ = B ₃ × T ₂	R ₃₃ = B ₃ × T ₃	R ₃₄ = B ₃ × T ₄	R ₃₅ = B ₃ × T ₅
	B ₄	R ₄₁ = B ₄ × T ₁	R ₄₂ = B ₄ × T ₂	R ₄₃ = B ₄ × T ₃	R ₄₄ = B ₄ × T ₄	R ₄₅ = B ₄ × T ₅
	B ₅	R ₅₁ = B ₅ × T ₁	R ₅₂ = B ₅ × T ₂	R ₅₃ = B ₅ × T ₃	R ₅₄ = B ₅ × T ₄	R ₅₅ = B ₅ × T ₅
	B ₆	R ₆₁ = B ₆ × T ₁	R ₆₂ = B ₆ × T ₂	R ₆₃ = B ₆ × T ₃	R ₆₄ = B ₆ × T ₄	R ₆₅ = B ₆ × T ₅

Інтервалів шкали частоти настання небезпечної події (інциденту) може бути скільки завгодно, це залежить від необхідної точності визначення рівня ПР та наявності статистичних даних. Головною умовою для визначення значень є зрозумілість шкали для працівників компаній. Найбільш доцільним є шість інтервалів: не більше ніж один раз на день; не більше ніж один раз на місяць; не більше ніж один раз на рік; не більше ніж один раз на 5 років; не більше ніж один раз на 20 років; не може статися.

Виходячи з вимог ISO 31073:2022, де визначається, що ймовірність – це міра можливості виникнення, яка подається числом між 0 та 1, де 0 - неможливість, а 1 - абсолютна впевненість.

Визначення значень інтервалів шкали тяжкості наслідків від настання небезпечної події (інциденту) потрібно також робити конкретними і зрозумілими для працівників компаній. Наприклад: групова смерть; не більше ніж одна смерть або групові тяжкі травми; не більше ніж одна тяжка травма або групові середні травми; не більше ніж одна середня травма або групові легкі травми; не більш ніж

одна легка травма або групові забиття; не більш ніж одна без наслідків; не може бути. Виходячи з наведених рекомендацій, пропонуємо типову матрицю для розрахунку ПР (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вид типової матриці ПР із критеріями шкал частоти настання небезпечної події та тяжкості наслідків від неї

Тяжкість наслідків небезпечної події (інциденту)				Критерії категорії тяжкості наслідків						
				Групові смерть	Не більше ніж 1 смерть або групові тяжкі травми	Не більше ніж 1 тяжка травма або групові травми	Не більше ніж 1 середня травма або групові легкі травми	Не більше ніж 1 легка травма або групові травми	Не більше ніж 1 забиття або групові без наслідків	Не може бути
				I	II	III	IV	V	VI	VII
Частота настання небезпечної події (інциденту)	Позначення категорії частоти небезпечної події (інциденту) та їх критерії	A	Не більше ніж 1 раз на зміну	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
		B	Не більше ніж 1 раз на день	I B	II B	III B	IV B	V B	VI B	VII B
		C	Не більше ніж 1 раз на тиждень	I C	II C	III C	IV C	V C	VI C	VII C
		D	Не більше ніж 1 раз на місяць	I D	II D	III D	IV D	V D	VI D	VII D
		E	Не більше ніж 1 раз на квартал	I E	II E	III E	IV E	V E	VI E	VII E
		F	Не більше ніж 1 раз на півроку	I F	II F	III F	IV F	V F	VI F	VII F
		G	Не більше ніж 1 раз на рік	I G	II G	III G	IV G	V G	VI G	VII G
		H	Не більше ніж 1 раз на 5 років	I H	II H	III H	IV H	V H	VI H	VII H
		J	Не більше ніж 1 раз на 10 років	I J	II J	III J	IV J	V J	VI J	VII J
		K	Не більше ніж 1 раз на 20 років	I K	II K	III K	IV K	V K	VI K	VII K
		L	Не більше ніж 1 раз на 50 років	I L	II L	III L	IV L	V L	VI L	VII L
		M	Не може настати	I M	II M	III M	IV M	V M	VI M	VII M

Наступним кроком після обґрунтування шкал для побудови матриці з оцінки ПР є встановлення критеріїв для їх оцінки. Зазначмо, що відповідно до п. 3.3.1.3 ДСТУ ISO 73:2013 критерії ризику ґрунтуються на цілях організації, а також на зовнішньому та внутрішньому оточенні. Критерії ризику можуть отримувати зі стандартів, законів, політик та інших вимог. Тому зважаючи, що п. 4.8. ДСТУ 2293-2014 наводиться визначення прийнятному (допустимому) ризику, пропонуємо розглянути три підходи до їх оцінки.

Перший, визначаємо ризик як прийнятний або неприйнятний. Другий - ризик може бути: прийнятним, неприйнятним і прийнятним з перевіркою. Третій - визначаємо ризик як категорично неприйнятний; неприйнятний; прийнятний з перевіркою; прийнятний без перевірки.

Таблиця 3.4

Ставлення до ПР та дії щодо керування ним

Оцінка ПР	Вимоги до дій щодо керування рівнем ПР згідно з оцінкою ризику	
Категорично неприйнятний (КН)	Відмова від ризику	Роботу виконувати заборонено до усунення небезпеки або зниження її до прийнятного рівня. Установлюють контроль за заборонаю проведення робіт.
	Передача ризику	Якщо неможливо усунути небезпеки або знизити ризик до прийнятного, то цю роботу передають іншій організації, яка має змогу усунути небезпеку або знизити її ризик до прийнятного рівня.
Неприйнятний (Н)	Зниження ризику	Роботу виконувати заборонено до впровадження запобіжних і захисних заходів для усунення небезпек(и) або зниження її(їх) ризику(ів) до прийнятного. Мають бути розроблені та впроваджені відповідні організаційно-технічні заходи.
Прийнятний з перевіркою(ПП)	Прийняття ризику з контролем	Роботу дозволено виконувати, але потрібен контроль за небезпекою та виконанням запобіжних і захисних заходів (дій) щодо усунення небезпек(и) або зниження її(їх) ризику до прийнятного рівня, а також аналіз змін стану небезпеки в часі та просторі. Примітка. Можливо вживати додаткові запобіжні та захисні заходи (дії) для усунення небезпек(и) або зниження її(їх) ризику з метою поліпшення безпеки та умов праці.
Прийнятний(П)	Прийняття ризику без контролю	Роботи дозволено виконувати без контролю. Примітка. Можливо вживати додаткові запобіжні та захисні заходи (дії) для усунення небезпек(и) або зниження її(їх) ризику з метою поліпшення безпеки та умов праці.

Третій підхід до оцінки ПР витікає з основних положень керування ризиками, який передбачає чотири рішення на їх реагування:

1. Відмова від ризику - не починати або припинити роботи й діяльність, коли в системі неприйнятний ризик.

2. Передача ризику - не починати, коли в системі неприйнятний ризик. Можливо передати такі роботи або діяльність тій організації, яка зможе усунути небезпеку(и) або знизити ризик(и) до прийнятного рівня.

3. Зниження ризику - запровадити дії щодо усунення небезпеки або зниження ризику до прийнятного рівня.

4. Прийняття ризику - бездіяльність щодо усунення небезпеки або зниження ризику.

Це дозволяє продемонструвати ставлення до професійного ризику та дії щодо керування ним (**табл. 3.4**).

Наведемо приклад з оцінки ПР пожежників виконання роботи з ліквідації наслідків вибуху у Бейруті (**рис. 3.5**), де вибухнуло 2750 тон нітрату амонію (аміачної селітри), які були конфісковані з судна «Rhosus» та шість років знаходились в порту без дотримання належних вимог безпеки. Відомо, що від вибуху, на місці ангара, де зберігалась аміачна селітра, утворився кратер діаметром близько 70 метрів, який заповнився водою і утворив озеро. До речі, його чітко видно навіть на супутникових знімках. Повідомляється, що внаслідок вибухів загинули понад 200 осіб, ще близько 6 тисяч отримали поранення [16]. Крім того, зі знімків, відео, яке доступно в інтернеті видно значні руйнування інфраструктури Бейруту, що вказує на значну кількість мешканців без житла. Цей висновок підтверджується словами губернатора Бейрута Марван Аббуд, який повідомив, що збитки для міста, сягнули 15 млрд доларів [17]. За словами свідків люди, які перебували вдома на відстані 10 км від місця вибуху, отримали поранення від розбитого скла, каміння чи ударної хвилі, силу якої можна уявити, оскільки звук від вибуху на відстані 240 км – на Кіпрі. Фахівці говорять, що потужність вибуху від 2750 кг нітрату амонію еквівалентно вибуху однієї кілотонни тротилу, у

порівнянні з потужністю вибуху атомної бомби (20 кілотон тротилу), скинутої на Хіросіму це майже 5% [18].



Рис. 3.5. Фото роботи пожежників в місці вибуху

Під час вибуху нітрату амонію утворюється величезна кількість оксидів азоту, що являють собою червоний газ з неприємним запахом. Оксиди азоту зазвичай присутні в забрудненому міському повітрі і можуть подразнювати органи дихання. Підвищений рівень цих забруднювачів особливо небезпечний для людей з респіраторними захворюваннями. Кілька днів забруднене повітря в Бейруті становило небезпеку для здоров'я жителів, поки не розсіялося природним шляхом. Виходячи з описаних вище подій можна у першому наближенні встановити причинно-наслідковий зв'язок між небезпекою – аміачна селітра, небезпечною подією – вибух і наслідками – втратою життя і здоров'я людей, фінансовими збитками та руйнуваннями будівель та інфраструктури міста (**рис. 3.6**). Це дасть змогу оцінити ризик виникнення небезпечної події, як добутку ймовірності настання небезпечної події та тяжкості втрат від неї.



Рис. 3.6. Причинно-наслідковий зв'язок вибухів в порту Бейруту

В результаті проведеного аналізу бачимо, що тяжкість наслідків є катастрофічною: влада Лівану оголосила Бейрут зоною лиха. Лікарні не справлялися з кількістю постраждалих і відмовлялися приймати поранених через переповненість. Крім того, на тлі події тисячі ліванців 7 серпня вийшли на антиурядовий мітинг з вимогами реформ. Згодом він переріс у масові заворушення. Отже, і друга складова ризику є катастрофічною, оскільки не розуміння всієї глибини наслідків змусило прем'єр-міністра Хасан Діабі та уряд Лівану піти у відставку.

В той самий час для оцінки професійного ризику пожежників потрібно розуміти, яка частота виникнення надзвичайних подій з аміачною селітрою та які можуть бути наслідки (табл. 3.5).

Це дослідження було проведено з першочерговою метою підтвердити або вдосконалити процес розробки матриці ПР. Особливо для обґрунтування їх шкал щодо визначення ймовірності настання небезпечної події та тяжкості наслідків.

Таблиця 3.5

Фрагмент карти ризиків за професією пожежного-рятувальника

НЕБЕЗПЕКА	НЕБЕЗПЕЧНА ПОДІЯ	НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ	Небезпечні чинники	Ймовірність настання небезпечної події від небезпечного чинника – i	Ступінь тяжкості від настання небезпечної події від НЧ – i	Рівень ПР від НЧ – i
Робота на висоті	Обвал конструкції	Травми різного рівня важкості, втрата свідомості, смерть	Людський чинник. Неуважність та необережність рятувальника	3	5	15
			Людський чинник. Ігнорування наказу командира покинути приміщення.	2	5	10
			Психосоціальний чинник. Переживання стресу через неможливість врятувати потерпілих/майно.	3	5	15
			Психосоціальний чинник. Переживання стресу через постійний ризик та безпеку.	3	5	15
			Організаційний чинник. Вибір невдалої тактики виконання оперативного завдання.	3	5	15
			Технічний чинник. Відсутній зв'язок. Несправність радіостанцій	2	5	10
			Технічний чинник. Недотримання будівельних норм при плануванні конструкцій/будівель.	3	5	15
			Ергономічний чинник. Робота в умовах обмеженої видимості через задимлення.	5	5	25
			Ергономічний чинник. Робота в непридатному для дихання середовищі.	5	5	25
			Кліматичний чинник. Вплив погодних умов.	5	5	25
			Воєнний чинник. Загроза ракетного обстрілу.	5	5	25
			Сумарний ризик			

Для цього скористались вимогами різних нормативних документів та рекомендаціями наукових досліджень. Завдяки інтуїтивно зрозумілому графічному дизайну та представленню різних рівнів ризику конкретних небезпек і відповідних необхідних інструкцій щодо дій з їх усунення чи обмеження, матриця професійних ризиків отримала значне поширення у різних виробничих сферах [18]. До переваг матриці професійних ризиків слід віднести обчислення ризику як комбінації ймовірності несприятливої події (небезпеки) та негативних наслідків (шкоди). Крім того, метод є прозорим, а графічне інтуїтивне представлення дозволяє всім учасникам зрозуміти оцінку ризику та визначення пріоритетів для подальших заходів із зменшення ризику. Щоб визначити шкалу ймовірності небезпечної події рекомендується класифікували частоту прояву небезпеки використовуючи статистичні дані.

Для оцінювання тяжкості наслідків співвіднесено шкоду за категоріями на основі емпіричних даних. Однак існують дослідження, які вказують на обмеження використання матриць, однак в більшості випадків, помилки зваляються через відсутність обґрунтованого підходу до визначення шкал, що і є метою даного дослідження. З іншого боку, для усунення деяких базових недоліків матриці ризиків можна застосувавши категоризацію ризиків, що ґрунтується на розрахунках невизначеності вимірювань [19]. Зазначмо, що процес аналізу ПР являє собою послідовність логічних кроків, що дають змогу систематично розглядати небезпеки притаманні виробничому процесу.

Визначення ризику в необхідних випадках переходить у процес зменшення ризику. Результатом процесу аналізу ризику є усунення небезпеки або застосування захисних заходів на основі встановленої інформації, яка необхідна для оцінки ПР. У свою чергу оцінка ПР дає можливість зробити висновок про рівень безпеки устаткування, його компонентів і пов'язаних з ними процесів управління, використання, інспектування, випробування та обслуговування [20].

Висновок про рівень безпеки ґрунтується на якісних оцінках, що доповнюються, наскільки це можливо, кількісними оцінками. Кількісні оцінки особливо важливі у тих випадках, коли передбачувана тяжкість збитку висока.

Якісні оцінки застосовують для порівняння альтернативних захисних заходів і визначення, який із захисних заходів забезпечує кращий захист. Аналіз ПР повинен бути виконаний таким чином, щоб усю процедуру можна було оформити документально, включаючи досягнуті результати [21-28].

3.3. Особливості оцінювання професійних ризиків при виборі і експлуатації засобів індивідуального захисту пожежників

Одним із ключових факторів зменшення ризиків для особового складу пожежної частини є засоби індивідуального захисту. Але перед тим, як керівники виберуть ЗІЗ, які використовуватимуться у підрозділі, вони повинні провести оцінку ризику, щоб переконатися, що обране ними спорядження є правильним, потрібним та безпечним для роботи.

Коли керівництво служби проводить систематичну оцінку ризику з метою вибору відповідних ЗІЗ для своїх підлеглих, це означає визначення конкретних небезпек, з якими може зіткнутися особовий склад під час виконання своїх обов'язків не лише на викликах, а й під час перебування у частині. Потім описуються належні рівні індивідуального захисту, необхідні для безпечної, ефективної та результативної роботи пожежників, коли ці небезпеки можуть бути присутніми.

Враховуючи велику кількість шкідливих факторів, які впливають на рятувальника під час роботи (продукти горіння, висока та низькі температури, загроза обвалу конструкцій, струм, роботи на висоті, робота у водоймах тощо), відповідно на кожен фактор необхідно мати засоби захисту.

До засобів індивідуального захисту пожежного-рятувальника можна віднести: захисний одяг пожежного-рятувальника загального призначення, теплозахисний одяг пожежного-рятувальника, тепловідбивний одяг пожежного-рятувальника, захисне взуття пожежного-рятувальника, каска пожежного-рятувальника та апарати на стисненому повітрі (резервуарні дихальні апарати).

Захисний одяг загального призначення використовується для захисту тіла рятувальника від впливу небезпечних чинників під час гасіння пожеж та виконання бойового завдання та є ефективним за умови помірної температури навколишнього середовища, помірною теплового випромінювання, короткочасної дії полум'я. Такий костюм складається з штанів на бретелях, куртки, та краг (спеціальних рукавиць), а у холодні пори року також використовується підшоломник. На куртці обов'язково повинно передбачатись не менше однієї кишені.

Захисний одяг спеціального призначення, такі як теплозахисний і тепловідбивний одяг слугують для використання за умов підвищеної і високої температури навколишнього середовища, підвищеного та інтенсивного теплового випромінювання, а також тривалої дії полум'я.

Захисне взуття, передбачене для захисту ніг рятувальника від небезпек під час виконання оперативного завдання.

Каска призначена для захисту голови, шиї та обличчя рятувальника та складається із: забрала, підборідного ремня, корпусу, тулії та пелерини. Забрало та пелерина послаблюють дію теплової енергії, а також захищають шию й обличчя пожежника від попадання води, іскор та ін.

До захисного одягу пожежного від підвищених теплових впливів належать теплозахисний та тепловідбивний костюми. Теплозахисний костюм зазвичай використовується під час гасіння пожеж великої інтенсивності, наприклад на нафтобазах, та надає можливість прямого контакту рятувальника з вогнем і вхід у відкрите полум'я. Тепловідбивний костюм може застосовуватись при ліквідації пожеж на промислових підприємствах, транспорті тощо, пов'язаних з виділенням великої кількості тепла.

Захисний одяг та спорядження пожежного призначені для мінімізації ризиків для особового складу, збереження їхнього життя та здоров'я та повинні відповідати вимогам спеціалізованих державних стандартів та технічних умов.

Засоби індивідуального захисту органів дихання пожежного. У підрозділах ДСНС України зазвичай використовуються апарати на стисненому повітрі (резервуарні дихальні апарати), які захищають органи дихання рятувальника від

небезпечних продуктів горіння. Основними недоліками таких апаратів є: невеликий термін використання без дозаправки та значна вага.

До критеріїв оцінки ризику засобів індивідуального захисту можна віднести:

1. Види виконуваних обов'язків. Важливо враховувати усі види робіт, які виконує рятувальник і під час перебування в розташуванні підрозділу, і під час прямування на/з виклику, і під час виконання оперативного завдання. Функції пожежного-рятувальника не обмежуються лише гасінням пожеж, тому під час проведення оцінки ризику та, зрештою, під час розгляду та прийняття вибору ЗІЗ важливо враховувати всі обов'язки включно з: реагуванням на ДТП (особливо вночі), роботами з обладнанням під напругою, рятувальні операції, пов'язані з водоймами, роботи з ліфтами, технічні рятувальні операції, визволення транспортних засобів.

2. Частота використання ЗІЗ. Враховується кількість та типи пожеж та надзвичайних ситуацій. Очевидно, що обсяг викликів і робоче навантаження підрозділу є надзвичайно актуальними при виборі ЗІЗ, але важливо також враховувати додаткові відповідні аспекти, такі як кількість наборів та елементів, призначених кожному пожежному, існування та/або ефективність програми обслуговування та ремонту ЗІЗ, наявність резерву засобів індивідуального захисту для масштабних та критичних ситуацій, частота та інтенсивність практичних навчань, протоколи зняття ЗІЗ з обліку, а також процедури дезактивації та можливості підрозділу, в тому числі для ЗІЗ, забруднених хімічними речовинами.

3. Досвід використання ЗІЗ. Збір, підтримка й аналіз даних про травми під час виконання службових обов'язків, випадки несправностей ЗІЗ, записи та дані, пов'язані з обслуговуванням та ремонтом ЗІЗ, включаючи витрати, частоту, довговічність, життєвий цикл тощо.

Безперервний і детальний аналіз такої інформації дозволяє підрозділу розпізнавати моделі та тенденції щодо травм, розпізнавати, визначати конкретні ризики та небезпеки, а також розробляти відповідні заходи щодо їх мінімізації. Стосовно ЗІЗ, ці профілактичні заходи, вимагатимуть змішаного підходу, включно з інженерними/конструкторськими змінами, новими або модифікованими

освітніми/навчальними ініціативами, а також посиленими заходами із забезпечення виконання/відповідності. Перш ніж ініціювати зміни або модифікації ЗІЗ, необхідно розглянути, яке поєднання модифікацій/змін, навчання та відповідності дасть бажаний ефект. Ретельне документування досвіду підрозділу полегшує це визначення.

Це також можна вважати як частину процесу оцінки ризику ЗІЗ.

4. Аналіз району виїзду та топографія зони реагування. Аналіз надзвичайних ситуацій, які виникали або можуть виникнути в районі виїзду підрозділу. Аналіз потреб у ЗІЗ, для захисту особового складу при будь-якому з можливих викликів, а також географічне розташування підрозділу: рельєф, клімат, місто чи сільська місцевість.

Жодна оцінка ризику ЗІЗ не буде повною без належного врахування переважаючого клімату та погодних умов підрозділу, а також потенційних екстремальних температур, вологості, вітру, дощу, штормів, повеней, накопичень снігу, льоду тощо. Додаткові географічні міркування включають особливості рельєфу та топографії, водойми, висоту над рівнем моря та межі дикої місцевості та міста.

5. Імовірність реагування на НС з РХБЯ загрозою. Враховуючи, що РХБЯ загрози є відносно рідкісними, історичні записи та пов'язані з ними дані, очевидно, будуть менш надійними. Цей аспект ризику для пожежників, мабуть, найважче оцінити та передбачити. Хоча закордоном існує тенденція до розгляду можливого РХБЯ опромінення в результаті зловмисних актів тероризму, існує набагато більша ймовірність такого опромінення в результаті аварій або викидів. Враховуючи війну та бойові дії на території України, ризик подібних аварій внаслідок обстрілів значно зростає, тому важливо враховувати усі приблизні сценарії подій. Таким чином, певною мірою відносна концентрація об'єктів, пов'язаних з РХБЯ, та/або відповідної транспортної інфраструктури в межах певної громади повинна використовуватися як індикатор відносного потенціалу реагування на РХБЯ аварії та опромінення.

Зрештою, оцінка ризику забезпечить передумови, на основі яких будуть прийматися рішення підрозділу щодо ЗІЗ. Встановлення необхідного контексту сприятиме, якщо не забезпечуватиме, ймовірності прийняття обґрунтованих та зважених рішень щодо вимог та переваг пожежної частини щодо основних критеріїв вибору та специфікації ЗІЗ, зокрема:

- Теплозахисні показники (ТЕС)
- Загальні втрати тепла (ТНЛ)
- Термостійкість провідності та стиснення (CCHR)
- Маса
- Ергономічний комфорт
- Дизайн/стиль
- Довговічність
- Гнучкість
- Продуктивність
- Ціна
- Обслуговування
- Доставка
- Надійність
- Гарантія
- Сумісність компонентів
- Можливість модифікації
- Функціональні аксесуари
- Стійкість до полум'я, тепла та стирання
- Водопоглинання
- Вимоги до технічного обслуговування
- Видимість/помітність світловідбивної накладки

Комплексна оцінка ризику, проведена в контексті багатьох і багатоаспектних міркувань, викладених вище, дозволить визначити безліч загальних небезпек, яким можуть піддаватися пожежники під час виконання своїх обов'язків (наприклад,

термічні, респіраторні, фізичні, ергономічні, екологічні, хімічні, біологічні, радіологічні, електричні).

Враховуючи фундаментальний і критичний характер, дуже важливо, щоб процес оцінки ризику був спланованим, продуманим, комплексним, дослідженим, задокументованим, керованим правдивими даними та бути динамічним. Для цього пропонуємо скористатися теорією Марківських випадкових процесів.

Розглянемо приклад із зміни захисних властивостей ЗІЗОД при експлуатації пожежниками. Представимо, що ступінь захисту пожежника, який користується фільтрувальним ЗІЗОД може перебувати у працездатному стані, коли забезпечується адекватний захист органів дихання працівника, за рахунок правильного вибору, виходячи з умов праці та підготовки користувачів, погіршеному – коли з являються певні невідповідності, викликані неврахуванням кліматичних умов, режиму праці, необхідності спілкування, тривалості носіння, використання інших засобів індивідуального захисту (ЗІЗ); аварійному – коли фільтрувальний ЗІЗОД через критичні помилки не забезпечує відповідний захист. При цьому інтенсивність переходів λ між описаними станами характеризується певною щільністю ймовірностей подій. Представимо описаний процес у вигляді відповідного графу (рис. 3.6).

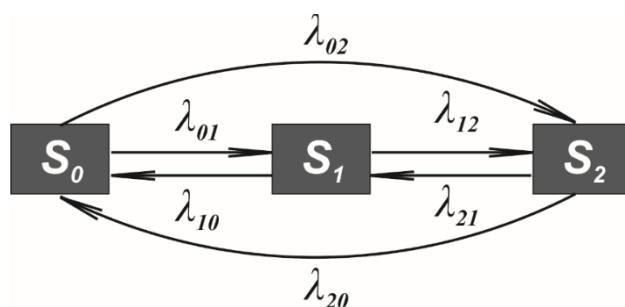


Рис. 3.6. Граф стану зміни ступеня захисту системи "людина-фільтрувальний ЗІЗОД"

З рис. 3.6 видно, що адекватний захист пожежників знаходиться стані S_0 . Однак під дією певних обставин (необхідність спілкування, стомлення через тривалість роботи, невідповідний режим праці і відпочинку, впливу підвищеної температури чи вологості повітря в робочій зоні та інших причин), які виникають з деякою інтенсивністю λ_{01} працівник може допустити некритичну помилку, яка

приведе до погіршення ступеню захисту органів дихання (наприклад через появу підсмоктувань нефільтрованого повітря за смугою обтюрації фільтрувального ЗІЗОД) і система "людина-фільтрувальний ЗІЗОД" перейде в певний проміжний стан S_1 , при якому ще існує певний рівень захисту, але незначна кількість шкідливих домішок потрапляє у підмасковий простір. Працівник може працювати й далі в цьому стані або під дією інших факторів (запиленості повітря, складності завдань, поломки, надзвичайних ситуацій) спонукатиме до переходу в аварійний стан S_2 або помилка чи невідповідність вчасно буде виявлена та виправлена і відбудеться повернення у вихідний стан S_0 . В той же час наявність серйозних порушень (вимог інструкцій, відсутність навчання, помилок при виборі, відсутності контролю за показниками та інше) призведе, минувши проміжний стан, до аварійного стану S_2 з інтенсивністю λ_{02} . Тобто виникає ситуація зупинки роботи для усунення вказаних порушень. Існує декілька варіантів розвитку подальших подій. Несправність була помічена і виправлена тоді система з інтенсивністю λ_{20} повернеться в працездатний S_0 або недолік не вдається виправити повністю і система з інтенсивністю λ_{21} повертається у погіршений стан S_1 .

Визначивши потоки подій за допомогою побудованого графу станів, можна розрахувати ймовірності зміни ступеня захисту системи "людина-фільтрувальний ЗІЗОД" $P_0(t)$, $P_1(t)$, $P_2(t)$, як функції часу за диференціальними рівняннями Колмогорова-Чепмена:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} P_0(t) = -(\lambda_{01} + \lambda_{02}) \cdot P_0(t) + \lambda_{01} \cdot P_1(t) + \lambda_{20} \cdot P_2(t) \\ \frac{d}{dt} P_1(t) = \lambda_{01} \cdot P_0(t) - (\lambda_{10} + \lambda_{12}) \cdot P_1(t) + \lambda_{21} \cdot P_2(t) \\ \frac{d}{dt} P_2(t) = \lambda_{02} \cdot P_0(t) + \lambda_{12} \cdot P_1(t) - (\lambda_{21} + \lambda_{20}) \cdot P_2(t) \end{cases}, \quad (3.2)$$

із заданою умовою, що:

$$P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) = 1. \quad (3.3)$$

Вказане рівняння можна представити в лінійній матричній системі, вводячи до розгляду вектор-функцію $\vec{P}_0(t) = [P_0(t), P_1(t), P_2(t)]$ і матрицю інтенсивностей:

$$N = \begin{pmatrix} -(\lambda_{01} + \lambda_{02}) & \lambda_{10} & \lambda_{20} \\ \lambda_{10} & -(\lambda_{01} + \lambda_{02}) & \lambda_{21} \\ \lambda_{20} & \lambda_{12} & -(\lambda_{21} + \lambda_{20}) \end{pmatrix}, \quad (3.4)$$

тоді:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \vec{P}(t) = N \vec{P}(t) \\ \vec{P}(t) = \sum_{i=0}^3 P_i(0) = 1, P_i(0) \geq 0 \end{cases}. \quad (3.5)$$

Вихідні дані для розрахунку ймовірності перебування стану системи "людина-фільтрувальний ЗІЗОД" у відповідному стані були взяті з аналізу проведених наукових досліджень, присвячених дослідженню захисної ефективності ЗІЗОД у виробничих умовах і опублікованих у декількох працях [29, 30, 31], їх аналіз наведено у **табл. 3.7**. Виходячи з наведених даних: загальної кількості пожежників, кількості пожежників з адекватним захистом при використанні фільтрувального ЗІЗОД, кількості зафіксованих випадків не адекватного захисту, кількості помилок, які були допущені при дослідженнях були розраховані інтенсивності переходу між станами системи "людина-фільтрувальний ЗІЗОД" для групи з десяти осіб (число було обрано для спрощення розрахунків).

Таблиця 3.7.

Аналіз результатів дослідження

Автор досліджень	Місце проведення дослідження	Загальна кількість учасників	Кількість, учасників в яких були зафіксовані помилки	Кількість учасників результат, яких не було враховано	Середній коефіцієнт захисту фільтрувального ЗІЗОД
Nelson, T.J. [32]	Робота з азбестом	26	18	3	168±5,8
Colton, C.E. [33]	Ремонт кораблів	47	24	5	205±3,5
Tannahill S.N. [34]	Видалення азбесту	30	19	2	120±4,7
Johnston A.R. [35]	Шліфування	25	16	2	1100±5,3

За визначними показниками (табл. 3,8) була побудована матриця переходів, яка має наступний вигляд:

$$N = \begin{pmatrix} -1 & 0,2 & 0,1 \\ 0,6 & -0,6 & 0,3 \\ 0,4 & 0,4 & -0,4 \end{pmatrix}, \quad (3.6)$$

Таблиця 3.8.

Вихідні дані для розрахунків зміни станів системи "людина-фільтрувальний ЗІЗОД"

Параметр	Кількість одиниць/ ситуацій	Інтенсивність виникнення, λ
Кількість пожежників на ділянці, чол.	10	
Кількість пожежників у яких були зафіксовані порушення при роботі з фільтрувальним ЗІЗОД, чол.	6	$\lambda_{01} = 0,6$
Кількість пожежників, які виправили порушення в процесі роботи, чол.	2	$\lambda_{10} = 0,2$
Кількість пожежників у яких виявили критичні помилки при виборі і експлуатації фільтрувального ЗІЗОД, які призвели до аварійного стану, чол.	4	$\lambda_{02} = 0,4$
Кількість пожежників, яким вдалось повністю виправити критичні помилки у роботі з фільтрувальним ЗІЗОД під час експлуатації, чол.	1	$\lambda_{20} = 0,1$
Кількість пожежників, яким вдалось частково виправити критичні помилки у роботі з фільтрувальним ЗІЗОД під час експлуатації, чол.	3	$\lambda_{21} = 0,3$
Кількість пожежників у яких порушення роботи з фільтрувальним ЗІЗОД призвели до аварійного стану, чол.	4	$\lambda_{12} = 0,4$

Тоді система рівнянь Колмогорова-Чепмена (3.2) з урахуванням матриці інтенсивностей (5) буде представлена в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} P_0(t) = -P_0(t) + 0,2 \cdot P_1(t) + 0,1 \cdot P_2(t) \\ \frac{d}{dt} P_1(t) = 0,6 \cdot P_0(t) - 0,6 \cdot P_1(t) + 0,3 \cdot P_2(t) , \\ \frac{d}{dt} P_2(t) = 0,4 \cdot P_0(t) + 0,4 \cdot P_1(t) - 0,4 \cdot P_2(t) \end{cases} \quad (3.7)$$

Для вирішення системи рівнянь (6) можна скористатись методом Гауса, тоді $P_0 = 0,1$; $P_1 = 0,4$; $P_2 = 0,5$. Одержані показники говорять, що в описаному прикладі ймовірність виникнення аварійної ситуації в системі "людина-фільтрувальний ЗІЗОД" складає - 50 %. Це доволі несприятливий результат, який вимагає певних управлінських дій зі зменшення впливу факторів, які призводять до помилок при виборі і експлуатації ЗІЗОД.

Рішення системи диференціальних рівнянь виконано за допомогою програмного продукту для виконання різноманітних математичних і технічних розрахунків - "Mathcad 14". Результат розрахунку представлено на **рис. 3.7**.

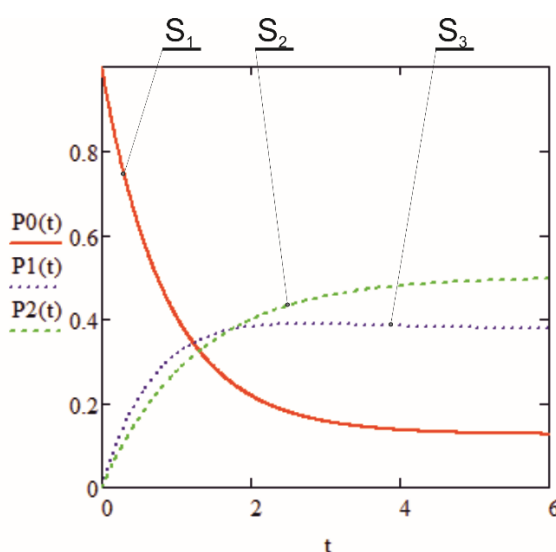


Рис. 3.7. Криві залежностей ймовірностей P_0 , P_1 , P_2 станів системи «людина-фільтрувальний ЗІЗОД» (S_0 , S_1 , S_2) від часу t (годин)

З аналізу отриманих результатів, можна зробити висновок, що через шість годин (час робочої зміни) використання фільтрувального ЗІЗОД, ймовірність перебування у стані S_0 – тобто працездатний буде менше на 20%. Такому становищу сприяють перш за все неправильне чи неуміле використання працівником

фільтрувального ЗІЗОД - складні і неоднорідні умови праці навіть на одному робочому місці [36]. Однак, розуміючи зібрану інформацію можна сказати, що до найсуттєвіших помилок при виборі фільтрувальних ЗІЗОД, наслідки якої можуть привести до фатального результату є невідповідність функціонального призначення, коли вибраний фільтрувальний ЗІЗОД не відповідає ані типу токсикантів ані класу захисту. У даному випадку працівник залишається беззахисним через грубі порушення відповідних інструкцій або халатність відповідальних за вибір осіб. Наступною помилкою, яка також призведе до погіршення захисних властивостей і сприятиме збільшенню професійного ризику є невідповідність маски антропометричним параметрам обличчя працівника, що визначається ізолювальними властивостями півмасок. Саме через це на етапі вибору фільтрувального ЗІЗОД, після встановлення необхідного класу захисту і прийняття рішення щодо його типу потрібно забезпечити перевірку щільності прилягання маски до обличчя.

У підсумку зазначимо, що для наведених вихідних умов встановлено, що перебування працівника у справному фільтрувальному ЗІЗОД до кінця робочої зміни становить менше - 20 %, тоді як ймовірність аварійного стану становить - 50 %. Це зумовлено перш за все відсутністю відповідного навчання з правильної експлуатації фільтрувальних ЗІЗОД, необхідністю спілкування та використання інших несумісних ЗІЗ, не врахування темпу роботи її тривалості, а також можливими помилками при їх виборі.

Оцінка ризиків підрозділу не є одноразовим процесом. Ризики та пов'язані з ними потреби в ЗІЗ постійно змінюються, і, відповідно, процес оцінки ризиків має бути безперервним, щоб гарантувати, що ЗІЗ розвиваються відповідно до вимог частини. Підхід до постійної оцінки ризиків підтримує ситуаційну обізнаність усього особового складу підрозділу як керівного, так і основного щодо цих небезпек і в режимі реального часу визначає їхні потреби в ЗІЗ.

Оцінка ризику для засобів захисту рятувальника має бути частиною загального плану управління ризиками підрозділу, а отже, офіційно затверджуватись затверджуватися. Оцінка ризику повинна проводитися

відповідним чином на основі затверджених загальнодержавних норм підготовленими особами, наприклад, спеціалістом з безпеки праці або комісією.

При визначенні ризику фахівці повинні враховувати частоту або ймовірність впливу небезпеки разом із потенційною серйозністю (наслідками), якщо вплив має місце. Також необхідно враховувати всі завдання та функції підрозділу.

Нижче наведено приклад форми, де вказано категорії, які рекомендовано проаналізувати для якіснішого проведення оцінки ризиків.

1. Види виконуваних обов'язків
2. Частота використання елементів захисних комплектів.
3. Досвід підрозділу
4. Аналіз викликів та виробничого травматизму
5. Географічні дані про підрозділ та район виїзду
6. Конкретні завдання підрозділу
7. Ймовірність виникнення НС з РХБЯ загрозою.

Підпункти можуть також змінюватись залежно від специфіки підрозділу та завдань, які покладені на цей підрозділ. У нижченаведеній формі вказаний необхідний мінімум для проведення аналізу потреб та наявності ЗІЗ в підрозділі, що буде сприяти якіснішому проведенні оцінки ризиків.

3.4. Вплив ЗІЗОД на величину професійного ризику пожежників

Беззаперечно, що робота пожежного є важка не лише фізично, а й психологічно. Суттєві фізичні навантаження, ризики, небезпека, постраждалі – все це є стресовими факторами. Дослідження впливу небезпечних факторів на стан рятувальника дозволяють запобігти небажаним наслідкам. При роботі в ізолюючому апараті на стисненому повітрі та панорамній масці реакція рятувальника може бути дещо повільнішою, що відповідно вплине на швидкість прийняття рішень.

Дослідження когнітивних показників рятувальників при роботі в ізолюючому апараті на стисненому повітрі та панорамній масці щодо оцінки впливу на час реакції з обробки критичної інформації для прийняття рішення описано далі.

В дослідженні взяли участь 5 чоловіків віком від 25 до 35 років, які є особами рядового та начальницького складу ДСНС України та мають допуск для використання даного виду ЗІЗОД (табл. 3.9). Експеримент проводився у типовій пожежно-рятувальній частині. Перед початком дослідження всіх учасників попросили гарно відпочити для відновлення розумових здібностей.

Таблиця 3.9

Базові показники учасників дослідження

Показники	Значення
Кількість учасників	5
Середній вік учасників	30 ± 5
Рівень IQ*	106 – 118
Середня частота серцевих скорочень**	$71,4 \pm 4,6$

*Примітка рівень IQ було визначено у відповідності до міжнародного тесту, який дозволяє встановити рівень здатності вчитися, розуміти, формувати поняття, обробляти інформацію, застосовувати логіку та міркування у порівнянні з іншими людьми; тест проводився на онлайн платформі <https://international-iq-test.com/uk/>.

**Середня частота серцевих скорочень визначена для розуміння рівня тривожності за допомогою пульсометру RDS.

Експеримент проводився 2 дні поспіль при стандартних кліматичних умовах - кімнатної температури 20-24°C, з вологістю повітря 75 %. В перший день всі учасники виконували ряд психометричних тестів в апаратах, які проводились у певній послідовності за 50 хвилин. Для проведення дослідження були використано:

- тест Stroop Color Word, який визначає здатність пригнічувати перешкоди; у першій частині тесту учасників просять якомога швидше прочитати вголос слова, що складаються з назв кольорів жовтого, зеленого, червоного та синього, надрукованих чорним кольором; у другій частині – пропонується прочитати назви кольорів, коли колір слів не збігається з написаними словами;

затримка реакції оцінюються в секундах. Під час проходження тесту за 45 с визначалась кількість правильних тестів при читанні слів (SWR), назви кольорів (SCN) і кольорових слів (SCW). Потім прогнозовану оцінку визначали за формулою $CW = (SWR * SCN) / (SWR + SCN)$, де CW - здатність пригнічувати, де нижчий показник означає більші труднощі в пригніченні перешкод.

- тест Trailmaking Halstead–Reitan, який призначений для збору інформації про швидкість візуального пошуку, сканування, швидкості обробки та розумової гнучкості; учаснику пропонується якомога швидше з'єднати набір із 25 точок, зберігаючи при цьому точність (частина А) і з'єднати цифри від 1 до 13 з відповідними літерами від А до L, які довільно розподілені на аркуші паперу (частина Б).

- тест Равена, який призначений для визначення рівня розвитку інтелекту та вивчення логічності мислення; учасникам пропонуються рисунки з фігурами, які пов'язані між собою певною залежністю, потрібно знайти одну фігуру, якої бракує за визначений час;

- тест на рівень тривожності проводили за допомогою відомого онлайн ресурсу <https://www.idrlabs.com/>, де пропонується відповісти на 30 запитань, які стосуються поточного внутрішнього стану, наявності занепокоєння, яке нерідко супроводжується такими фізичними симптомами, як спітнілі долоні, аритмія та головний біль; часто тривога проявляється у складних ситуаціях.

На другий день – учасники виконували подібні тести з іншою послідовністю. Для аналізу даних використовувався статистичний пакет SPSS (версія 21.0; SPSS, Inc., Чикаго, Іллінойс). Асиметрію розподілу оцінювали за критерієм тесту Колмогорова-Смирнова. Відмінності між попередніми та пост-вибірками двох оцінюваних ситуацій були проаналізовані за допомогою MANOVA із зразками як фіксованим фактором і за допомогою аналізу Bonferroni post hoc. Розмір ефекту перевірено за допомогою η^2 . Нарешті, було проведено двовимірний кореляційний аналіз між усіма досліджуваними змінними за допомогою кореляційного аналізу Пірсона. Рівень значущості для всіх порівнянь був встановлений на $p \leq 0,05$.

Результати дослідження когнітивної продуктивності при виконанні запропонованих тестів без ЗІЗОД і при його використанні наведені в **табл. 3.10**.

Таблиця 3.10.

Результати дослідження

Показники	без ЗІЗОД	в ЗІЗОД
IG (оцінка інтерференції) за тестом Stroop Color Word, %	3 - 21	4 - 18
Час виконання тесту Trailmaking від Halstead–Reitan, (частина А) сек	24 - 32	30-38
Час виконання тесту Trailmaking від Halstead–Reitan, (частина Б) сек	44 - 52	51 - 63
Рівень уважності за тестом Равена, %	83	86
IQ за тестом Равена, %	85	93
Рівень тривожності, %	35	41

Отримані експериментальні мають доволі неоднозначні результати, що можна пояснити різним проявом впливу ЗІЗОД на функції прийняття рішення користувачами. Так під час виконання першого тесту було визначено, що значного впливу наявності респіратора на гнучкість когнітивного мислення він не мав (табл. 2). Хоча показник інтерференції, за допомогою якого оцінюється здатність пригнічувати перешкоди дещо вищий при використанні ЗІЗОД. Це пояснюється переш за все через підвищення розумової активності, оскільки добровольці проходили один і той же тест в різницю один день. З іншого боку, виникає припущення, що наявність ЗІЗОД, хоча б і незначно, але все ж таки збільшує увагу, через додаткове навантаження і підвищення концентрації уваги через зменшення поля зору. Подібний ефект був відмічений в іншому дослідженні, щодо оцінки впливу респіратора на розумові здібності [37]. Автори відмітили, що наявність ЗІЗОД в деяких користувачів підвищує рівень уважності при цьому виникає пригнічення інтерференції, що говорить про здатність гальмувати сильніші за своєю природою вербальні функції заради сприйняття кольору, висока — про те, що випробуваний насилу звільняється від впливу значення слова при його невідповідності наочному враженню. Втім на результат даного тесту можливий

вплив і рівня освіти. Так у роботі говориться про значну кількість помилок при низькій успішності учнів [38].

З іншого боку експериментальні дослідження показали незначний негативний вплив використання апарату на швидкість візуального пошуку точок за тестом Trailmaking Halstead–Reitan, що може говорити про додаткові незручності при носінні ЗІЗОД та панорамної маски зокрема.

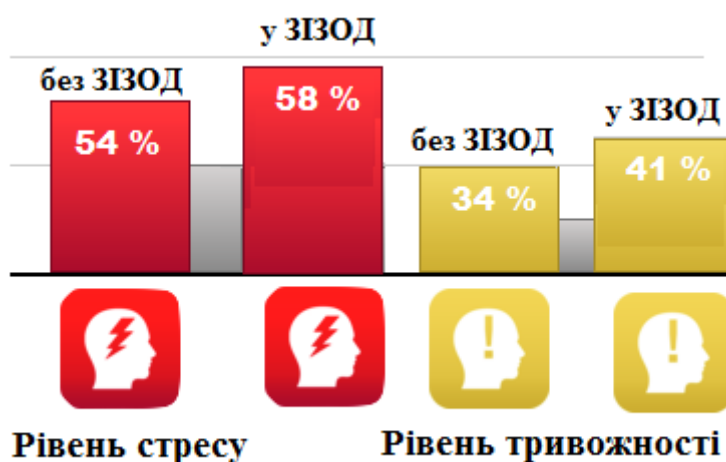


Рис. 3.8. Діаграма визначення рівня стресу і тривожності під час виконання зазначених тестів у респіраторі і без респіратора

Враховуючи спостережуваний зв'язок когнітивної продуктивності від наявності ЗІЗОД та IQ, повторно проаналізували наші групові відмінності, виправивши залежність від віку та IQ (IQ та рівень освіти мають сильну взаємодію).

На швидкість прийняття рішень (дорівнює часу відбору за вирахуванням часу реакції) при оцінці зміни швидкості при виконанні пізнавальних завдань може бути кращим показником, ніж лише час реакції, кожен учасник був протестований на те, щоб він відрізнявся цією швидкістю між результатами в ЗІЗОД і без нього. Для розрахунку часу прийняття рішення з кожного з значень часу відбору віднімалося середнє значення часу реакції. Результати цих розрахунків показали, що під час прийняття рішення при носінні апарату час прийняття рішення значно

нижче, ніж при його відсутності. Залежно від використання ЗІЗОД час прийняття рішення при виконанні ЕПТ показало значний зв'язок з часом вимірювань - при порівнянні вихідного результату ($0,08 \pm 0,04$ секунди). Також не було виявлено істотних зв'язків між використанням апарату на стисненому повітрі і періодом вимірювання щодо швидкості прийняття рішень для будь-якого із завдань, в якому визначався час відбору.

Точність реакції визначалася як частка правильних позитивних реакцій і пропорція неправильних позитивних реакцій для кожного із завдань, де учасник робив вибір. Істотних відмінностей в точності реакції між результатами при носінні респіратора і контролю не було - незалежно від часу вимірювання. Крім того, не спостерігався значного впливу часу вимірювання на частку правильних і неправильних позитивних відповідей.

Прийнято вважати, що носіння ЗІЗОД та захисного одягу завжди має негативний фізіологічний і психологічний ефект. Однак результати даного дослідження показали, що когнітивні показники на початковому етапі - швидкість реакції, здатність пригнічувати перешкоди, час прийняття рішення, а також точність відбору - не змінюються при застосуванні апарату при відсутності інших впливових факторів. В той же час було виявлено деяке скорочення часу щодо прийняття рішень при виконанні завдання, з розрізнення слів і кольорів (при носінні ЗІЗОД). Це дозволяє говорити що апарат може поліпшити когнітивні показники в деяких випадках. Однак з іншого боку, наявність апарату на стисненому повітрі збільшує тривожність і фізичне навантаження, що призводить до настання втоми, яка також відобразиться і на перевірених когнітивних показниках. Тому можна, говорити, що короткочасне застосування ЗІЗОД не вплине на зазначені показники, але з часом, коли накопичиться достатній рівень втоми, погіршиться рівень уваги – проявиться і ефект від носіння апарату та захисного одягу на когнітивних показниках.

Можна припустити, що на отримані показники має вплив певне нервеве збудження, яке могло б поліпшити увагу учасників, і поліпшити концентрацію при виконанні завдань. Так обмеження поля зору та фокусування погляду пов'язані з

різними впливами, що викликають стрес. Цілком можливо, що звуження поля зору при носінні респіратора покращує зорову увагу, відсіюючи сигнали від периферичного зору, дозволяючи краще зосередитися. Ці результати, ймовірно, відображають звуження поля зору і вплив при носінні респіратора.

Немає конкретних доказів того, що носіння ЗІЗОД повинно погіршувати розумову працездатність при виконанні пізнавальних завдань. Але вважається, що погіршення сприйняття органів чуття при носінні апарату має погіршити когнітивні показники. У дослідженні, подібному до цього, Келлі та ін. повідомили про вплив носіння маски (без інших впливів) на когнітивні показники. Ці дослідження показали, що середній час реакції протягом 4 годин був значно меншим, ніж у елементів керування. Крім того, спостерігалось значне лінійне зменшення часу реакції з плином часу. Навіть якщо завдання, які використовуються Келлі та ін. Якщо вони ідентичні завданням у цьому дослідженні, ми не виявили жодних значних наслідків зносу респіраторів або часу вимірювання часу на час реакції.

Той факт, що дане дослідження не виявило істотного впливу носіння маски на когнітивні показники, не доводить, що інші фактори експерименту можуть перешкодити спостереженню за такими вимірами. Тривалість тестового періоду при безперервному носінні маски може бути недостатньо тривалою, щоб виявити вимірювання когнітивних показників.

Висновки до розділу 3

1. Розроблена динамічна восьмикрокова модель для управління професійними ризиками пожежників надає ефективний інструмент для швидкої адаптації в умовах мінливого середовища під час інцидентів. Ця модель дозволяє приймати рішення в умовах обмеженої або неточної інформації, що є критичним у ситуаціях, коли час на реагування обмежений, а рівень невизначеності високий. Кожен з етапів моделі сприяє чіткому аналізу та оцінці ризиків, що дозволяє

пожежникам оперативно та безпечно реагувати на надзвичайні ситуації, забезпечуючи ефективність та безпеку в процесі виконання завдань.

2. Розроблено підхід для побудови матриці ПР, який складається з трьох основних етапів: перший - визначення термінів та поняття матриці ПР і їх розуміння; другий - визначення значення шкали частоти (або імовірності) та тяжкості наслідків небезпечної події (інциденту) з повним розумінням працівниками компанії вимог до їх визначення та використання; третій - визначення критеріїв оцінки ПР відповідно до стандартів, законів, політик, досвіду та інших вимог. Запропонований шаблон типової матриці ПР із критеріями шкал частоти настання небезпечної події та тяжкості наслідків від неї. Обґрунтовано ставлення до ПР та дії щодо керування ним.

3. Проведено оцінювання професійних ризиків пожежників, де враховано вплив небезпечних чинників на збільшення ймовірності настання небезпечної події, зокрема організаційних, психосоціальних, технічних та ергономічних, які підкреслюють особливості виконання його роботи, при цьому рівень професійного ризику охоронця є неприйнятним через значний вплив психосоціальних та ергономічних небезпечних чинників.

4. Розроблена ймовірнісна модель вибуху аміачної селітри в порту Бейрута дозволила виявити основну причину трагедії — людську байдужість, яка проявилася на різних етапах. Власник судна, яке перевозило аміачну селітру, не дбав про належний стан судна і екіпажу, не оплатив портовий збір, через що вантаж опинився в порту на тривалий час. Портова адміністрація виявила безвідповідальність у забезпеченні належних умов зберігання небезпечних матеріалів, не врахувавши вимог безпеки щодо роздільного зберігання аміачної селітри і феєрверків, а також не контролювала виконання зварювальних робіт. Бездіяльність уряду та президента, які були поінформовані про потенційний ризик вибуху, тільки посилила ситуацію, що зрештою призвела до трагедії.

5. У межах дослідження сформульовано науково обґрунтовані рекомендації щодо управління ризиками, пов'язаними з діяльністю пожежно-рятувальних підрозділів. У рамках ризик-менеджменту ідентифіковано чотири базові стратегії

реагування на техногенні ризики: акцептація ризику, що передбачає усвідомлене прийняття потенційної небезпеки разом із можливими втратами; уникнення ризику, що реалізується шляхом повної відмови від діяльності, пов'язаної з ризиком; трансфер ризику, коли відповідальність за можливі збитки передається третім сторонам, зокрема через механізми страхування; а також мітігація ризику – зниження ймовірності настання небезпек та/або зменшення масштабів їх наслідків за допомогою інженерних, організаційних чи інформаційних заходів. У результаті системного аналізу ідентифіковано причинно-наслідковий ланцюг між джерелом небезпеки – нітратом амонію (амонійною селітрою), небезпечною подією – термічним впливом, що перевищує критичний температурний поріг (210–350 °C), і трагічними наслідками, які мали місце під час катастрофи в Бейруті. Зокрема, було зафіксовано, що термічне навантаження, спричинене вибухонебезпечною реакцією феєрверків, ініціювало детонаційне розкладання аміачної селітри, що призвело до масових жертв серед цивільного населення, масштабних руйнувань критичної інфраструктури, екологічного забруднення та дестабілізації політичної ситуації в регіоні. Такий підхід дозволяє застосовувати концепції системного аналізу небезпек, оцінки ризиків та управлінських стратегій у сфері техногенної безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.

6. У результаті проведеного дослідження встановлено, що за заданих вхідних параметрів експлуатаційного середовища ймовірність безперервного перебування працівника у справному фільтрувальному засобі індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) протягом повної тривалості робочої зміни не перевищує 20 %, тоді як імовірність виникнення аварійного стану сягає 50 %. Така ситуація обумовлена низкою системних факторів, серед яких домінує недостатній рівень професійної компетентності персоналу, зумовлений дефіцитом спеціалізованої підготовки з правильної експлуатації фільтрувальних ЗІЗОД.

Крім того, зафіксовано інституційну несумісність засобів індивідуального захисту, що проявляється у необхідності одночасного використання кількох типів ЗІЗ, не адаптованих для паралельного застосування, що ускладнює комунікацію між працівниками та порушує герметичність системи захисту. Також критичним

чинником є ігнорування ергономічних характеристик трудового процесу, зокрема його інтенсивності, тривалості та циклічності, що не враховуються під час вибору ЗІЗОД. До цього додається високий ризик суб'єктивних помилок на етапі ідентифікації та підбору відповідного засобу захисту, що значно знижує загальний рівень техногенної безпеки працівника. Таким чином, ефективне функціонування системи індивідуального захисту вимагає впровадження інтегрованого підходу до управління професійними ризиками, що базується на принципах системного навчання, стандартизації вибору ЗІЗ та моделювання ризик-орієнтованих сценаріїв поведінки в умовах підвищеної небезпеки.

Наукові та практичні результати за третім розділом опубліковані в роботах [39-42].

Список використаної літератури до розділу 3

1. Звіт за 2024 рік однієї з пожежних частин ГУ ДСНС України у Львівській області.
2. Mazen J.El. Sayed Beirut Ammonium Nitrate Explosion: A Man-Made Disaster in Times of the COVID-19 Pandemic. Disaster Med Public Health Prep. 2022 Jun;16 (3):1203-1207. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.451>.
3. Kaissar Y., Daher J., Otaeyek J. and other. Beirut massive blast explosion: A unique injury pattern of the wounded population. Injury. 2023 Feb;54(2):448-452. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.11.021>.
4. Al-Hajj S., Farran S.H., Zgheib H., Tfaily M.A. and other. The Beirut ammonium nitrate blast: A multicenter study to assess injury characteristics and outcomes. Multicenter Study J Trauma Acute Care Surg. 2023 Feb 1;94(2), 328-335. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000003745>.
5. Pasma H. J., Fouchier Ch., Park S., Quddus N. Delphine Laboureur Beirut ammonium nitrate explosion: Are not we really learning anything? <https://doi.org/10.1002/prs.12203>.

6. Ivanov M.L., Chow W.K. Tall buildings damage in Beirut ammonium nitrate explosion. *Shock Waves* 33, 75–80 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00193-022-01112-3>.

7. Gibbens, S. The deadly history of ammonium nitrate, the explosive linked to the Beirut blast. Retrieved August 6, 2020. Режим доступа: <https://www.nationalgeographic.com/science/2020/08/deadly-history-ammonium-nitrate-explosive-linked-to-beirut-blast>.

8. Samar A., Dhaini H. R., Stefania M., Haytham K., Firas K., & DePalma R. G. Beirut Ammonium Nitrate Blast: Analysis, Review, and Recommendations. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.657996>.

9. Guglielmi G. Why Beirut's ammonium nitrate blast was so devastating. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02361-x>.

10. Higgins D. Beirut 'one of biggest non-nuclear blasts'. Retrieved August 6, 2020. Режим доступа: <https://www.hepburnadvocate.com.au/story/6866394/beirut-one-of-biggest-non-nuclear-blasts/#:~:text=a%20conventional%20weapon,-,Professor%20Andy%20Tyas%20C%20an%20expert%20on%20blast%20protection%20engineering%20at,we%20think%20the%20explosion%20is>.

11. John T., Macaya M., Hayes M., Rocha V., Wagner M., Berlinger J. and other. Beirut explosion rocks Lebanon's capital city. Retrieved August 6, 2020. Режим доступа: edition.cnn.com/middleeast/live-news/lebanon-beirut-explosion-live-updates-dle-intl/h_3891a1125d747fc58e9ae75892122257.

12. Statista. Deadliest ammonium nitrate explosions worldwide from 1921 to 2020. Retrieved January 27, 2021. Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1155613/global-deadliest-ammonium-nitrate-explosions/#:~:text=The%20deadliest%20accidental%20ammonium%20nitrate,4%20C%202020%20amounted%20to%20157>.

13. International Medical Corps. Beirut explosion situation report #4. Retrieved September 12, 2020. Режим доступа: <https://reliefweb.int/report/lebanon/beirut-explosion-situation-report-4-august-25-2020>.

14. International Medical Corps. Beirut Explosion Situation Report #6. Retrieved January 27, 2021, Режим доступу: <https://reliefweb.int/report/lebanon/beirut-explosion-situation-report-6-september-22-2020>.

15. Цопа В.А., Чеберячко С.І., Яворська О.О., Дерюгін О.В., Білько Т.О. Удосконалення процесу керування професійними ризиками за матрицею Хеддона. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, 105-112, (2023), <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/105>

16. Beirut, tremenda esplosione nella zona del porto [Електронний ресурс]: документальне відео // You Tube. Umbriaone. - Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=WCilo6DfdQs&t=3s&ab_channel=UmbriaOn. - Назва з екрану. – Дата публікації: 04.08.2020.

17. Ali T., Abouleish M., Gawai R. and other. Ammonium nitrate explosion at the main port in Beirut (Lebanon) and air pollution: an analysis of the spatiotemporal distribution of nitrogen dioxide. *Euro-Mediterr J Environ Integr* 7, 21-27 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41207-022-00296-5>.

18. Yu G., Wang Y. and other. Comprehensive study on the catastrophic explosion of ammonium nitrate stored in the warehouse of Beirut port. *Process Safety and Environmental Protection* 152, 201-219 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.05.030>.

19. Orion, A. On the Brink of Escalation: The UNIFIL Mandate Renewal Is a Victim of the Beirut Explosion [Електронний ресурс] // The Institute for National Security Studies. – Режим доступу: <https://www.inss.org.il/publication/unifil-mandate-renewal/>. - Назва з екрану. - Дата публікації: 13.09.2020. - Дата перегляду: 07.04.2023.

20. Khan R.U., Yin J., Mustafa F.S., Farea A.O.A. A data centered human factor analysis approach for hazardous cargo accidents in a port environment. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 75, 104-111 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104711>.

21. Nassar K.C., Nastacă C.C. The Beirut Port Explosion: Social, Urban And Economic Impact. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management 16, 3, 42-52, (2021). Режим доступу: [:https://www.proquest.com/docview/2560892345](https://www.proquest.com/docview/2560892345).

22. Landry M.D., Alameddine M., Jesus T.S. et al. The 2020 blast in the Port of Beirut: can the Lebanese health system “build back better”? BMC Health Serv Res 20, 1040 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05906-y>.

23. Mizutori M. Reflections on the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Five Years Since Its Adoption. Int J Disaster Risk Sci 11, 147-151 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00261-2>.

24. A New Season of Unrest in Lebanon [Електронний ресурс] // The Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED). –Режим доступу: <https://acleddata.com/2021/05/12/a-new-season-of-unrest-in-lebanon/>. -Назва з екрану. -Дата публікації: 12.05.2021. -Дата перегляду: 07.04.2023.

25. Avoiding FurtherPolarisation in Lebanon [Електронний ресурс] // International Crisis Group. - Режим доступу: <https://www.crisisgroup.org/middle-east-north-africa/eastern-mediterranean/lebanon/b81-avoiding-further-polarisation-lebanon>. - Назва з екрану. - Дата публікації: 10.11.2020. -Дата перегляду: 07.04.2023.

26. Zhao J.-Q., Cheng Y.-C., Hou H.-Y., Chen W.-C. Applications of intrinsic safety characteristic parameters of propellant dust: Commercial multi-tube pyrotechnic hazard assessment. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 69, 104381 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104381>.

27. Al-Hajj S., Dhaini H.R., Mondello S., Kaafarani H., Kobeissy F., DePalma, R.G. Beirut Ammonium Nitrate Blast: Analysis, Review, and Recommendations. Frontiers in public health 9,657996 (2021). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.657996>.

28. Salem N. Fertilizer that fizzles in a homemade bomb could save lives around the world (2013) https://newsreleases.sandia.gov/ied_fertilizer/.

29. Ramirez, J., O'Shaughnessy, P. (2016). Filter penetration and breathing resistance evaluation of respirators and dust masks. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 14, 148-157. <https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1237027>.

30. Kadam, V., Kyratzis, I.L., Truong, Y.B., Schutz, J., Wang, L., Padhye, R. (2019). Electrospun bilayer nanomembrane with hierarchical placement of bead-on-string and fibers for low resistance respiratory air filtration. *Separation and Purification Technology*, 224, 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.05.033>.
31. Li, Y., Yin, X., Si, Y., Yu, J., Ding, B. (2020). All-polymer hybrid electret fibers for high-efficiency and low-resistance filter media. *Chemical Engineering Journal*, 398. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125626>.
32. Nelson, T.J.; Jayjock, M.A.; Colton, C.E. How protective are respirator assigned protection factors: An uncertainty analysis. *Aiha J.* 2000, 61, 388–393. [Google Scholar] [CrossRef]
33. Colton, C.E., & Bidwell, J.O. (1995). A Comparison of the Workplace Performance of Two Different Types of High-Efficiency CE Filters on Half-Facepiece Respirators. In *American Industrial Hygiene Conference and Exposition* (pp. 34-45). Kansas City, Missouri, USA.
34. Tannahill, S.N., Willey, R.J., & Jackson, M.H. (1990). Workplace protection factors of hse approved negative pressure full-facepiece dust respirators during asbestos stripping: preliminary findings. *The Annals of Occupational Hygiene*, 34(6), 547-552. <https://doi.org/10.1093/annhyg/34.6.547>.
35. Johnston, A.R., & Mullins, H.E. (1987). Workplace Protection Factor Study for Airborne Meal Dusts. In *American Industrial Hygiene Conference and Exposition* (pp. 64-75). Kansas City, Missouri, USA.
36. Bezdicek O., Lukavsky J., Stepankova H., Nikolai T., Axelrod B. N., Michalec J., et al.. (2015). The Prague Stroop Test: normative standards in older Czech adults and discriminative validity for mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 37, 794–807. <https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1057106>.
37. Bazaluk O., Ennan A., Cheberiachko S., Deryugin O., Cheberiachko Y., Saik P., Lozynskyi V., Knysh I. (2021). Research on Regularities of Cyclic Air Motion through a Respirator Filter. *Applied Sciences*, 11, 3157. <https://doi.org/10.3390/app11073157>.
38. Malek A, Hekmati I, Amiri S, Pirzadeh J, Gholizadeh H. (2013). The standardization of Victoria Stroop Color-Word Test among Iranian bilingual adolescents.

Archives of Iranian Medicine, 16(7), 380-384. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/243965127> The Standardization of Victoria Stroop Color-Word Test among Iranian Bilingual Adolescents

39. Цопа, В.А., Чеберячко, С.І., Чеберячко, Ю.І., Дерюгін, О.В., Сушко, Н.С. (2023). Розробка шкал для матриць оцінки професійних ризиків. Вісті Донецького гірничого інституту, 1(52), 109-117. Режим доступу: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2023-1-109-117>.

40. Цопа, В.А., Чеберячко, С.І., Дерюгін О.В., Сушко, Н.С., Станіславчук, О.В. (2023). Аналіз причин вибуху нітрату амонію в порту Бейрута. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 27, 95-108. Режим доступу: <https://doi.org/10.32447/20784643.27.2023.11>.

41. Чеберячко, С., Радчук, Д., Дерюгін, О., Сушко, Н., Кравченко, Б. (2022). Розробка нової класифікації засобів індивідуального захисту органів дихання. Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки, 45, 109-119. Режим доступу: <https://doi.org/10.31498/2225-6733.45.2022.276269>.

42. Яворська, О.О., Яворський, А.В., Сушко, Н.С., Кусковець, С.Л. (2024). Дослідження когнітивних показників рятувальників під час роботи в ізолюючому апарату на стисненому повітрі. Електротехнічні та інформаційні системи, 106, 110-115. Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/EIS/2024-106-18>.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі, що є завершеною науковою роботою, подано вирішення актуальної науково-прикладної задачі з обґрунтування теоретичних і методичних положень, розробки науково-практичних рекомендацій щодо управління професійними ризиками при ліквідації надзвичайних ситуацій, що дозволило провести узагальнення існуючих підходів до реалізації функцій планування, організації, контролю та координації діяльності підрозділів ДСНС та своєчасної ідентифікації, оцінювання та попередження настання небезпечних подій з метою їх усунення, мінімізації або відтермінування, які призводять до втрат життя і здоров'я особового складу. Зокрема були отримані наступні висновки.

1. На основі аналізу літературних джерел виявлено, що під час ліквідації надзвичайних ситуацій може виникнути небезпека з недостовірної оцінки обстановки в зоні надзвичайної ситуації, обсягу робіт, отримання недостатніх даних про характер та масштаби надзвичайної ситуації, як наслідок – нераціональний розрахунок сил і засобів, що залучаються до її ліквідації; а також небезпека прийняття необґрунтованого рішення та нераціонального розподілу сил та засобів за напрямками виконання завдань, що може спричинити загрозу життю та здоров'ю населення в зоні надзвичайної ситуації та особового складу підрозділу. Недостатнє забезпечення рятувальних підрозділів необхідними ресурсами та неузгодженість дій сил цивільного захисту також може призвести до тяжких наслідків та невиконання поставлених завдань і, як наслідок, виникнення загроз життю та здоров'ю населення, що потрапило в зону надзвичайної ситуації.

2. Запропоновано поєднати процедуру оцінювання ризику з прийняттям управлінського рішення на основі застосуванням циклу Шухарта-Демінга: планує (Plan), роби (Do), перевіряй (Check), впливай (Act) (далі – PDCA), що дозволило відразу визначати взаємозв'язок між результатами і втратами. Виділено **чотири** види результатів на основі прийнятих рішень: досягнення результату (цілі) при прийнятних ризиках, досягнення результату (цілі) при неприйнятних, не досягнення результату (цілі) при прийнятних ризиках і не досягнення результату

(цілі) при неприйнятних ризиках, що впливає на прийняття ефективного управлінського рішення.

3. Побудовано ієрархію **п'яти** управлінських рішень на основі отриманих результатів рівнів ризиків (прийнятного і неприйнятного), яка дозволяє визначити ризикові рішення, щодо неприйнятності ризику і отриманих результатів та забезпечити пошук найкращого рішення в існуючих умовах та наявних можливостях. Найкращим варіантом прийнятого управлінського рішення є прийняти прийнятний ризик, коли отримуємо відповідний позитивний результат при ліквідації надзвичайної ситуації. Другим за важливістю рішенням буде зниження неприйнятного рівня ризику до прийнятного, знову ж таки при досягненні поставленої цілі за наявних сил і засобів. Третім за важливістю являється рішення зі зниження прийнятного рівня ризику до ще меншого, що дозволяє уникнути непередбачуваних потенційних небезпечних подій, особливо при наявності впливу декількох небезпечних чинників. Четвертим буде рішення щодо неприйняття неприйнятного ризику. Така ситуація може виникнути, коли втрати більші за отриманий прибуток від досягнення поставленої мети і виникає необхідність у передачі ризику додатковим підрозділам, або відмови від ліквідації аварії за умови, що її наслідки значно менші від втрат особового складу підрозділів. П'ятим рішенням являється прийняти неприйнятний ризик – найгірший з можливих сценаріїв розвитку подій, часто означає, що в підрозділу не було вибору, або відбулось неусвідомлене прийняття ризику.

4. Запропоновано **алгоритм** вибору ефективного пожежно-рятувального обладнання на прикладі пожежного автомобіля, який будується на методі аналізу ієрархій (далі - MAI) для визначення основних груп показників і методі fuzzy Decision-Making Trial and Evaluation (далі - fuzzy Dematel) для визначення базових показників з основних груп, що дозволило прийняти обґрунтоване управлінське рішення щодо вибору ефективного пожежно-технічного автомобіля.

5. Удосконалено процедуру прийняття управлінського рішення за рахунок зменшення впливу когнітивних упереджень, які проявляються у працівників під час оцінки ризиків, зокрема з визначення ймовірності виникнення небезпечної

ситуації, завдяки збільшенню кількості учасників з різноманітним світоглядом, стажем роботи та освітою до процесу оцінки ризиків.

6. Розроблено комплексний алгоритм квантифікації професійних ризиків, що включає вісім послідовних етапів, спрямованих на системну оцінку параметрів небезпечних подій, зокрема визначення ймовірнісних характеристик їх виникнення та кваліфікацію потенційних наслідків за ступенем тяжкості, з урахуванням нормативних вимог до ліквідації надзвичайних ситуацій, що забезпечує оперативне прийняття рішень в умовах динамічно мінливого середовища, обмеженого часу та невизначеності інформаційної бази. Алгоритм передбачає використання стандартизованих критеріїв оцінки, що базуються на чинному законодавстві, міжнародних стандартах, корпоративних політиках та найкращих практиках, що дозволяє пожежно-рятувальним підрозділам ефективно орієнтуватися в умовах неповної або неточної інформації під час виникнення інцидентів, забезпечуючи оптимальне поєднання швидкості реагування та якості прийнятих рішень.

7. Визначено рівень професійного ризику з урахуванням комбінацій небезпечних чинників: організаційних, психосоціальних, технічних та ергономічних, які підкреслюють особливості виконання ліквідації аварій.

8. Встановлено, що ймовірність перебування пожежника у справному фільтрувальному ЗІЗОД до кінця робочої зміни - становить менше - 20 %, тоді як ризик аварійного стану становить - 50 %, що зумовлено перш за все відсутністю відповідного навчання з правильної експлуатації фільтрувальних ЗІЗОД, необхідністю спілкування та використання інших несумісних ЗІЗ, не врахування темпу роботи її тривалості, а також можливими помилками при їх виборі.

Методика оцінювання ризику пожежника під час ліквідації надзвичайної ситуації

Найприйнятнішою оцінкою професійних ризиків пожежників є динамічна модель «Dynamic risk assessment», яка складається з восьми основних кроків, які дозволяють забезпечити вибір адекватних запобіжних заходів та засобів захисту пожежників.

Крок 1. Оцінюємо ситуацію

Під час оцінки ситуації:

- **аналізуються** обставини та здійснюється прогнозування можливості розвитку НС, її масштабів та наслідків (обсягів можливих втрат і збитків), зокрема й оцінка загрози життю та здоров'ю пожежників;
- **передбачаються** заходи щодо захисту населення та прилеглих територій і навколишнього природного середовища та забезпечення сталого функціонування об'єктів;
- **приводяться** в готовність до дій, а у разі потреби — висувуються сили та засоби до ймовірної зони НС, організовується пункт керування гасінням пожежі та розстановка сил та засобів для ліквідації НС.

Під час розвідки пожежі відбувається аналіз оперативної інформації про наявні небезпечні фактори пожежі, яка далі корегується та уточнюється з плином часу процесу ліквідації НС та оновленням інформації про перебіг події.

Крок 2. Оцінюємо ризики відповідно до стандартних процедур

Здійснюється попереднє визначення рівня професійного ризику під час виконання оперативних завдань рятувальниками у небезпечній зоні, з урахуванням:

- місця та площі пожежі;

- шляхів розповсюдження вогню і продуктів горіння, оцінка загрози людям – перевірка наявності постраждалих, шляхів евакуації та необхідності рятувальних заходів.

- визначення особливостей об'єкта – аналіз будівельних конструкцій, наявності вибухонебезпечних, легкозаймистих речовин та інженерних комунікацій (електрика, газ, вода).

- оцінка джерел водопостачання – перевірка розташування гідрантів, водойм або інших доступних джерел води для гасіння.

- аналіз погодних умов – вітер, температура, вологість можуть впливати на динаміку поширення пожежі.

- забезпечення безпеки рятувальників – визначення зон підвищеної небезпеки, можливості повторних загорянь або обвалів.

- збір і передача інформації керівнику гасіння пожежі – надання оперативних даних для прийняття рішень щодо способів гасіння та евакуації.

Разом з тим, **створення, наприклад, інформаційної системи підтримки та прийняття рішень**, яка б оцінювала рівень загрози життю рятувальників під час гасіння пожеж на основі оперативної інформації (наявність займистих, хімічно небезпечних і радіоактивних речовин, горючих газів, обладнання під тиском та електроустановок під напругою, тип будівельних або виробничих конструкцій) та, при можливості, статистику розвитку подібних НС — є цікавим і важливим науково-практичним завданням.

а) Така система може використовуватися як імітаційна для навчань керівників гасіння пожеж, зокрема, приймати рішення в критичних ситуаціях, для перегляду структури та змісту інформації, що доступна диспетчерам чергових підрозділів, та аналіз якої дозволить оцінити небезпечні фактори ще під час слідування рятувальників на пожежу.

б) При ретельній апробації така система може стати помічником керівника гасіння пожежі. Разом з тим, унікальність кожної НС, неточність,

неповнота та мінливість інформації дозволить робити прогноз щодо розвитку можливих небезпечних подій лише у певному діапазоні надійності.

Для оцінки професійного ризику можна використати підходи:

- якісні;
- кількісні;
- комбіновані.

Якісний аналіз є досить суб'єктивним, але незамінним у випадках значної кількості загроз, які не можливо виміряти за однією прийнятою шкалою (див. *рисунок 3*). Звісно він може бути як попередньою оцінкою, так і вже кінцевою, коли провели відповідні уточнення.

Кількісний аналіз професійного ризику використовується оцінювачем, виходячи з числових даних, шляхом розрахунку ймовірностей, частот і розподілів.

Часто для його проведення застосовують баєсову ймовірність або нормальний закон з розподілу ймовірності. Для такого аналізу необхідна наявність значних високоякісних даних, а також здатність чисельно представляти мінливість у межах визначених рівнів довіри.

Крок 3. Обираємо оперативний план дій

Переходимо до цього кроку у разі отримання прийнятної величини професійного ризику, обираючи оперативний план дій з ліквідації надзвичайної ситуації, щодо розрахунку необхідної кількості сил і типів пожежно-рятувальних автомобілів, аварійно-рятувальної техніки, техніки для пожежогасіння, засобів зв'язку тощо.

Крок 4. Обираємо сили та засоби

Визначаємо кількість необхідних сил і засобів для ліквідації пожежі, які відповідають поставленим завданням, з подальшим уточненням рівня професійного ризику.

Крок 5. Визначаємо тактичні завдання

Розробляємо рішення для кожного члена команди.

Визначаємо його дії, відповідно до поставленого завдання та встановленого плану.

Крок 6. Забезпечуємо тактичний контроль

Присвячений розробці тактичного контролю за безпечним виконанням поставлених завдань кожному пожежнику.

Крок 7. Передбачаємо додаткові заходи контролю

Передбачає необхідність додаткових засобів контролю, за виконанням поставлених завдань, особовим складом.

Саме на цьому кроці відбувається обґрунтування типу, марки, рівня захисту індивідуального спорядження пожежників, засобів індивідуального захисту (далі — ЗІЗ) чи порятунку (див. *таблицю 1*). Цей крок передбачає у міру розвитку ситуації можливість перегляду запобіжних заходів і швидкої зміни встановленого алгоритму дій.

Крок 8. Уточнюємо прийнятий план на місці інциденту

Передбачає постійний моніторинг ситуації та швидкого реагування на можливу появу нових загроз чи збільшення рівня професійного ризику.

Зауважу, що доволі часто приходить приймати рішення на основі переоцінки ситуації через зміну різних обставин, або коли прийнятий план дій йде не так, як очікувалося. Виникають додаткові втрати, можливе збільшення часу на ліквідацію НС.

При визначенні того, що є прийнятним, слід враховувати:

- мінливість ситуацій;
- обмеження в обробці отриманої інформації стосовно надзвичайної ситуації.

Багато факторів впливають, як на процес визначення прийнятного професійного ризику, так і на взаємозалежність різних аспектів процесу ліквідації небезпечної події.

Визначення прийнятного рівня професійного ризику при гасінні пожеж є непростим завданням, його величина часто тісно пов'язана з «прийнятним варіантом» для конкретного плану дій.

Найкращим підходом для оцінки професійних ризиків є підвищення компетенції та обізнаності керівного складу оперативних підрозділів пожежно-рятувальної служби.

Реєстр ПР для рятувальника

Функція	Процес	Категорії ризику	Види ризику	Назва ризику	Ймовірність ризику	Ступінь впливу	Загальний показник ризику	Пропозиції щодо заходу контролю	Пропозиції щодо відповідального за виконання заходу контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Забезпечення готовності підрозділу до дій за призначенням	Технічне обслуговування техніки, обладнання та засобів індивідуального захисту	Внутрішні	Фінансово-господарські	Поломка автомобіля під час прямування на НС Вихід з ладу обладнання під час роботи	2	1	3	Покращення МТЗ підрозділу, відповідальне проведення АГК	
	Підготовка документації та планів ліквідації НС для об'єктів з підвищеною небезпекою	Внутрішні	Операційно-технологічні	Несвочасне ознайомлення рятувальників з небезпеками на підпорядкованому об'єкті	2	2	4	Відповідальне проведення всіх рівнів АГК, проведення навчань, періодичний контроль документації керівником	
Пошук і рятування людей на об'єктах і територіях, які зазнали руйнувань, пошкоджень, уражень внаслідок НС, надання	Розбір завалів, робота в приміщеннях з загрозою руйнування	Внутрішні	Кадрові Операційно-технологічні	Обвал конструкції Падіння та травмування рятувальника	2	3	6	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	

першої медичної допомоги, фельдшерської (долікарської) та першої лікарської особам, які її потребують.	Робота в непридатному для дихання середовищі	Внутрішні	Кадрові	Ризик задухи Втрата свідомості	1	3	3	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	
	Надання домедичної допомоги	Внутрішні	Кадрові	Зараження інфекційними хворобами	2	3	6	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	
Реагування на особливо небезпечні прояви НС в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіаційно-хімічного забруднення та бактеріологічного (біологічного) зараження тощо.	Робота в умовах екстремальних температур	Внутрішні	Кадрові	Опіки	2	3	6	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	
	Робота в умовах малої видимості	Внутрішні	Кадрові	Травмування	3	3	9	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	

	Робота в непридатному для дихання середовищі	Внутрішні	Кадрові	Задуха Втрата свідомості	1	3	3	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	
	Робота в умовах радіаційно-хімічного забруднення	Внутрішні	Кадрові	Радіаційне опромінення Хімічні опіки Отруєння хімічними речовинами	1	3	3	Якісне проведення інструктажів, періодичне проведення навчань, перевірка знань з безпеки праці	
Участь у розробленні та погодження планів реагування на НС на об'єктах і територіях, що обслуговуються ПРЧ.	Розробка карток пожежогасіння об'єктів	Внутрішні	Операційно-технологічні	Невчасне отримання інформації щодо інженерних особливостей будівлі та небезпек, які існують на об'єкті	2	2	4	Відповідальне проведення всіх рівнів АГК, періодичний контроль документації керівником	
	Погодження планів реагування на НС	Зовнішні	Операційно-технологічні	Несвоєчасне або неправильне реагування на НС	1	2	2	Відповідальне проведення всіх рівнів АГК, періодичний контроль документації керівником	

Їхньому життю і здоров'ю або можуть завдати матеріальних збитків									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Начальник служби охорони праці
АРЗ СП ГУ ДСНС України у Львівській області



Юлія ДВОРЯНИН

Фактори впливу на вибір ПРА

1. Оперативно-тактичний	A1	Оперативно-тактична характеристика району, який буде обслуговувати пожежний автомобіль (міська забудова, сільська місцевість, гірська місцевість)
	A2	Кількість пожежних в розрахунку, який одночасно знаходиться в пожежному автомобілі
	A3	Шасі (колісна формула)
	A4	Потужність насосу
	A5	Ємність цистерни
2. Транспортний	A6	Дорожні умови
	A7	Кліматичні умови експлуатації пожежного автомобіля
	A8	Інтенсивність руху
	A9	Сезонні умови
	A10	Агресивність навколишнього середовища
3. Соціальний	A11	Прояви уваги керівництва до умов проходження служби в пожежному підрозділі ДСНС
	A12	Задоволеність водієм автоцистерни умовами служби в підрозділі ДСНС
	A13	Можливість проходження підвищення кваліфікації (майстерності) водієм під час проходження служби в підрозділі ДСНС
	A14	Додаткова відпустка за складність виконання професійних обов'язків
	A15	Додаткові фінансові виплати за складність виконання професійних обов'язків
4. Експлуатаційний	A16	Експлуатаційні властивості пожежного автомобіля
	A17	Ергономіка кабіни
	A18	Надійність пожежного автомобіля
	A19	Ремонтопригодність пожежного автомобіля
	A20	Витрата палива на 100 км
5. Економічний	A21	Вартість пожежного автомобіля
	A22	Термін окупності інвестиційного проекту з придбання пожежної техніки
	A23	Середня вартість технічного обслуговування або ремонту пожежного автомобіля
	A24	Витрати на закупівлю запасних частин і шин
	A25	Лояльні фінансові програми для оновлення/реструктуризації парку РС пожежного підрозділу

Методика визначення базових показників, які використовуються при обґрунтованому виборі пожежно-рятувального обладнання методами MAI та fuzzy Dematel

Крок 1. Вибір та залучення експертів.

Залучаємо не менше 5 експертів різних посад з фаховою освітою та тривалим досвідом роботи.

Крок 2. Формування каталогу груп показників пожежно-рятувального обладнання.

Крок 3. Побудова вербально-числової шкали відношень груп показників пожежно-рятувального обладнання, які містять числові значення з відповідним обґрунтуваннями даних градацій. Порівнюючи групи показників за ступенем їх впливу на вибір пожежно-рятувального обладнання, експерт відповідно до змісту ставить цілі числа від 1 до 9 або зворотні значення цих чисел

Крок 4. Визначення лінгвістичної шкали та її перетворення в числові значення. Застосування зазначеного методу дозволяє відтворити причинно-наслідкові зв'язки у структурно-візуальних моделях. На основі виявлених зв'язків ідентифікують й розуміють взаємозалежності між різними показниками для вибору пожежно-рятувального обладнання. При цьому ступінь впливу, зазвичай, оцінюється за п'ятирівневою шкалою, яка представлена у лінгвістичних класифікаційних термінах: дуже високий вплив, високий вплив, низький вплив, дуже низький вплив і ніякого впливу

Крок 5. Збір суджень. Експерти аналізують судження щодо взаємного впливу обраних показників вибору пожежно-рятувального обладнання лінгвістичними термінами, отримуючи матрицю суджень для кожного з них

Крок 6. Перетворення суджень експертів на fuzzy числа та розрахунок матриць з перетворення суджень експертів. Після створення відповідної матриці для кожного розглянутого показника вибору пожежно-рятувального обладнання обчислюється середня матриця, яку називають прямою матрицею залежностей, і

потім її нормалізують. При цьому відповіді експертів перетворюються на нечіткі числа з використанням розмитої шкали, що передбачає використання трикутних нечітких чисел $\tilde{z}$, які визначаються наступним чином: $\tilde{z} = (l, m, u)$, де l, m і u дійсні числа та $l \leq m \leq u$. Функція приналежності $\mu_{\tilde{z}}$ визначається наступним чином:

$$\begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & \text{при } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & \text{при } m \leq x \leq u \\ 0 & \text{у всіх інших випадках} \end{cases}, \quad (1)$$

Далі будується нечітка нормалізована матриця прямого зв'язку результатів експертних суджень щодо впливу чинників на зазначену проблему. Проводиться формування нечітких матриць $\tilde{z}_1, \tilde{z}_2, \tilde{z}_3, \dots, \tilde{z}_p$. Трикутні нечіткі числа генеруються згідно суджень експертів. Початкова пряма матриця називається нечіткою матрицею $\tilde{z}_k$:

$$\tilde{z}^k = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де $\mu_{\tilde{z}} = 1, 2, 3, \dots, p$; $\tilde{z}_{ij}^{(k)} = (l_{ij}^{(k)}, m_{ij}^{(k)}, u_{ij}^{(k)})$. Без обмеження загальності $\tilde{z}_u^{(k)} = (i = 1, 2, \dots, n)$ буде розглядатися як трикутне нечітке число $\tilde{z} = (0, 0, 0)$, коли це потрібно.

Після побудови нормалізованої нечіткої матриці $\tilde{z}_k$, проводимо аналіз прямих зав'язків, виходячи з припущення, що:

$$r_k = \max_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n u_{ij}^k \right). \quad (3)$$

Для перетворення шкали критеріїв у шкалу порівнянних значень використовується лінійне перетворення, і нормалізована нечітка матриця прямих зв'язків, що одержана в результаті експертного оцінювання і має наступний вигляд:

$$\bar{x}^k = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{(k)} & \bar{x}_{12}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{1n}^{(k)} \\ \bar{x}_{21}^{(k)} & \bar{x}_{22}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{2n}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{n1}^{(k)} & \bar{x}_{n2}^{(k)} & \dots & \bar{x}_{nn}^{(k)} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де $k=1,2,3,\dots,p$.

$$\bar{x}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{z}_{ij}^{(k)}}{r^k} = \left(\frac{l_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{m_{ij}^{(k)}}{r^k}, \frac{u_{ij}^{(k)}}{r^k} \right). \quad (5)$$

Аналогічно тому, як це прийнято у звичайному методі *Dematel*, припускається, що є принаймні одне значення i таке, що задовольняє умові

$$\sum_{j=1}^n u_{ij}^k < \sum_{j=1}^n r^k.$$

При цьому визначаємо середнє значення суджень всіх експертів $\tilde{X}$ як:

$$\tilde{X} = \frac{\tilde{x}^1 + \tilde{x}^2 + \dots + \tilde{x}^p}{p}. \quad (6)$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

$$\text{де } \tilde{X}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{x}_{ij}^{(k)}}{p}.$$

Крок 7. Визначення причинно-наслідкових зв'язків між показниками, які характеризують вибір пожежно-рятувального обладнання. Після подальших обчислень отримано fuzzy загальну матрицю нечітких зв'язків T в якій розраховується сума строк D і сума стовпчиків R . Дані, які містяться в цих векторах, функціональні для створення діаграми причинно-наслідкових зв'язків, оскільки її горизонтальна вісь, позначена як $(D_i + R_i)$, визначає важливість критерію, тоді як її вертикальна вісь, позначена як $(D_i - R_i)$, вказує на ступінь взаємного впливу між показниками вибору пожежно-рятувального обладнання.

Крок 8. Визначення базових показників для обґрунтування вибору пожежно-рятувального обладнання.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Начальник АРЗ СП ГУ ДСНС
України у Львівській області

Олег ІВАНЕЦЬ

2025 р.

« 25 »



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів дисертаційної роботи

Сушко Надії Сергіївни

на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

263 Цивільна безпека

за темою «Управління професійними ризиками при виконанні робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій»

Цим актом засвідчується, що результати дисертаційного дослідження Сушко Н.С. за темою «Управління професійними ризиками при виконанні робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій», зокрема модель керування ризиками, яка передбачає циклічність оцінювання рівнів ризиків від різних небезпек для прийняття відповідного управлінського рішення впроваджені в практичну діяльність покращення системи управління охорони праці підрозділу. А також враховані рекомендації щодо вдосконалення кількості та якості транспортних засобів аварійно-рятувального загону, зокрема алгоритм обґрунтованого визначення основних груп і базових показників пожежно-рятувального автомобіля.

Перший заступник начальника
АРЗ СП ГУ ДСНС
України у Львівській області

Андрій РАТУШНИЙ

Начальник СБДР АРЗ СП ГУ ДСНС
України у Львівській області

Іван СЛОБОДЯНИК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Львівського державного

університету безпеки

життєдіяльності

Василь ПОПОВИЧ

2025 р.

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

результатів дисертаційної роботи

Сушко Надії Сергіївни

на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

263 Цивільна безпека

за темою «Управління професійними ризиками при виконанні робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій» в освітній процес кафедри промислової безпеки та охорони праці

Цим актом засвідчується, що в освітньому процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності використовуються теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження у рамках викладання дисциплін «Основи охорони праці» для здобувачів вищої освіти рівня «бакалавр» спеціальністю 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Цивільний захист» 256 «Пожежна безпека». Також результати дисертації, зокрема процес керування ризиками при управлінні ліквідацією надзвичайної ситуації на основі моделей причинно-наслідкових зв'язків між небезпекою і небезпечною подією, який дозволяє прийняття рішення на підставі оцінювання ризику та включає в себе різні сценарії розвитку подій, використовується у рамках викладання навчальної дисципліни «Управління ризиками в галузі» при підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 263 Цивільна безпека за освітньою програмою «Охорона праці».

Освітній процес з означених дисциплін забезпечується на кафедрі промислової безпеки та охорони праці (лектори: к.т.н., доцент, доцент кафедри Горностай О.Б. та к.т.н., доцент, доцент кафедри Станіславчук О.В.). Окремі наукові положення дисертаційного дослідження відображенні в робочих навчальних програмах дисциплін та методичних матеріалах окремих тем курсів.

Завідувач кафедри

промислової безпеки та охорони праці

к.х.н., доцент

Олександр МІРУС