

УДК 614.8

DOI: <https://doi.org/10.52363/2524-2636.2025.9.1.15>

Максим УДОВЕНКО (ORCID: 0000-0002-4143-8645)

Владислав ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0001-5833-1257)

Валентин МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0002-1760-229X)

Олександр НУЯНЗІН, д-р. техн. наук, професор (ORCID: 0000-0003-2527-6073)

Дмитро КРИШТАЛЬ, канд. наук з держ. управління (ORCID: 0000-0003-3254-4574)

Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0002-1807-9330)

Національний університет цивільного захисту України

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ НА ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

У статті розглянуто підхід до актуалізації фінансового обліку витрат на гасіння пожеж у підрозділах ДСНС України, що має враховувати сучасні методи, зокрема цифровізацію та автоматизацію обробки даних. Проведення розрахунків без використання комп'ютерних алгоритмів («вручну») призводить до помилок, затримок, ускладнень у звітності, аудиторській перевірці та централізованому аналізі. З огляду на загальнонаціональний курс на цифровізацію державних структур, автори обґрунтовують необхідність створення автоматизованої системи, яка відповідатиме нормативним вимогам Методики розрахунку витрат, затвердженої наказом МВС № 55 від 31.01.2024. У межах дослідження розроблено структуру бази даних, яка забезпечує збереження та обробку інформації про пожежі, техніку та особовий склад. Впроваджено модулі аутентифікації користувачів, обліку техніки, структури підрозділів ДСНС, кодифікатор адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад.

На основі методики запропоновано алгоритм розрахунку витрат, який охоплює ідентифікацію події, обчислення витрат на техніку, особовий склад, логістику, та формує автоматичну звітність та проводиться автоматично. Окрему увагу приділено інноваційним компонентам: цифровому документообігу, використанню аналітичних панелей (дашбордів), візуалізації та систематизації даних. Сформована система дозволяє значно підвищити точність і швидкість розрахунків, зменшити вплив людського фактору, забезпечити прозорість використання ресурсів, а також сприяє формуванню єдиного інформаційного середовища для ефективного управління пожежною безпекою в Україні.

Ключові слова: пожежа, гасіння, наслідки, витрати, цифровізація, розрахунок, автоматизована система, методика.

Постановка проблеми. В Україні щодня відбуваються пожежі, зокрема часто викликані як воєнними діями, так і природними чи техногенними чинниками, питання ефективного управління ресурсами стає надзвичайно важливим. На сьогоднішній день процес розрахунку витрат на гасіння пожеж в підрозділах ДСНС України залишається переважно ручним, що може призводити до таких ймовірних проблем: можливість помилок через людський фактор; відсутність інструменту, що спростить облік витрат, звітність і централізований аналіз; відсутність інтеграції з іншими цифровими системами ДСНС, такими як СУЗЦЗ; недостатня прозорість витрат та складність у контролі використання бюджетних коштів.

З огляду на загальнонаціональний курс на цифровізацію та потребу в прозорому, швидкому і точному фінансовому обліку, нагальною є необхідність створення автоматизованої системи, яка б не лише відповідала вимогам Методики розрахунку витрат, затвердженої наказом МВС № 55 від 31.01.2024 (далі – Методики) [1], а й забезпечувала ефективне інформаційне середовище для обробки даних та звітності.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. У 2020 році в Україні було створено Посібник з обліку пожеж та їх наслідків [2]. Його рекомендовано для використання структурними підрозділами територіальних органів Державної служби України з надзвичайних ситуацій. На практиці посібник сприяє вирішенню проблеми щодо однозначності тлумачення керівних документів, що регламентують діяльність, пов'язану зі статистичним обліком пожеж та їх наслідків. В 2024 році була запропонована методика у документі [1]. Її можливо цифровізувати, що у даній роботі і підтверджено.

В [3] досліджено динаміку економічних втрат України від пожеж. Визначений вплив пожеж на економічну та екологічну ситуації в країні. Встановлено залежність зростання економічних втрат від кількості пожеж в Україні. Здійснено прогнозування можливих економічних втрат від пожеж в Україні у наступний період. Визначено основні причини пожеж в Україні. Проте, не визначено чіткого механізму оцінювання наслідків.

У [4] проаналізовано результати досліджень і нормативно-правової бази стосовно оцінювання збитків від пожеж свідчить, що без введення в дію єдиного підходу до їх визначення неможливо позбутися суб'єктивних помилок під час розрахунків, мінімізувати некоректність аналізу, порівняння й узагальнення отриманих результатів. Об'єктивна необхідність оцінювання збитків від пожеж, заподіяних веденням бойових дій, спричинених російською військовою агресією, обумовлює вжиття відповідних коригуючих заходів. Але, об'єктивно, результати не врахували сучасні умови та елемент цифровізації.

У [5] запропоновано впровадження універсального методу визначення заподіяної шкоди нерухомому та рухомому майну України внаслідок військової агресії рф з урахуванням досвіду Європейських країн. Проаналізовано кілька підходів до оцінки збитків від війни та запропоновано використовувати витратний підхід з урахуванням залишкової вартості заміщення. Запропоновані етапи оцінки пошкодженого та зруйнованого майна при застосуванні витратного підходу. Авторами здійснено аналіз впливу інфляційних процесів на вартість оцінюваного нерухомого та рухомого майна, а також конкретизовано та проведено угруповання напрямків визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії рф. Проте, відсутні пропозиції до автоматизації даного процесу.

Відповідно до [6] встановлено, що за період 2019-2030 рр. в Україні загальна прогнозна площа лісових земель, пройдена пожежами, становитиме 49,991 тис. га, загальний обсяг згорілого та пошкодженого лісу на пні – 4,086 млн м³, збитки, заподіяні лісовим пожежам, – 906,211 млн грн або 1,817 млрд грн, враховуючи індекс споживчих цін на 2018. Даний аналіз є корисним, але не враховує умови воєнного стану. Аналогічно [7] надає глибоке розуміння масштабів та наслідків пожеж в Україні, а також методів оцінки завданих збитків. Вони можуть бути корисними для подальших досліджень та розробки ефективних стратегій управління ризиками.

Відповідно до [8] проаналізовано існуючі механізми комплексного впливу факторів на об'єкт дослідження. Розглянуто методи побудови багатопараметричних моделей, їх синтезу, процесів формування вигляду опорної моделі та способи підвищення їхньої якості використовуючи масиви даних з низьким рівнем інформаційної достатності. Приділено увагу внутрішньому критерію якості моделей та процесу формування вибірки даних для оцінки. Це дозволяє знизити витрати ресурсів на проведення моніторингу станів пожежної безпеки об'єктів різного призначення та виявити залежності факторів, що впливають на ці стани.

В [9] описано питання системи інтеграції даних з різних джерел. При запиті відбувається звернення до певних сервісів, які пов'язані з джерелами, де знаходиться інформація і її конкретну адресу. Інтеграція даних об'єднує інформацію з кількох джерел таким чином, щоб її можна було показати користувачу у вигляді сервісу. Сервіс – це не запит в традиційному сенсі звернення до даних, це витяг деякої сутності (або сутностей), яке може бути виконане сервісом інтеграції через серію запитів і інших сервісів. Підхід такої архітектури концентрується, в першу чергу, на визначенні та спільному використанні в формі сервісів щодо обмеженої кількості найважливіших функцій в компанії. Отже, даний інтерфейс має бути на обмеженій кількості запитів на інформацію, яку необхідно отримати.

Загальна схема отримання даних із систем супутникового моніторингу виглядає наступним чином [9]:

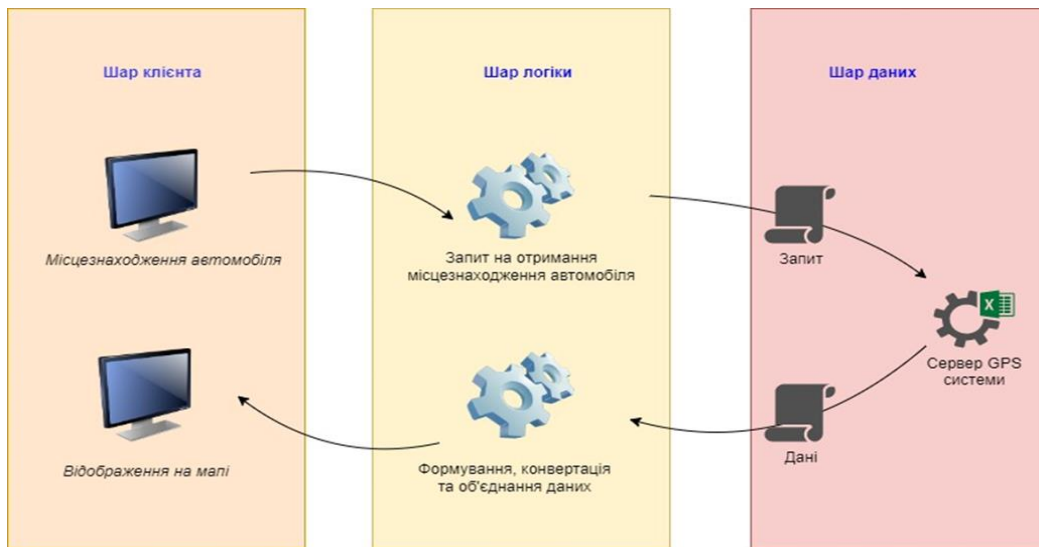


Рисунок 1 – Запропонована структури схеми обробки даних

На основі запропонованої у [9] структури, можливо створювати принципові схеми баз даних, що і є одним із завдань даної роботи.

Таким чином, створення програмного продукту є актуальним в умовах сьогодення, оскільки дозволяє поліпшити якість обліку пожеж, знизити ризики фінансових помилок та підвищити ефективність роботи оперативно-рятувальної служби.

Постановка задачі та її розв'язання. Дана стаття є одним з етапів науково-дослідної роботи, кінцевою метою якої є створення програмного продукту для автоматизації розрахунків, описаних в Методиці розрахунку витрат на гасіння пожежі, затвердженої наказом МВС № 55 від 31.01.2024 (далі – Методика) [1]. На даному етапі необхідно було створити схему бази даних та принципи роботи майбутньої системи. Кінцевий програмний продукт дозволить проводити розрахунки витрат на гасіння пожежі, виключаючи можливі помилки, що спричинені людським фактором, швидко генерувати звітні дані, централізовано зберігати інформацію про витрати на гасіння пожеж в масштабах держави.

Для досягнення мети, поставлено та вирішено наступні завдання:

1. Розробити структуру бази даних для централізованого зберігання інформації про витрати на гасіння пожеж, відповідно до вимог Методики та специфіки роботи ДСНС України.
2. Створити принципову схему роботи автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожеж із забезпеченням прозорості, мінімізації людського фактору та відповідності вимогам нормативних документів.
3. Обґрунтувати алгоритм розрахунків витрат, який буде інтегрований у майбутнє програмне забезпечення, із забезпеченням точності, швидкості обробки даних та можливістю подальшого масштабування системи.
4. Визначити перспективи подальших досліджень.

Методи дослідження (методологія дослідження). У ході проведення дослідження було застосовано комплекс методів, що охоплюють як сферу пожежної безпеки, так і інформаційних технологій, забезпечуючи міждисциплінарний підхід до вирішення поставлених завдань. Було проаналізовано Методики розрахунку витрат на гасіння пожежі, затвердженої наказом МВС № 55 від 31.01.2024, з метою формалізації алгоритму розрахунків у цифровому форматі. Виявлено недоліки ручного способу обліку та розрахунку

витрат на гасіння, включаючи часові затримки та помилки, зумовлені людським фактором. З метою цифровізації застосовано методи концептуального моделювання, для побудови абстрактної схеми бази даних майбутньої системи, розроблено принциповий алгоритм розрахунку витрат, що буде реалізовано у програмному продукті, з урахуванням вимог точності, швидкості обробки інформації та масштабованості. Також було проведено вивчення можливостей інтеграції системи з наявними цифровими платформами ДСНС (СУЗЦЗ) через API, з урахуванням безпеки доступу через VPN. Поєднання зазначених методів дозволило забезпечити всебічний аналіз задачі та сформуванню ґрунтовну основу для створення цифрової системи розрахунку витрат на гасіння пожеж.

Основна частина з викладом отриманих результатів та їхнім аналізом. Одним із ключових елементів запропонованої автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожеж є структура бази даних, що забезпечує централізоване зберігання, доступ і обробку інформації відповідно до вимог нормативних документів та функціональних потреб ДСНС України.

На основі розглянутої структури [9], створена принципова бази даних автоматизована система розрахунку витрат на гасіння пожежі, що на поточному етапі дослідження, включає абстрактну модель, яка охоплює три основні інформаційні блоки:

- картку обліку пожежі, що містить унікальний номер події, дату, місце, причину, ступінь шкоди, залучені ресурси, що дозволяє здійснювати повний облік пожежі.
- картку обліку пожежної техніки, що передбачає фіксацію техніки, що використовувалась, її типу, витрат пального, часу залучення тощо, що необхідно для подальших фінансових розрахунків;
- картку обліку особового складу, що містить інформацію про кількість осіб, їх спеціалізацію, тривалість участі у гасінні, витрати на оплату праці, добові тощо.

На рис. 2 показана принципова схема бази даних автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожежі.

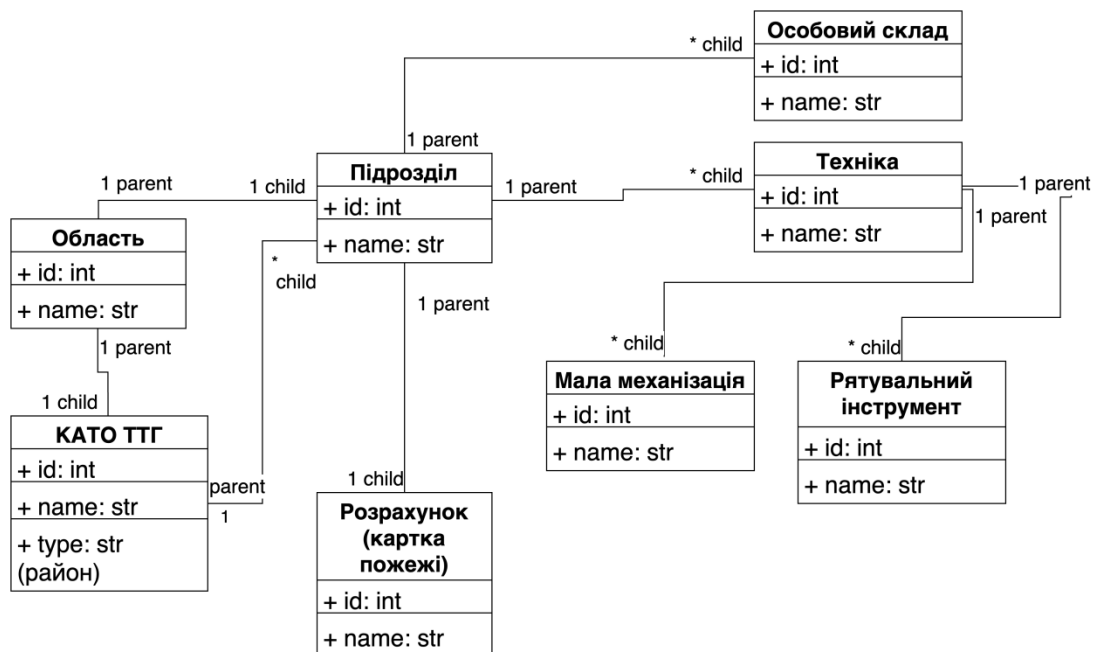


Рисунок 2 – Принципова схема бази даних автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожежі

Модель побудована з урахуванням нормованих форматів унікальних ідентифікаторів, що забезпечують несуперечність та інтеграцію з наявними інформаційними системами, зокрема з СУЗЦЗ. Крім того, схема орієнтована на можливість передачі результатів

розрахунку через API до вже функціонуючих систем Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України.

Інформаційна структура передбачає можливість масштабування, як у напрямку деталізації (наприклад, розширення параметрів розрахунку для спеціалізованих пожеж), так і в напрямку регіонального охоплення, забезпечуючи уніфікований підхід на рівні всієї держави.

Запропонована схема бази даних є логічною основою для майбутнього програмного продукту, оскільки вона враховує реальні потреби користувачів системи (ДСНС), нормативно-правові обмеження, вимоги до прозорості, швидкості та точності обробки даних.

Алгоритм розрахунку витрат у межах автоматизованої системи побудований відповідно до положень Методики [1], і структури даних, визначеної в рамках проєкту. Його реалізація базується на послідовному зборі, верифікації та обробці параметрів, зафіксованих у картках обліку подій, техніки та особового складу.

Ключовою особливістю алгоритму є його гнучкість завдяки структурі бази даних, розрахунок адаптується до масштабу події, регіону, типу ресурсу. Основні етапи алгоритму відтворено у структурно-логічній схемі на рис. 3.

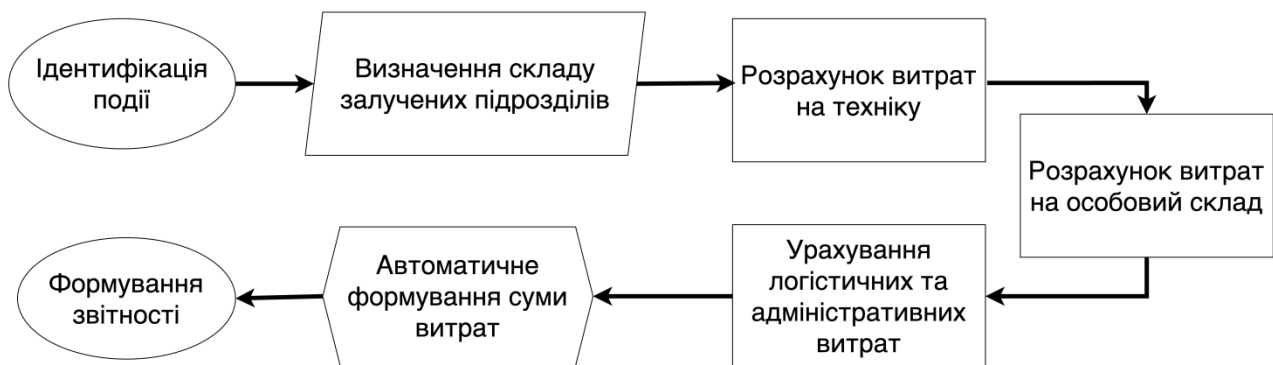


Рисунок 3 – Алгоритм роботи бази даних автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожежі

Відповідно до основних етапів алгоритму, що відображено на рис. 3, його елементи включають в себе наступні складові:

1. Ідентифікація події: визначення унікального номера пожежі, часу, місця та типу інциденту.
2. Визначення складу залучених підрозділів: автоматичне підключення даних із модуля структури ДСНС (ДПРЧ, ДПРП, тощо).
3. Розрахунок витрат на техніку: на основі тривалості участі, типу техніки, обсягу використаного пального, амортизації та ін.
4. Розрахунок витрат на особовий склад: за формулою: кількість осіб × тривалість участі × норматив оплати, з урахуванням надбавок за небезпечні умови.
5. Урахування логістичних і адміністративних витрат: за нормативами Методики (залежно від масштабу та тривалості операції).
6. Автоматичне формування підсумкової суми витрат: з поділом на категорії (техніка, зарплата, паливо, інше).
7. Формування звітності: у вигляді структурованої таблиці, графіків, експорту у PDF або інтеграції з СУЗЦЗ.

У табл. 1, відображені модулі системи та визначено їхнє призначення.

Таблиця 1 – Призначення модулів та компонентів системи

Модуль / Компонент	Призначення
Структура бази даних	Зберігання інформації про події, техніку, особовий склад
Автентифікація користувачів	Контроль доступу, безпека
Облік техніки	Відстеження техніки, витрат, логістика
Каталогізатор / кодифікатор адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад	Географічна структуризація
Структура підрозділів ДСНС	Моделювання внутрішньої організації
Розрахунок витрат (подальший етап роботи)	Автоматизація фінансових обчислень згідно з Методикою
Дашборди, таблиці, аналіз, візуалізація (у стані розробки)	Підтримка прийняття рішень, звітність

Представлена таблиця відображає основні модулі системи та їх призначення. Вже проведено виконання перших п'яти компонентів, у стані розробки знаходиться модуль для підтримки прийняття рішень та звітності (візуалізація). Далі буде створено можливість автоматизації фінансових обчислень згідно з Методикою [1], що є перспективою подальших досліджень та розвитку даної роботи.

Висновки. У межах проведеного дослідження були досягнуті основні цілі, що спрямовані на формування концепції автоматизованої системи розрахунку витрат на гасіння пожеж відповідно до Методики [1]. Реалізація запропонованого підходу є важливим кроком у напрямку цифрової трансформації системи управління пожежною безпекою в Україні, підвищуючи її ефективність, економічну обґрунтованість і суспільну довіру. Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розроблена структура бази даних забезпечує можливість централізованого зберігання інформації про витрати на гасіння пожеж, охоплюючи ключові компоненти: події, техніку, особовий склад. Така структура відповідає специфіці діяльності підрозділів ДСНС України та закладає основу для надійної цифрової обробки даних.
2. Створено принципову схему роботи системи, яка забезпечує прозорість процесів, мінімізацію впливу людського фактору, дотримання нормативних вимог, а також можливість інтеграції з наявними системами (наприклад, СУЗЦЗ) через API.
3. Обґрунтовано алгоритм розрахунку витрат, який дозволяє точно, швидко та уніфіковано проводити фінансові розрахунки. Його впровадження в автоматизовану систему знижує ризики помилок і забезпечує високий рівень достовірності результатів.
4. Закладено перспективу подальших досліджень, зокрема в напрямку розробки повноцінного програмного забезпечення, адаптації системи під регіональні особливості, а також накопичення й аналітики статистичних даних для стратегічного планування діяльності служби цивільного захисту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методика розрахунку витрат на гасіння пожежі : затверджено наказом МВС України від 31.01.2024 № 55. Київ : МВС України, 2024. 25 с.
2. Посібник з обліку пожеж та їх наслідків: [науково-практичне видання]. К.: Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту; ТОВ «ІММ «Фраксім», 2020. 136 с.
3. Долженкова О. О., Іванківа В. В. Динаміка економічних втрат України від пожеж. Молодий вчений. 2018. №. 12 (64). С. 610-613.
4. Климась Р. В., Одинець А. В. До проблеми оцінювання збитків від пожеж, заподіяних веденням бойових дій. зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф, Київ : КНЕУ, 2022. С. 37–42.

5. Андреева В. В., Гофман М. В. Оцінка збитків від пошкодження майна внаслідок військової агресії РФ в Україні. Вчені записки Університету «КРОК». 2024. №. 1 (73). С. 20-27.
6. Опенько І. А., Цвях О. М., Регресійний аналіз економічних наслідків від лісових пожеж в Україні. Modern Economics. 2019. № 16 (2019). С. 127-134.
7. Буц Ю. В. Динаміка ландшафтних пожеж в Україні та еколого-економічні наслідки їх виникнення //Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2013. Т. 18. №. 2 (18). С. 111-117.
8. Дендаренко В. Ю., Ковальчук В. М. Методи відображення комплексного впливу факторів. синтез багатопараметричних моделей. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2021. Т. 5. №. 2. С. 32-36.
9. Удовенко М. Ю., Дендаренко В. Ю. Автоматизація процесів під час перевезення нафти та нафтопродуктів. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. 2023. Т. 7. №. 2. С. 71-80.
10. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2007-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.

REFERENCE

1. Ministry of Internal Affairs of Ukraine. (2024). Methodology for Calculating Fire-fighting Expenses: Approved by the Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine No. 55 dated 31.01.2024. Kyiv: Ministry of Internal Affairs of Ukraine.
2. Manual on the Accounting of Fires and Their Consequences [Scientific and practical edition]. (2020). Kyiv: Institute of Public Administration and Research in Civil Protection; LLC "IMM Fraxim".
3. Dolzhenkova, O., Ivankiva, V. (2018). Dynamics of Economic Losses in Ukraine Caused by Fires. Molodyi Vchenyi, 12(64), 610–613.
4. Klymas, R. V., & Odynets, A. V. (2022). On the issue of assessing damage from fires caused by hostilities. In Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (pp. 37–42). Kyiv: KNEU.
5. Andrieieva, V., Hofman, M. (2024). Assessment of Property Damage as a Result of the Military Aggression of the Russian Federation Against Ukraine. Scientific Notes of the KROK University, 1(73), 20–27.
6. Openko, I. A., & Tsviakh, O. M. (2019). Regression analysis of the economic consequences of forest fires in Ukraine. Modern Economics, (16), 127–134.
7. Buts, Yu. V. (2013). Dynamics of Landscape Fires in Ukraine and the Ecological and Economic Consequences of Their Occurrence. Bulletin of the Odessa National University. Geographical and Geological Sciences, 18(2), 111–117.
8. Dendarenko, V. Yu., & Kovalchuk, V. M. (2021). Methods of representing the complex impact of factors: Synthesis of multi-parameter models. Emergency Situations: Prevention and Response, 5(2), 32–36.
9. Udoenko, M. Yu., & Dendarenko, V. Yu. (2023). Automation of processes during the transportation of oil and petroleum products. Emergency Situations: Prevention and Response, 7(2), 71–80.
10. Derzhspozhyvstandart of Ukraine. (2006). Fire safety. Terms and definitions of basic concepts (DSTU 2272:2006). Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.

Maksym UDOVENKO

Vladyslav DENDARENKO, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Valentyn MELNYK, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Oleksandr NUIANZIN, Doctor of Technical Sciences, Professor

Dmytro KRYSH TAL, PhD in Public Administration

Serhii TSVIRKUN, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

National University of Civil Protection of Ukraine

AUTOMATED SYSTEM FOR CALCULATING FIREFIGHTING COSTS

The article addresses the issue of inefficient financial accounting of firefighting costs within the units of the State Emergency Service of Ukraine (SES), which has become increasingly critical under martial law and due to the growing number of fires caused by warfare, climate change, and technogenic factors. It has been established that manual cost calculation methods lead to errors, delays, complications in reporting, auditing, and centralized analysis. Given the national agenda for digital transformation of public institutions, the authors substantiate the necessity of creating an automated system that complies with the normative requirements of the Firefighting Cost Calculation Methodology approved by the Ministry of Internal Affairs Order No. 55 dated January 31, 2024. The study presents a developed database structure that enables storage and processing of data related to fires, firefighting equipment, and personnel. Implemented modules include user authentication, equipment tracking, SES response unit structure, and territorial classification via KATOTTG. A cost calculation algorithm is proposed, covering event identification, computation of costs related to equipment, personnel, logistics, and the generation of automated reports. Particular attention is given to innovative components such as digital document management, dashboards, data visualization, and systematization. The proposed system significantly enhances calculation accuracy and processing speed, reduces human error, ensures transparency in resource usage, and contributes to building a unified information environment for effective fire safety management in Ukraine.

Keywords: *fire, firefighting, consequences, expenses, digitalization, calculation, automated system, methodology.*