

Міністерство освіти і науки України,
Хмельницький національний університет (Україна)
Люблінська Політехніка (Польща)
Університет Вітовта Великого (м. Каунас, Литва)

*Присвячується 60-річчю
Хмельницького національного університету*



СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІЇ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТРАНСПОРТУ

**Збірник тез доповідей
Міжнародної науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти і молодих учених**

**18-19 жовтня 2022 року
м. Хмельницький**

Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту:
збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції
здобувачів вищої освіти і молодих учених, 18-19 жовтня 2022 р. –
Хмельницький : ХНУ, 2022. – 378 с.

У збірнику наведені тези доповідей, які розглядались на Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Сучасні тенденції розвитку інженерії, технологій та транспорту» (18-19 жовтня 2022 р.).

Тези доповідей подано в авторській редакції з дотриманням індивідуального стилю. За фактичний матеріал і його інтерпретацію відповідальність несуть автори.

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф. Олександренко В.П.

Технічний редактор: д.т.н., проф. Диха О.В.

Комп'ютерний набір і верстка: Марченко М.В.

© «Хмельницький національний університет», 2022

**Трибологічні і матеріалознавчі проблеми
в інженерії та на транспорті**

| | |
|--|-----|
| <i>Padgurskas J., Volskis D., Jarašiūnas O.</i> Evaluation of machines and equipment maintenance systems | 78 |
| <i>Justas Uselis, Juozas Padgurskas, Anastasiia Storozhuk.</i> Gear oils and their tribological evaluation..... | 82 |
| <i>Беліков А.С., Маїчук З.М., Проців В.В.</i> Мазильні матеріали рейкового транспорту рідкі (пластичні) для пари тертя «колесо-рейка» | 86 |
| <i>Гетьман М., Диха О., Старий А.</i> Відпрацьовані кухонні олії (ВКО) як основа технічних мазильних матеріалів..... | 92 |
| <i>Гончар В.А., Баць О.Ю., Прус В.О., Кривіцький Я.В.</i> Типи паливних насосів, їх переваги та недоліки..... | 97 |
| <i>Диха О., Фасоля В., Старий А., Зябкін А.</i> Дослідження трибоконтактних характеристик роторного вузла турбокомпресора | 103 |
| <i>Заїка О.М., Самчук Л.М., Рудь В.Д.</i> Компонування складних конструкцій методами 3D друку | 109 |
| <i>Каплун П.В., Мельник В.О., Савельєв В.М.</i> Підвищення зносостійкості шестерень коробки передач автомобілів Ford Focus..... | 114 |
| <i>Козак Я.В., Івашко Я.М., Посонський С.Ф., Бабак О.П.</i> Дослідження характеристик вітрової турбіни Савоніуса та її модифікації..... | 118 |
| <i>Олександренко В.П., Свідерський В.П., Кириченко Л.М., Васильків В.В., Квасницький А.О.</i> Підвищення зносостійкості фторопластових покриттів, нанесених на металеві поверхні | 124 |
| <i>Паламарчук І., Романчук Ю., Дячук В., Дробот О.</i> Розробка та аналіз технологій підвищення абразивної зносостійкості деталей машин..... | 129 |
| <i>Поперечний Б.А., Бабак О.П., Вичавка А.А., Войтюк С.В.</i> Дослідження водневої системи живлення автомобіля та розробка систем зберігання водневого палива | 133 |
| <i>Потеряєв О.І., Євчун Д.І., Рудик А.В., Рудик О.Ю.</i> Проектування піднімача для ремонту автомобілів за допомогою Solidworks | 137 |
| <i>Стечишин М.С., Онищенко А.І., Бондар А.Ю.</i> Карбоазотування сталі ХВГ втлюючому розряді | 141 |

**Шляхи удосконалення охорони праці та цивільної безпеки
за допомогою сучасних інноваційних технологій**

| | |
|--|-----|
| <i>Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Дягілев К.А.</i> Удосконалення рятування постраждалого з приміщення з використанням новітніх нош НРВ-1 | 146 |
| <i>Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Лілохін М.О.</i> Удосконалення рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою новітніх нош НРВ-1 | 149 |
| <i>Гаєвський В.Р., Филіпчук В.Л., Гаєвська С.Г.</i> Вплив коефіцієнта теплопровідності охолоджувальної води ТЕС на викиди шкідливих речовин..... | 153 |

| | |
|--|-----|
| <i>Журбенко В.М., Беліков А.С.</i> Шляхи забезпечення охорони праці при виконанні робіт високої зорової точності | 158 |
| <i>Кусковець С.Л., Шаталов О.С., Овсіюк В.О.</i> Щодо питання вибухів побутового газу у житлових будівлях та шляхи їх запобігання | 163 |
| <i>Романішина О.В., Руснак Д.В.</i> Удосконалення напрямів забезпечення пожежної безпеки | 169 |
| <i>Третьяков О.В., Поташина К.С.</i> Визначення потенційної небезпеки у робочій зоні працівників транспортної галузі на основі інтегрального показника | 174 |
| <i>Третьяков О.В., Сігнаєвський О.М.</i> Визначення виробничого ризику промислового підприємства для управління охороною праці | 180 |
| <i>Черкашин О.В., Пономаренко Р.В.</i> Методика розрахунку імовірної кількості пожеж, які будуть ліквідуватися ланками газодимозахисної служби | 184 |

Архітектура та містобудування

| | |
|--|-----|
| <i>Басалюк Л., Сердечна А.</i> Самчиківський розпис як засіб розвитку світовідчуття та творчого потенціалу студентів технічних спеціальностей..... | 193 |
| <i>Гнезділова Д.М., Костюк С.А., Негай Г.А.</i> Імплементация житлових комплексів з модульних будинків в архітектурне середовище міста | 196 |
| <i>Дорофєєв О., Гара А.</i> Машикулі: історія виникнення | 202 |
| <i>Кухарчук О.О., Савельєва Д.І., Негай Г.А.</i> Концепція диференціації прибудинкового простору | 206 |
| <i>Нікітчук В.В., Негай Г.А.</i> Криволінійність в архітектурі..... | 210 |
| <i>Підгайчук С.Я., Яворська Н.М., Смутко С.В., Мельник М.В.</i> Використання комп'ютерних програм при розробці креслень фортифікаційних споруд | 214 |
| <i>Потапчук М.С., Негай Г.А.</i> Природа інформативності архітектури | 216 |
| <i>Савельєва Д.І., Риба К.С., Машовець Н.С.</i> Аналіз рекреаційної системи Хмельницької області | 221 |
| <i>Синюк К.О., Конопльова О.В.</i> Зелена архітектура як засіб гуманізації міського середовища | 224 |

Агроінженерія та галузеве машинобудування

| | |
|--|-----|
| <i>Білік Ю.М., Гусак І.О., Трофимчук М.О.</i> Установка для вирощування зеленого корму гідропонним методом | 230 |
| <i>Борис М.М., Остапцишин Е.С., Васильків В.В.</i> Установка для отримання соєвого молока | 234 |
| <i>Замойський С.М., Медведчук Н.К., Садовий І.Ю.</i> Автомобільні вантажні перевезення..... | 238 |
| <i>Замойський С.М., Помаля М.Я., Петренко А.Г.</i> Транспортно-технологічні процеси у сільськогосподарському виробництві | 248 |

УДК 331. 101

Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Дягілев К.А.
Національний університет цивільного захисту України

УДОСКОНАЛЕННЯ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ПРИМІЩЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ НОШ НРВ-1

Запропонована імітаційна модель рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних. Проведено її аналіз та визначено критичний шлях. Надані рекомендації по підвищенню ефективності даного процесу.

IMPROVEMENT OF THE RATE OF THE INJURED FOR THE DEPOSIT OF THE NEW NOSH NRV-1

The proposed simulation model to rescue the affected areas using a rescue stretcher flame retardants. An analysis and determined the critical path. Recommendations to improve the efficiency of the process.

В доповіді показано, що на сьогоднішній день на території України постійно існує висока імовірність виникнення пожеж [1], причому більшість з них виникає в житловому секторі, що в свою чергу провокує появу великої кількості постраждалих. Згідно [2], одним з основних завдань Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРСЦЗ) Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) є рятування людей в умовах виникнення надзвичайних ситуацій. В умовах пожежі цей процес ускладнюється наявністю небезпечних факторів (підвищеної температури, задимленості, загазованості та інше). Особливість цього процесу розглянута в нормативних документах [3, 4, 5], що регламентують діяльність ДСНС України. Але в жодному з них не розкрито питання щодо використання засобів рятування людей в умовах впливу високих температур. Тому дослідження процесу рятування постраждалого на пожежі, з використанням нош рятувальних вогнезахисних є актуальною задачею, яку можна вирішити використовуючи математичне моделювання.

в доповіді білапоставлена задача побудувати імітаційну модель рятування постраждалого з приміщення за допомогою нош рятувальних вогнезахисних (НРВ-1). Для цього було вирішено використовувати мережеві моделі. Імітаційна модель представлена на рисунку 1. Початком

є команда старшого начальника «Відділення, до рятування постраждалого за допомогою нош рятувальних вогнезахисних приступити!», закінчується модель подією «Ланка ГДЗС встановлюють НРВ-1 з постраждалим в безпечному місті». Всі дії даного процесу наведені в таблиці 1.

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки, де були встановлені мінімальні $t_{\min i}$ та максимальні $t_{\max i}$ значення часу виконання окремих дій.

Математичне очікування було розраховано

$$\bar{t}_i = \frac{(t_{\max i} + t_{\min i})}{2} . \quad (1)$$

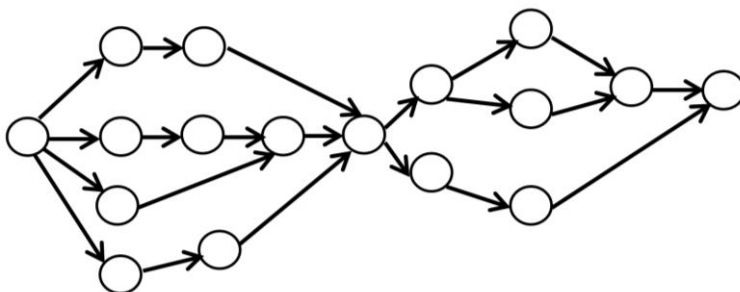


Рис. 1 – Імітаційна модель рятування постраждалого з приміщення за допомогою НРВ-1

Враховуючи те, що для одновершинних розподілів середньоквадратичне відхилення приблизно дорівнює 1/6 інтервалу, на якому розглядається розподіл [9,10], дана оцінка розраховується як:

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i\max} - t_{i\min}}{6} . \quad (2)$$

Використавши отримані результати, були розраховані [10] основні параметри мережевої моделі.

Для визначення критичного шляху імітаційної моделі були розраховані значення математичного очікування (3) та дисперсії (4) критичного шляху.

$$t(L_{\text{кр}}) = \sum t_{i \text{кр}} = 911,5 \text{ с} , \quad (3)$$

де $t_{i \text{кр}}$ - математичне очікування i -ї операції критичного шляху,с.

$$\sigma^2(L_{\text{кр}}) = \sum \sigma_i^2 = 9175,1 \text{ с}^2 , \quad (4)$$

де σ_i^2 – дисперсія i -ї операції критичного шляху.

Тоді середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнювати $\sigma(L_{кр}) = 95,8$ с.

Критичним в імітаційній моделі рятування постраждалого з приміщення за допомогою НРВ-1 є шлях дій другого номера, тобто на ньому буде найбільша затримка часу. Тому для підвищення ефективності розглянутого процесу необхідно по-перше другим номером ставити найбільш підготовленого рятувальника, який вдосконально вміє працювати з засобами захисту органів дихання та з НРВ-1; по-друге номеру один та номеру три максимально допомагати другому номеру виконувати його дії.

Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Офіц. вид. К.: ДСНС України, 2015. 365 с..
2. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс. : за станом на 01 липня 2013 р. – К. : Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2013. – 82 с. – (Бібліотека офіційних видань).
3. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України : Наказ МНС України № 1342 від 16 грудня 2011р. : М-во надзв. сит. України, 2011. – 56 с. – (Нормативний документ МНС України. Настанова).
4. Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МНС України № 575 від 13 березня 2012 р. : М-во надзв. сит. України, 2012. – 178 с. – (Нормативний документ МНС України. Статут).
5. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с. – (Нормативний документ МНС України. Правила)
6. Ковальов П.А. Моделювання діяльності особового складу газодимозащитної служби при роботі зі спеціальною технікою / П.А.Ковальов, В.Н.Чучковский // Актуальні проблеми філософії, науки і сучасних технологій : Вісник ХДУ. –1997.– X – С. 268-272.
7. Ковалев П.А. Обоснование способов совершенствования деятельности газодимозащитников: Дис. канд. техн. наук: 21.06.02 / Ковалев Павел Анатольевич. – Х., 1997. –153 с.
8. Шаршанов А.Я. Создание условий для защиты пострадавшего от опасных факторов пожара / А.Я. Шаршанов, Р.В. Пономаренко, И.А. Поляков // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. НУГЗ Украины. – вып. 36. – Харьков: НУГЗУ, 2013. с 272-278.
9. Стрелец В.М. Экспертные оценки профессионально важных качеств пожарных / В.М. Стрелец, Д.Ю.Каскевич // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. Вып.5. – Харьков: ХИПБ, 1999. – С.183-185.
10. Экспертные системы: состояние и перспективы: Сб. науч. тр. // АН СССР, Ин-т проблем передачи информации: Отв. ред. Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1989.- 152 с.

УДК 331. 101

Бородич П.Ю., Пономаренко Р.В., Лілюхін М.О.
Національний університет цивільного захисту України

УДОСКОНАЛЕННЯ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ТРЕТЬОГО ПОВЕРХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОХИЛОЇ ПЕРЕПРАВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НОВІТНІХ НОШ НРВ-1

Запропонована імітаційна модель рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних. Проведено її аналіз та визначено критичний шлях. Надані рекомендації по підвищенню ефективності даного процесу.

IMPROVEMENT OF THE RATE OF THE INJURED THIRD ON THE TOP OF THE VICTORISTANS OF THE RETIREMENT OF THE TRANSFER FOR THE AID OF THE NEW NOS HRV-1

The proposed simulation model rescue the victim from the third floor with sloping crossing using fireproof rescue stretcher. An analysis and determined the critical path. Recommendations to improve the efficiency of the process.

В доповіді показано, що одним з основних завдань Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРС ЦЗ) Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) є рятування людей в умовах виникнення надзвичайних ситуацій [1]. Згідно аналізу статистичних даних [2] в 2015 році на території України більшість пожеж сталася в житловому секторі, а це автоматично супроводжується необхідністю рятування великої кількості постраждалих. Особливу небезпеку викликають багатоповерхові житлові будинки, що пов'язано з імовірністю виникнення ситуації, коли люди будуть заблоковані на високих поверхах, а доступ до будівель автодрабин може бути ускладнений наявністю стоянок для автомобілів, посадженими деревами та інше. В цьому випадку одним із способів рятування людей може бути використання похилої переправи, особливо якщо людина поранена та не може рухатися. Однак на відміну від більшості оперативних дій ОРС ЦЗ ДСНС України [3,4,5] даний процес належним чином не розглянутий. Тому дослідження процесу рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи

за допомогою нош рятувальних вогнезахисних є актуальною задачею, яку можна вирішити використовуючи імітаційне моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що в [6] пропонується для моделювання діяльності особового складу газодимозахисної служби при роботі зі спеціальною технікою використовувати мережеві моделі. Однак в цій роботі не розглянуті особливості рятування постраждалих з поверхів з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних.

В [7] було розглянуто рятування постраждалого з приміщення за допомогою нош рятувальних вогнезахисних, але в цій роботі не розглядалися особливості рятування з висоти.

Постановка завдання та його рішення. Виходячи з цього, була поставлена задача побудувати імітаційну модель рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних (НРВ-1), з використанням мережевої моделі. Початком є команда старшого начальника «Відділення, до рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних приступити!», закінчується модель подією «Відділення шикується біля пожежно-рятувального автомобіля».

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки з курсантами Національного університету цивільного захисту України, де були встановлені мінімальні $t_{\min i}$ та максимальні $t_{\max i}$ значення часу виконання окремих дій.

Математичне очікування було розраховано

$$\bar{t}_i = \frac{(t_{\max i} + t_{\min i})}{2} \quad (1)$$

Враховуючи те, що для одновершинних розподілів середньоквадратичне відхилення приблизно дорівнює 1/6 інтервалу, на якому розглядається розподіл [8,9], дана оцінка розраховується як:

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i \max} - t_{i \min}}{6} \quad (2)$$

Використавши отримані результати, були розраховані [9] основні параметри мережевої моделі.

Для визначення критичного шляху імітаційної моделі були розраховані значення математичного очікування (3) та дисперсії (4) критичного шляху.

$$\bar{t}(L_{\text{кр}}) = \sum \bar{t}_{i \text{кр}} = 921,5 \text{ с}, \quad (3)$$

де $\bar{t}_{i \text{кр}}$ – математичне очікування i -ї операції критичного шляху, с.

$$\sigma^2(L_{\text{кр}}) = \sum \sigma_i^2 = 5600 \text{ с}^2, \quad (4)$$

де σ_i^2 - дисперсія i -ї операції критичного шляху.

Тоді середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнюватися $\sigma(L_{\text{кр}}) = 74,8 \text{ с}$.

Критичним в імітаційній моделі рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1 є шлях дій другого та третього номера, які фактично всі дії виконують разом, тобто на них буде найбільша затримка часу. Тому для підвищення ефективності розглянутого процесу необхідно другим та третім номером ставити рятувальників, які пройшли курси з висотної підготовки та ефективно вміють працювати з рятувальними мотузками та висотно-рятувальним обладнанням.

Висновки:

- запропонована імітаційна модель рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1 повністю відображає даний процес;

- проведені дослідження критичного шляху та інших параметрів моделі дозволили надати рекомендації по підвищенню ефективності рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1;

- перспективним напрямком подальших досліджень є розробка нормативів для рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1 та дослідження цього процесу вже з їх використанням.

Література

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс. : за станом на 01 липня 2013 р. – К : Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2013. – 82 с. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2015 році / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Офіц. вид. К.: ДСНС України, 2016. 365 с.
3. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби МНС України : Наказ МНС України № 1342 від 16 грудня 2011р. : М-во надзв. сит. України, 2011. – 56 с. – (Нормативний документ МНС України. Настанова).
4. Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МНС України № 575 від 13 березня 2012 р. : М-во надзв. сит. України, 2012. – 178 с. – (Нормативний документ МНС України. Статут).
5. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с. – (Нормативний документ МНС України. Правила)
6. Ковалев П.А. Обоснование способов совершенствования деятельности газодимозащитников: Дис. канд. техн. наук: 21.06.02 / Ковалев Павел Анатольевич. – Х., 1997. –153 с.
7. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П.Ю. Бородич, Р.В. Пономаренко, П.А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с 8-13.
8. <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>
9. Стрелец В.М. Экспертные оценки профессионально важных качеств пожарных / В.М. Стрелец, Д.Ю.Каскевич // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. Вып.5. – Харьков: ХИПБ, 1999. – С.183-185.
10. Экспертные системы: состояние и перспективы: Сб. науч. тр. // АН СССР, Ин-т проблем передачи информации: Отв. ред. Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1989.- 152 с.

УДК 37.091.2:614

Черкашин О.В., Пономаренко Р.В.
Національний університет цивільного захисту України,
Харків, Україна

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ІМОВІРНОЇ КІЛЬКОСТІ ПОЖЕЖ, ЯКІ БУДУТЬ ЛІКВІДОВУВАТИСЬ ЛАНКАМИ ГАЗОДИМОЗАХИСНОЇ СЛУЖБИ

Наведено основні види оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій. Проведено аналіз пожеж, які виникли протягом останніх п'яти років, до гасіння яких залучалися підрозділи Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) за участю ланок газодимозахисної служби (далі – ланки ГДЗС). Запропоновано методику розрахунку імовірної кількості пожеж у поточному році, які будуть ліквідуватись ланками ГДЗС. Описано основні його складові, які слід враховувати під час розрахунку. Досліджено процес зміни і розвитку виникнення і розповсюдження пожеж за допомогою побудови динамічних або часових рядів. Надано рекомендації щодо побудови математичної моделі динаміки числа пожеж та інших надзвичайних ситуацій, визначено прогностичного числа їх виникнення, оцінено обсяг роботи підрозділів ДСНС на найближчий рік.

Ключові слова: гасіння пожеж, ланки газодимозахисної служби, пожежно-рятувальні підрозділи, методика розрахунку числа пожеж.

METHODS OF CALCULATING THE PROBABLE NUMBER OF FIRE TO BE ELIMINATED BY THE GAS PROTECTION SERVICE

The main types of operational actions of fire and rescue units during firefighting and emergency response are presented. An analysis of fires that occurred during the last five years, which were extinguished by units of the State Emergency Service of Ukraine with the participation of units of the gas and smoke protection service. A method of calculating the probable number of fires in the current year, which will be eliminated by the gas and smoke protection service, is proposed. An example of calculation is given: its main components are described, which should be taken into account during the calculation. The process of change and development of the occurrence and spread of fires by constructing time or time series is studied. Recommendations for building a mathematical model of the dynamics of the number of fires and other emergencies are given, the forecast of the expected number of their occurrence is determined, the volume of work of the State Emergency Service of Ukraine units for the next year is estimated.

Keywords: fire extinguishing, gas and smoke protection service units, fire and rescue divisions, methods of calculating the number of fires.

Вступ. Згідно із статистичними даними, у порівнянні з аналогічним періодом минулого року, кількість пожеж збільшилась на 23,1 %. Кількість загиблих внаслідок пожеж зменшилась на 1,2 %, кількість травмованих на пожежах збільшилась на 0,9 %. Кількість дітей і підлітків до 18 років, які загинули внаслідок пожеж, збільшилась на 14,9 %, кількість дітей і підлітків до 18 років, травмованих на пожежах збільшилась на 2,7 %.

На об'єктах соціально-культурного, громадського та адміністративного призначення кількість загиблих збільшилась у 2,9 рази.

Матеріальні втрати від пожеж збільшились на 32,2 % (прямі збитки збільшились на 3,9%, побічні – на 42,4 %), кількість знищених і пошкоджених будинків (споруд) збільшилась на 2,9 %, кількість знищених і пошкоджених транспортних засобів (техніки) – на 2,9 %, кількість загиблих свійських тварин – у 2,2 рази, кількість знищеного хліба на корені (га) та у валках – на 44,5 %, кількість знищеного зерна зменшилась на 40,0 %, кількість загиблих свійських птахів – на 61,5 %, кількість знищених кормів – на 40,0 %.

Упродовж 2020 року на місці пожежі виявлено 1667 загиблих людей, з них 49 дітей.

Унаслідок пожеж загинуло 1660 людей, в тому числі 54 дитини, 1 372 людини отримало травми, у тому числі 113 дітей.

Матеріальні втрати від пожеж склали 10 млрд 75 млн 259 тис. грн (з них прямі збитки становлять 2 млрд 82 млн 664 тис. грн, а побічні – 7 млрд 992 млн 595 тис. грн).

Щодня в Україні, в середньому, виникало 275 пожеж, матеріальні втрати від яких склали 30 млн 165 тис. грн. Кожного дня внаслідок пожеж гинуло 5 і отримувало травми 4 людини, вогнем знищувалось або пошкоджувалось 72 будівлі (споруди) та 13 одиниць техніки. Прямі збитки від однієї пожежі становили 22,7 тис. грн. [1].

Дослідження проблеми протипожежного захисту будинків за їх поверховістю вказують, що щорічно близько 75 % пожеж виникають у малоповерхових будинках (заввишки $H \leq 9$ м, як правило, до 3-х поверхів включно); ще майже 5 % пожеж припадає на багатоповерхові будинки поверховістю 4÷5 поверхів; кількість загиблих унаслідок пожеж, що виникали в 1÷3 - поверхових будівлях щороку становить близько 85 %, у 4÷5 - поверхових будівлях – близько 7 %.

Незважаючи на зменшення кількості пожеж на 5,4 % у 2020 році порівняно з 2019 роком, упродовж останніх п'яти років їх кількість залишається значною та становить у середньому близько 77 тисяч пожеж на рік. Також спостерігається стала тенденція до зростання збитків від пожеж. Зареєстровано збільшення загиблих унаслідок пожеж у будівлях і спорудах житлового призначення (+8,9 %), причому, у житлових будинках (+7,8 %). Аналогічний стан склався і з травмуванням людей у пожежах.

Актуальність напрямку дослідження говорить про необхідність визначення достатньої кількості сил і засобів, які залучаються до гасіння пожеж, першим критерієм якого є прогнозування імовірної кількості самих пожеж, які виникнуть, про що ми розглянемо у нашому науковому пошуку.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Для гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій ведуться різні оперативні дії в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і отруєному середовищі, на висотах і в підвалах, в умовах вибухів, обвалів, землетрусів та інших стихійних лих.

Для гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій ведуться різні оперативні дії в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і отруєному середовищі, на висотах і в підвалах, в умовах вибухів, обвалів, землетрусів та інших стихійних лих [2].

Подача вогнегасних речовин є не тільки основним, але і загальним видом оперативних дій підрозділів. У той же час безпека людей і тварин (порятунок, евакуація або захист їх різними засобами), хоча і належить до основного виду оперативних дій підрозділів, але є окремим, оскільки виконується не на всіх пожежах [3].

Відмінною особливістю загальних оперативних дій підрозділу є те, що вони виконуються в суворій послідовності, а тому відносяться до послідовних процесів.

Окремі оперативні дії підрозділу виконуються, як правило, паралельно з деякими загальними, такими, як оперативне розгортання та подача вогнегасних речовин.

Оперативні дії підрозділів завжди обмежені в просторі і часі. Вони здійснюються на порівняно невеликій території і більш-менш швидкоплинно.

Тривалість оперативних дій підрозділів визначається часом, необхідним для виконання оперативного завдання на пожежі, і залежить від умов оперативної обстановки, кількості, оперативності та боєздатності підрозділів. Вона починається з моменту виїзду підрозділів на пожежу і закінчується моментом постановки їх в оперативний розрахунок після виконання поставлених завдань на пожежі [4].

Зміст і особливості оперативних дій підрозділів визначаються оперативно-тактичною обстановкою на пожежі і в цілому мають загальний характер. Тим не менш, залежно від кількості підрозділів, які прибули на пожежу, їх оперативні дії характеризуються деякими кількісними показниками, що різняться між собою. Практично, а особливо в початковій стадії гасіння пожежі, більшість і навіть всі види оперативних дій можуть виконуватися одночасно, в комплексі.

Активність оперативних дій полягає у своєчасному використанні вигідних умов обстановки пожежі і своїх можливостей («зупинити» вогонь, поки він не перекинувся на сусідні будівлі, не поширився на інші приміщення), у ініціативі кожного пожежника і командира (ініціативні рішення і дії на пожежі повинні відповідати загальному задуму КПП, начальника оперативної дільниці).

Активно й успішно вести оперативні дії можуть підрозділи, добре навчені та підготовлені, психологічно стійкі які знають конструктивні особливості будівель і споруд, протипожежне водопостачання на ділянці пожежі, оснащені засобами зв'язку та протидимного захисту [5,6,7]. Важлива складова частина боротьби за підвищення активності оперативних дій – навчання особового складу чіткому виконанню оперативного розгортання, швидкому виходу ствольщиків на позиції безпосереднього виконання завдань, використання для досягнення поверхів і якнайшвидшого введення стволів в осередок пожежі ручних і автодрабин, підйомників, поєднання роботи ствольщиків зі своєчасним розкриттям і розбиранням конструкцій [8,9,10,11].

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розробка методики розрахунку імовірної кількості пожеж, які будуть ліквідовуватись ланками ГДЗС. Досягнення поставленої мети потребує вирішення наступних завдань.

Теоретичне обґрунтування методики розрахунку імовірної кількості пожеж, які будуть ліквідовуватись ланками ГДЗС.

Одне з основних завдань статистики полягає в дослідженні процесу зміни і розвитку досліджуваних явищ за допомогою побудови динамічних або часових рядів.

Проаналізувавши статистичні дані кількості пожеж та надзвичайних ситуацій в місті (районі) по роках, можна побудувати математичну модель динаміки числа пожеж та інших НС, визначити прогноз очікуваного числа їх виникнення, а, отже, й оцінити обсяг роботи гарнізону на найближчий рік, визначити достатність сил і засобів. Найбільш ефективним способом виявлення основної тенденції розвитку числа НС є аналітичне вирівнювання за допомогою математичного виразу, що найбільш точно описує характер емпіричного розподілу їх кількості за аналізований період і за допомогою якого можна виконувати прогнозування. Для цього необхідно підібрати необхідний математичний закон розподілу.

Для визначення швидкості та інтенсивності розвитку кількості пожеж та інших НС за певний час розраховуються наступні показники: абсолютний приріст, темп зростання, темп приросту.

Розрахунок цих показників ґрунтується на порівнянні між собою рівнів ряду динаміки.

Під рівнем ряду динаміки розуміється кожне окреме чисельне значення показника, який характеризує величину явища, його розмір і розташування в хронологічній послідовності.

Якщо кожний рівень ряду порівнюється з попереднім, то визначені показники називають ланцюговими; якщо усі рівні порівнюються з рівнем, який виступає як постійна база порівняння – базисними.

Абсолютний приріст (зменшення) – це різниця рівнів динамічного ряду:

- ланцюгові

$$P_i = Y_i - Y_{i-1}, \quad (1)$$

- базисні

$$P_i = Y_i - Y_0, \quad (2)$$

де P_i – абсолютний приріст;

Y_i – порівнюваний рівень;

Y_0, Y_{i-1} – базисний рівень.

Абсолютний приріст за одиницю часу вимірює абсолютну швидкість зростання. Однак більш повну характеристику процесу росту можна отримати тільки тоді, коли абсолютні величини доповнюються величинами відносними, якими є темпи зростання і темпи приросту. Вони характеризують відносну швидкість зміни рівня, тобто інтенсивність процесу зростання.

Темп зростання розраховується як відношення рівнів ряду, визначається коефіцієнтом або відсотком:

- ланцюгові

$$k_i = \frac{Y_i}{Y_{i-1}}, \quad (3)$$

- базисні

$$k_i = \frac{Y_i}{Y_0}. \quad (4)$$

Темп приросту характеризує відносну величину приросту і показує, на скільки відсотків рівень Y_i більший (менший) за базисний рівень:

$$T_i = \frac{\Pi_i}{Y_{i-1}} 100\% = (k_i - 1)100\%. \quad (5)$$

Як і абсолютний приріст, темп приросту може бути позитивним та негативним, що свідчить про збільшення або зменшення рівня.

Якщо рівень явища на етапі його розвитку, що вивчається, постійно зростає або постійно знижується, то основна тенденція є явною і чіткою.

Для кількісної характеристики загальних результатів дії чітко вираженої основної тенденції, можна використовувати абсолютний приріст, темп зростання і приросту за увесь етап розвитку явища.

Якщо ланцюгові показники динаміки, залишаючись увесь час позитивними чи негативними, різко коливаються від року до року, або постійно змінюють свій знак, розрахунок їх величини за раніше наведеними формулами може дати невірну уяву про середню швидкість зміни рівня, відповідної загальної тенденції. Тому, в цих випадках, слід порівнювати не річні, а більш типові і тривалі середньорічні рівні. Для цього звичайно проводять збільшення інтервалів, до яких відносять рівні інтервального ряду динаміки.

Збільшення інтервалів складається в переході від добових до тижневих, або декадних, від декадних до місячних, від місячних до квартальних чи річних, від річних до багаторічних. Розрахунок показників аналізу динаміки в цих випадках слід проводити модифікованими формулами.

Найбільш ефективним засобом виявлення основної тенденції розвитку є аналітичне вирівнювання. При цьому рівні ряду динаміки виявляються у вигляді функції часу $y = f(t)$. Вибір функції здійснюється на основі аналізу характеру закономірностей динаміки кількості надзвичайних ситуацій та пожеж.

Якщо характер динаміки підтверджує припущення про те, що рівень явища зростає з більш чи менш постійною швидкістю, тобто з відносно постійними абсолютними одиницями приросту, то математичним виразом такої тенденції буде пряма лінія. Аналітичне рівняння прямої має вигляд:

$$\hat{Y}_t = a_0 + a_1 t, \quad (6)$$

де \hat{Y}_t – визначені рівні;

t – час, тобто порядковий номер інтервалу чи моменту часу;

a_0, a_1 – параметри прямої.

Розрахунок параметрів створюється за допомогою методу найменших квадратів, при цьому нелінійні функції приводяться до лінійного вигляду, а в нашому випадку значення параметрів прямої розраховуються за формулами:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}, \quad (7)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}. \quad (8)$$

Прогноз розвитку явища здійснюється шляхом підстановки в отримане математичне рівняння тенденції відповідних порядкових номерів найближчих років t .

де Y – емпіричні рівні ряду динаміки;

n – число рівнів;

t – час, тобто порядковий номер інтервалу або моменту часу.

Висновки. У науковому пошуку проаналізовано основні види оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій. Проведено аналіз пожеж, які виникли протягом останніх п'яти років, до гасіння яких залучалися підрозділи ДСНС України за участю ланок ГДЗС. Запропоновано методику розрахунку імовірної кількості пожеж, які будуть ліквідуватись ланками ГДЗС. У роботі досліджено процес зміни і розвитку виникнення і розповсюдження пожеж за допомогою побудови динамічних або часових рядів. Надано рекомендації щодо побудови математичної моделі динаміки числа пожеж та інших надзвичайних ситуацій. Визначений нами прогноз очікуваного числа виникнення пожеж дасть змогу проводити подібні розрахунки по областях та проводити моніторинг спроможності залучення сил та засобів на гасіння пожеж: кількісну оцінку пожежно-рятувальних автомобілів та особового складу, які є в підрозділах ДСНС.

Література

1. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Національна доповідь про стан пожежної та техногенної безпеки в Україні. Київ, 2021. URL: <http://dsns.gov.ua/> (дата звернення: 05.03.2021).
2. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 року № 5403-VI. Київ, 2021. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/> (дата звернення: 05.03.2021).
3. LFB : London Fire Brigade. Fire protection. URL: <http://www.london-fire.gov.uk/> (дата звернення: 05.03.2021).
4. Наказ МНС України від 16.12.2011 № 1342 «Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».
5. Наказ МВС України від 07.10.2014 № 1032 «Про затвердження Порядку організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб в органах управління і підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій».
6. R. Craig Schroll (2002). Industrial Fire Protection Handbook - 2nd Edition. P- 262.
7. DIN 14097-2. (2005) Firefighting and fire protection - Fire brigade training facilities - Part 2: Gas-fueled simulation facilities. P- 234.
8. Корольчук М.С., Крайнюк В.М. Соціально-психологічне забезпечення діяльності в звичайних та екстремальних умовах: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. -К.: Ніка-Центр, 2006. -580 с.
9. Основи психологічного забезпечення діяльності МНС : Підручник /За заг. ред. проф. О.В. Тімченка. –Харків: Вид-во УЦЗУ, 2009. -217 с.
10. Трофімов Ю.Л. Інженерна психологія:[підручник] /Трофімов Ю.Л.–К.:Либідь, 2002. –264 с.
11. Фомич М.В. Розвиток професійно важливих якостей фахівців оперативно-рятувальної служби цивільного захисту: дис...кандидата психологічних наук: 19.00.09 / Фомич Микола Володимирович. –К., 2012. –235с.