

Бородич П.Ю.

доцент кафедри пожежної та рятувальної підготовки,
навчально-наукового інституту оперативно-рятувальних сил, НУЦЗ України

Пишний О.В.

здобувач вищої освіти,
навчально-наукового інституту оперативно-рятувальних сил, НУЦЗ України

ДОСЛІДЖЕННЯ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ТРЕТЬОГО ПОВЕРХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОХИЛОЇ ПЕРЕПРАВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НРВ-1 З ВИКОРИСТАННЯМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ

В доповіді наведено, 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 2024 році на території України більшість пожеж сталася в житловому секторі, а це автоматично супроводжується необхідністю рятування великої кількості постраждалих. Особливу небезпеку викликають багатопверхові 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] 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.

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. Імітаційна модель представлена на рисунку 1. 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». Всі дії даного процесу наведені в таблиці 1.

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки з курсантами Національного університету цивільного захисту України, де були встановлені мінімальні та максимальні значення часу виконання окремих дій.

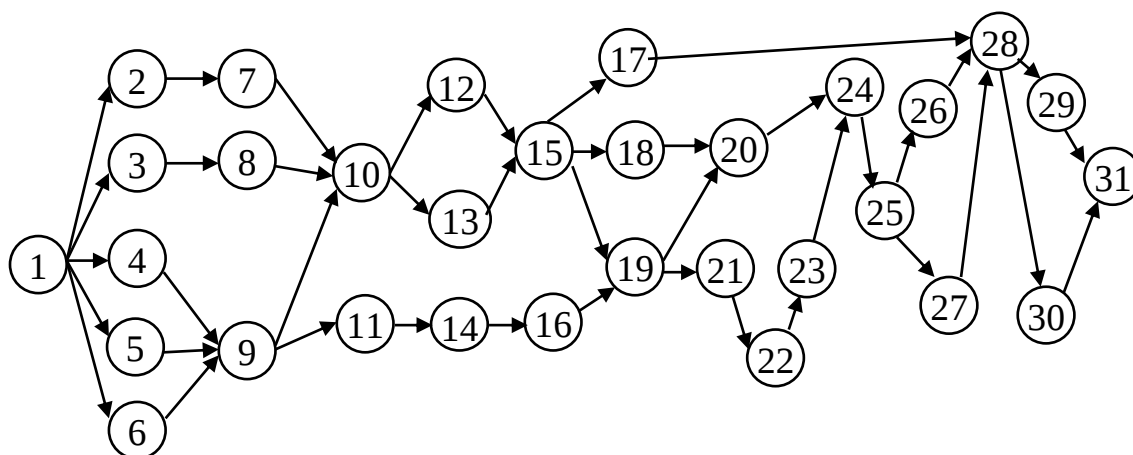


Рисунок 1 – Імітаційна модель рятування постраждалого з приміщення за допомогою НРВ-1

Таблиця 1 – Аналіз окремих дій оперативного розрахунку при рятуванні постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1

№ з/п	Операція	Опис операції	$t_{\min i, c}$	$t_{\max i, c}$	$t_{\text{ср } i, c}$	$\sigma_{i, c}$	$\sigma_{i, c}^2$
1.	1-2	Рятувальник №4 встановлює пост безпеки	40	80	45	5,0	25
2.	1-3	Рятувальник №1 одягає захисний дихальний апарат, виконує оперативну перевірку та включається в нього	50	100	75	8,3	69,4
3.	1-4	Рятувальник №2 одягає захисний дихальний апарат, виконує оперативну перевірку та включається в нього	50	100	75	8,3	69,4
4.	1-5	Рятувальник №3 одягає захисний дихальний апарат, виконує оперативну перевірку та включається в нього	50	100	75	8,3	69,4
5.	1-6	Рятувальник №5 залазить в кабінку пожежно-рятувального автомобіля та від'єднує НРВ-1	15	40	27,5	4,2	17,4
6.	2-7	Рятувальник №4 проводить розрахунки часу перебування газодимозахисників в непридатному для дихання середовищі та готує зв'язку	15	30	20	3,3	11,1
7.	3-8	Рятувальник №1 бере засоби освітлення, зв'язку та необхідне пожежно-технічне обладнання	7	18	12,5	1,8	3,4
8.	4-9	Рятувальник №2 приймає НРВ-1 від рятувальника №5	5	20	12,5	2,5	6,3
9.	5-9	Рятувальник №3 допомагає приймати	5	20	12,5	2,5	6,3

		рятувальнику №2 НРВ-1 від рятувальника №5					
10	6-9	Рятувальник №5 передає рятувальнику №2 та рятувальнику №3 НРВ-1	5	20	12,5	2,5	6,3
11	7-10	Рятувальник №4 з'єднує ланку ГДЗС зв'язкою	15	40	22,5	2,5	6,3
12	8-10	Рятувальник №1 займає місце командира ланки	3	10	6,5	1,2	1,4
13	9-10	Рятувальник №2 та рятувальник №3 переносять НРВ-1 та займають місце в ланці ГДЗС	5	15	10	1,7	2,8
14	9-11	Рятувальник №5 вилазить з кабіни пожежно-рятувального автомобіля	4	12	8	1,3	1,8
15	10-12	Рятувальник № 4 займає місце на посту безпеки	3	10	6,5	1,2	1,4
16	10-13	Рятувальник №1, рятувальник №2 та рятувальник №3 у складі ланки ГДЗС проводять розвідку з пошуком постраждалого	180	600	390	70,0	4900
17	11-14	Рятувальник №5 займає місце біля поста безпеки	3	10	6,5	1,2	1,4
18	12-15	Рятувальник № 4 веде радіообмін з командиром ланки	10	40	25	5,0	25,0
19	13-15	Командир ланки (рятувальник №1) доповідає постовому на посту безпеки (рятувальник №4) про знайденого постраждалого, рятувальник №2 та рятувальник №3 надягають на постраждалого саморятувальник 1ГІС-25	10	50	25	5,0	25,0
20	14-16	Рятувальник №5 підходить під вікно, з якого буде організовано переправу	5	10	7,5	0,8	0,7
21	15-17	Рятувальник № 4 записує дані в Журнал обліку роботи ланок ГДЗС	10	30	20	3,3	11,1
22	15-18	Рятувальник №1 починає організацію переправи шляхом закріплення одного кінця робочого канату за основну опору	5	15	10	1,7	2,8
23	15-19	Рятувальник №2 та рятувальник №3 здійснюють спуск ненавантажених канатів рятувальнику №5	5	15	10	1,7	2,8
24	16-19	Рятувальник №5 приймає ненавантажені канати	3	10	6,5	1,2	1,4
25	18-20	Рятувальник №1 кріпить страховий канат до НРВ-1	5	15	10	1,7	2,8
26	19-20	Рятувальник №2 та рятувальник №3 укладають потерпілого на НРВ-1	90	200	145	18,3	336
27	19-21	Рятувальник №5 організовує на другому кінці робочого канату систему поліспада	90	150	90	10	100
28	21-22	Рятувальник №5 натягує робочий канат за допомогою системи поліспада	45	75	60	5,0	25,0
29	22-23	Рятувальник №5 знімає систему поліспада	10	20	15	1,7	2,8

30	20-24	Рятувальник №1, рятувальник №2 та рятувальник №3 виносять НРВ-1 з потерпілим на підвіконня	20	40	30	3,3	11,1
31	23-24	Рятувальник №5 підіймає руку догори для сповіщення рятувальника №1, рятувальника №2 та рятувальника №3 про те, що робочий канат готовий	1	3	2	0,3	0,1
32	24-25	Рятувальник №2 та рятувальник №3 відпускають НРВ-1 з потерпілим на робочий канат, а рятувальник № 5 слідкує за станом робочого канату	8	15	11,5	1,2	1,4
33	25-26	Рятувальник №5 слідкує за спуском постраждалого	25	40	32,5	2,5	6,3
34	25-27	Рятувальник №1 проводить спуск НРВ-1 з потерпілим з використанням страхового канату	25	40	32,5	2,5	6,3
35	17-28	Рятувальник № 4 допомагає рятувальнику № 5 зняти НРВ-1 з робочого канату	20	30	25	1,7	2,8
36	26-28	Рятувальник № 5 знімає НРВ-1 з робочого канату	20	30	25	1,7	2,8
37	27-28	Рятувальник №1, рятувальник №2 та рятувальник №3 слідкують з тим як рятувальник №5 та рятувальник № 4 знімають НРВ-1 з робочого канату	20	30	25	1,7	2,8
38	28-29	Рятувальник №4 та рятувальник № 5 встановлюють НРВ-1 з потерпілим в безпечному місті, від'єднують постраждалого з НРВ-1 та знімають з нього саморятувальник ІГІС-25	40	90	20	3,3	11,1
39	28-30	Рятувальник №1, рятувальник №2 та рятувальник №3 у складі ланки ГДЗС рухаються на свіже повітря	90	180	135	15,0	225
40	29-31	Рятувальник №4 та рятувальник № 5 шикуються біля пожежно-рятувального автомобіля	5	20	12,5	2,5	6,3
41	30-31	Рятувальник №1, рятувальник №2 та рятувальник №3 шикуються біля пожежно-рятувального автомобіля	10	30	20	3,3	11,1

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 [4], дана оцінка розраховується як:

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

Використавши отримані результати, були розраховані [4] основні параметри мережевої моделі (таблиця 2).

Таблиця 2 – Параметри мережевої моделі рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1

Операція	t _i , с	Ранній час		Пізній час		Резерв часу R, с
		t _{i р.п.} , с	t _{i р.з.} , с	t _{i п.п.} , с	t _{i п.з.} , с	
1-4	75	0	75	0	75	0
1-5	75	0	75	0	75	0
4-9	12,5	75	87,5	75	87,5	0
5-9	12,5	75	87,5	75	87,5	0
9-10	10	87,5	97,5	87,5	97,5	0
10-13	390	97,5	487,5	97,5	487,5	0
13-15	25	487,5	512,5	487,5	512,5	0
15-19	10	512,5	522,5	512,5	522,5	0
19-20	145	522,5	667,5	522,5	667,5	0
20-24	30	667,5	697,5	667,5	697,5	0
24-25	11,5	697,5	709	697,5	709	0
25-27	32,5	709	741,5	709	741,5	0
27-28	25	741,5	766,5	741,5	766,5	0
28-30	135	766,5	901,5	766,5	901,5	0
30-31	20	901,5	921,5	901,5	921,5	0
1-3	75	0	75	3,5	78,5	3,5
3-8	12,5	75	87,5	78,5	91	3,5
8-10	6,5	87,5	94	91	97,5	3,5
10-13	390	97,5	487,5	97,5	487,5	0
13-15	25	487,5	512,5	487,5	512,5	0
15-18	10	512,5	522,5	647,5	657,5	135
18-20	10	522,5	532,5	657,5	667,5	135
20-24	30	667,5	697,5	667,5	697,5	0

24-25	11,5	697,5	709	697,5	709	0
25-27	32,5	709	741,5	709	741,5	0
27-28	25	741,5	766,5	741,5	766,5	0
28-30	135	766,5	901,5	766,5	901,5	0
30-31	20	901,5	921,5	901,5	921,5	0
1-6	27,5	0	27,5	47,5	75	47,5
6-9	12,5	75	87,5	75	87,5	0
9-11	8	87,5	95,5	498	506	410,5
11-14	6,5	95,5	102	506	512,5	410,5
14-16	7,5	512,5	520	515	522,5	2,5
16-19	6,5	522,5	529	524	530,5	1,5
19-21	90	529	619	530,5	620,5	1,5
21-22	60	619	679	620,5	680,5	1,5
22-23	15	679	694	680,5	695,5	1,5
23-24	2	694	696	695,5	697,5	1,5
24-25	11,5	697,5	709	697,5	709	0
25-26	32,5	709	741,5	709	741,5	0
26-28	25	741,5	766,5	864	889	122,5
28-29	20	766,5	786,5	889	909	122,5
29-31	12,5	786,5	799	909	921,5	122,5
1-2	45	0	45	10	55	10
2-7	20	45	65	55	75	10
7-10	22,5	65	87,5	75	97,5	10
10-12	6,5	97,5	104	481	487,5	383,5
12-15	25	487,5	512,5	487,5	512,5	0
15-17	20	512,5	522,5	696,5	716,5	184
17-28	25	522,5	547,5	716,5	741,5	184
28-29	20	766,5	786,5	889	909	122,5
29-31	12,5	786,5	799	909	921,5	122,5

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

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

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

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

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

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

Список використаних джерел:

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. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2024 року / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – Офіц. вид. – К.: ДСНС України, 2025. – 39 с.
3. Наказ МВС України від 26.04.2018 року № 340 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. Зі змінами від 14.05.2024 року. [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0802-18#Text>].
4. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання оперативного розгортання та встановлення бандажів на ємності за допомогою пневмоінструмента / П.Ю. Бородич, А.А. Лісняк, С.С. Агашков //Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 26. – Харків: НУЦЗ України, 2017. с 29-34. [Режим доступу: <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol26/borodich,%20lisnyak.pdf>].