

## **СПОСІБ ПРІОРИТИЗАЦІЇ НАДАННЯ ВОЛОНТЕРСЬКОЇ ДОПОМОГИ В УМОВАХ РУЙНУВАННЯ БУДИНКУ**

*Анотація:* У статті розглядається проблема пріоритизації надання допомоги волонтерами під час руйнування будинків у надзвичайних ситуаціях. Запропонована та проаналізована розробка алгоритму, спрямованого на оптимізацію керування ресурсами волонтерів з врахуванням різних факторів, таких як масштаб руйнування, тип будівлі та наявність людей та небезпечних матеріалів та інші.

Дослідження також включає порівняльний аналіз існуючих платформ та систем, таких як YesHelp, волонтерська платформа, та [volonter.org](http://volonter.org), з метою виявлення переваг та недоліків кожної з них.

Результати статті доводять коректність та ефективність розробленого алгоритму пріоритизації, що задовільняє потреби та складає основу для ефективної роботи системи, що розглядається - волонтерського фонду допомоги при руйнуваннях будинку.

*Ключові слова:* пріоритизація, волонтерство, руйнування будинку, управління ресурсами, координація волонтерів.

### **Вступ**

У надзвичайних ситуаціях, таких як природні катастрофи або техногенні аварії, швидке та ефективне реагування може врятувати життя та запобігти додатковим руйнуванням та травмам. Однак, відсутність чітких критеріїв пріоритету та відсутність систематизованого підходу до розподілу волонтерських ресурсів може призвести до неефективного використання цих ресурсів та затримок у наданні допомоги тим, хто її найбільше потребує. Тому актуальним стає розробка системи, яка дозволить ефективно координувати та пріоритизувати допомогу волонтерів у надзвичайних ситуаціях руйнування будівель.

Проблематика дослідження також включає в себе складність прийняття рішень у ситуаціях невизначеності та обмежених ресурсів. Врахування різноманітних факторів, таких як тип будівлі, наявність людей та небезпечних матеріалів, вимагає розробки інтегрованої та адаптивної системи пріоритизації. Крім того, важливо врахувати не лише негайну потребу у допомозі, але й стратегічні аспекти, такі як збереження культурної спадщини та екологічна безпека.

Крім того, існує потреба в розробці системи, яка б забезпечувала не лише надання допомоги одразу після руйнування, але й підтримувала постраждалих на різних етапах відновлення, включаючи психологічну підтримку та реабілітацію.

Таким чином, проблематика дослідження враховує не лише технічні аспекти системи пріоритизації, але й складності прийняття рішень в умовах нестабільності та змін.

Дослідження включає розробку ефективного методу пріоритизації надання волонтерської допомоги в умовах руйнування будинків за допомогою інформаційної системи Фонду допомоги. Аналіз та оцінку аспектів руйнування, розробка ефективного алгоритму та критеріїв пріоритету для швидкого та ефективного реагування на надзвичайні ситуації.

### **Аналіз аналогів**

Процес пріоритизації вимагає розробки методів та стратегій, які дозволять ефективно визначати та організовувати допомогу в умовах надзвичайних ситуацій. Розглянемо методи пріоритизації та їх порівняння з метою вибору підходу до пріоритизації надання волонтерської допомоги під час руйнування будівель.

Multilevel Queue Scheduling - є одним з методів планування задач, який використовує кілька черг для класифікації задач за їхньою важливістю та пріоритетом. Цей підхід базується на принципі розподілу задач за категоріями, де кожна категорія має свою чергу для обробки. При цьому, кожна черга може мати власну стратегію планування, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів системи та забезпечувати прийнятний рівень обслуговування для різних типів задач [1].

Однією з переваг Multilevel Queue Scheduling є можливість розділення задач на категорії з різними пріоритетами, що дозволяє ефективно керувати ресурсами системи та надавати перевагу виконанню важливих та часово-критичних завдань. Крім того, цей підхід сприяє зниженню середнього часу очікування для задач з вищим пріоритетом, що впливає на загальну продуктивність системи.

Earliest Deadline First (EDF) - це алгоритм планування, який використовується для призначення пріоритетів задачам на основі їхнього терміну виконання. Головний принцип EDF полягає в тому, що задачі з найкоротшим терміном виконання мають вищий пріоритет і виконуються першими. Якщо з'являється нова задача з коротшим терміном виконання, вона отримує вищий пріоритет і починає виконуватися раніше. Цей алгоритм особливо ефективний для систем з реальним часом, де дотримання часових обмежень є критичним [2].

Переваги алгоритму Earliest Deadline First включають гарантію дотримання термінів (забезпечує вчасне виконання завдань з важливими часовими обмеженнями), мінімізацію середнього часу очікування (задачі з коротшими термінами виконання мають вищий пріоритет і виконуються швидше), ефективне використання ресурсів (максимізація використання ресурсів, оскільки пріоритети задач визначаються за їхнім часом завершення, а не за їхньою важливістю чи обсягом).

Алгоритм планування з обертанням черги (Round Robin) - є одним із найпоширеніших методів планування завдань у комп'ютерних системах, особливо в операційних системах. Цей алгоритм використовується для розподілу ресурсів (наприклад, процесорного часу) між задачами, що очікують виконання, з використанням фіксованого або адаптивного кванту часу [3].

Принцип роботи алгоритму Round Robin полягає в тому, що кожній задачі надається фіксований час виконання, який називається квантом часу. Після закінчення кванту часу для даної задачі, вона переходить у кінець черги, а інша задача отримує можливість виконання. Цей процес повторюється до тих пір, поки всі задачі не будуть виконані або поки не завершиться час планування.

Адаптивний квант часу у алгоритмі Round Robin дозволяє змінювати час виконання задач в залежності від їхніх характеристик, таких як обсяг ресурсів, складність, пріоритетність тощо. Наприклад, для коротких задач може бути призначено менший квант часу, що дозволить їм швидше завершуватися і звільнити ресурси для інших задач.

Основні переваги алгоритму Round Robin з адаптивним квантом часу включають справедливий розподіл ресурсів (допомагає уникнути простою ресурсів через довгочасні задачі, гнучкість в управлінні ресурсами (адаптивний квант часу дозволяє адаптувати час виконання задач в залежності від їхніх потреб та важливості).

Priority Scheduling (планування за пріоритетом) - це алгоритм планування, який використовується для призначення пріоритетів завданням на основі їхніх характеристик та важливості. Основна ідея полягає в тому, що задачі з вищим пріоритетом мають перевагу у виконанні перед задачами з меншим пріоритетом. Якщо дві або більше задачі мають однаковий пріоритет, використовуються інші критерії для вирішення пріоритетності, такі як час прибуття, номери задач тощо [4].

Хоча Priority Scheduling дозволяє надавати пріоритети задачам у системі, важливо враховувати його недоліки, такі як можливість блокування низькопріоритетних задач у разі великої кількості високопріоритетних задач, або можливість виникнення проблем зі стабільністю та ресурсами у випадку неправильного визначення пріоритетів.

### **Вибір підходу до формування способу пріоритизації**

У алгоритмі Multilevel Queue Scheduling задачі розділяються на певні категорії з фіксованими пріоритетами. У випадку руйнування будівель, ситуація може бути динамічною, і пріоритетність завдань може змінюватися в залежності від термінів та тяжкості ситуації. Така жорстка класифікація може ускладнити адаптацію до змін умов і не дозволить врахувати усі фактори.

Earliest Deadline First Однак він потребує точних прогнозів часу виконання задач і може виявитися менш ефективним у випадках, коли терміни виконання задач змінюються динамічно. Також, хоч даний підхід оптимізує загальний процес виконання задач, він не враховує у пріоритизації ступінь терміновості задач.

Алгоритм планування з обертанням черги не до кінця підходить в умовах надзвичайних ситуацій, оскільки навіть обравши його адаптивну версію, що враховує пріоритет, рятувальні роботи не можуть виконуватися ітеративно, необхідне надання усієї допомоги, на який надійшов запит, послідовно для будинків, що були зруйновані внаслідок надзвичайної ситуації.

Priority Scheduling (планування за пріоритетом) найкраще з проаналізованих методів підходить для використання у задачі пріоритизації надання допомоги в умовах надзвичайної ситуації, оскільки він є гнучким у плані налаштування характеристик пріоритетів, фокусується на терміновості задач, а не порядку їх надходження у систему або часу, що потрібен не їх виконання.

### Математична модель

Математична модель для розрахунку пріоритету надання допомоги при руйнуванні будівлі.  $P$ , відштовхуючись від попередньо обраного підходу Priority Scheduling, може бути розрахована на основі характеристик руйнування, та їх коефіцієнтів та виражена наступною формулою:

$$P = dw_d + fw_f + sw_s + pw_p(1 + cw_c + zw_z + tw_t) \quad (1)$$

$P$  - пріоритет надання допомоги;

$d$  - відсоток руйнування;

$f$  - кількість постраждалих поверхів;

$s$  - кількість постраждалих під'їздів (секцій);

$p$  - пріоритет типу будівлі =  $\{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ ;

$c$  - історична цінність  $\{0/1\}$ ;

$z$  - наявність небезпечних речовин та предметів у будівлі =  $\{0/1\}$ ;

$t$  - врахування робочого часу =  $\{0/1\}$ .

Також важливим фактором є густота заповнення будівлі людьми. Але, оскільки алгоритм розрахунку розробляється для використання звичайними користувачами, а не експертами, можливість впливати на результат пріоритизації через додатковий фактор є недоречною. Отже, вплив цієї характеристики було винесено на пріоритет типу будівлі та врахування робочого часу, при аналізі оцінки яких закладалося передбачення рівня скупчення людей.

Вагові коефіцієнти характеристик  $w_d$ ,  $w_f$ ,  $w_s$ ,  $w_p$ ,  $w_c$ ,  $w_z$ ,  $w_t$  можуть бути експертно налаштовані відповідно до важливості кожного параметра для ефективної

допомоги. На даному етапі розробки, відштовхуючись від пріоритетів системи, визначаємо наступні значення вагових коефіцієнтів:  $w_d = 0.05$ ,  $w_f = 0.05$ ,  $w_s = 0.05$ ,  $w_p = 10$ ,  $w_c = 0.4$ ,  $w_z = 0.4$ ,  $w_t = 0.05$ .

Для визначення пріоритету типу будівлі, на даному етапі розробки алгоритму використовуємо експертну оцінку від 0 до 1, розподіливши будинки на типи, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.

## Типізація будівель

Тип будівлі	Опис будівлі	Пріоритет	Чи враховано робочі години
Жилий будинок, або гуртожиток, або готель	Призначена для проживання людей	0.7	Ні
Медичний заклад	Будівля, де надають медичні послуги, наприклад, лікарня або клініка, пологовий будинок	0.9	Ні
Освітній заклад	Будівля для навчання, як-от школа, університет, коледж, дитячий садок	0.4	Так
Торгівельний центр, магазин	Велика будівля, що містить множину магазинів та розважальних закладів	0.2	Так
Офісна будівля	Приміщення для ведення бізнесу або адміністративної діяльності	0.2	Так
Транспортна інфраструктура	Включає вокзали, аеропорти, порти	0.7	Ні
Парковка, складське приміщення	Місця зберігання транспортних засобів, товарів та матеріалів.	0.1	Ні

Тип будівлі	Опис будівлі	Пріоритет	Чи враховано робочі години
Релігійна будівля, культурна установа	Місце для віросповідання, наприклад, церква, мечеть або синагога; музеї, театри, кінотеатри та інші місця для культурного дозвілля	0.2	Так
Розважальна установа, або заклад харчування	Нічні клуби, бари, розважальні парки, їдальні, ресторани, кав'ярні	0.2	Так
Спортивний об'єкт	Призначений для спортивних заходів та тренувань, наприклад спортзал	0.1	Так
Інше	Будівля, тип якої не підходить під жоден вищезазначений	0.5	Ні

Пріоритет виставляється на основі ранжування типів будівлі за критичністю надання термінової допомоги, відштовхуючись від категорій населення, що ймовірно знаходитимуться у будівлі, їх працездатності, ймовірності скупчень людей. Для будівель, на пріоритет допомоги яким впливають робочі години, пріоритет типу будівлі закладено як для допомоги у неробочий час.

Для певних типів будівель, важливим фактором є врахування часу, в який відбулося руйнування. Наприклад, допомога при руйнуванні офісної будівлі у неробочий час, є менш пріоритетною ніж допомога житловому будинку у неробочий час, якщо брати до уваги лише ці характеристики. Очікується, що інформаційна система самостійно розраховуватиме чи є час створення термінової заявки на допомогу робочим, але з можливістю мануального вказання часу руйнування.

Враховуючи особливості системи, для якої розробляється алгоритм, а саме терміновості надання рішення, людського фактора у наданні характеристик руйнування, частина характеристик є обов'язковими (такі як відсоток руйнування, кількість поверхів, кількість під'їздів (секцій), вибір типу будівлі, на основі якого визначається пріоритет типу будівлі, а також необхідність врахування часу, у який

створено запит, робочий чи ні), а частина - опціональними (такі як наявність небезпечних речовин, історична цінність, густота населення). Якщо користувач системи не вказує опціональну характеристику, вона або не враховується у розрахунках (для булевих значень, таких як наявність небезпечних речовин, історична цінність, або заповнюється середнім значенням 0.5, для таких характеристик як густота населення).

### Приклад застосування розробленого методу

Розглянемо результати роботи розробленого методу на змодельованій ситуації руйнування будинків. Нехай, за умов тектонічної турбулентності, в одному з районів міста було зруйновано будинки, що розташовані поруч. Більшість будинків зруйновано частково, але є кілька повністю зруйнованих будинків. Оскільки доступні волонтерські ресурси не покрийють одночасну допомогу усім будинкам, що зазнали пошкоджень, необхідно пріоритизувати порядок надання допомоги.

Руйнування сталося о 9 вечора, а отже в не робочий час. Нехай, у систему надійшла наступна інформація про руйнування, наведена на рисунку 1. Також, на рисунку 1 наведено результати розрахунку пріоритету надання допомоги для кожної з будівель.

Тип будівлі	Вхідна інформація					Розрахована інформація		Результат	
	d - відсоток руйнування	f - кількість постраждалих поверхів;	s - кількість постраждалих під'їздів (секцій);	c - історична цінність {0/1}	z - наявність небезпечних речовин та предметів у будівлі = {0/1}	p - пріоритет типу будівлі = {0.1, 0.2, ..., 1}	t - врахування робочого часу = {0/1}	P - пріоритет надання допомоги	Ранжування будівель за спаданням пріоритету
Житловий будинок	75	1	1	1	0	0,7	0	12,15	3
Житловий будинок	50	3	2	0	0	0,7	0	10,75	5
Житловий будинок	75	5	2	0	0	0,7	0	12,1	4
Готель	25	5	1	0	0	0,7	0	9,55	6
Офісна будівля	75	5	1	0	0	0,2	1	7,05	8
Медичний заклад	50	2	1	0	1	0,9	0	13,05	1
Медичний заклад	50	2	2	0	0	0,9	0	12,7	2
Заклад харчування	25	1	2	0	0	0,2	1	4,4	9
Парковка	25	1	1	0	0	0,1	0	3,35	10
Освітній заклад	50	2	2	1	0	0,4	1	8	7

Рисунок 1. Вхідні данні задачі, та розраховані пріоритети надання допомоги

Проведені розрахунки допомогли сформулювати наступний пріоритизований перелік надання допомоги (вказано тип будівлі та її особливість, що аргументує знаходження на відповідній позиції):

1. Медичний заклад з небезпечними речовинами;
2. Медичний заклад без небезпечних речовин;
3. Житловий будинок, що несе історичну цінність і має високий відсоток руйнування;

4. Житловий будинок, що має високий відсоток руйнування та велику кількість зруйнованих поверхів та під'їздів, але не має історичної цінності;

5. Житловий будинок, що має нижчий відсоток руйнування, порівняно з попереднім та меншу кількість зруйнованих поверхів та під'їздів, але не має історичної цінності;

6. Готель, що має низький відсоток руйнування, та порівняно з житловими будинками, не багато зруйнованих поверхів та під'їздів, не несе історичної цінності;

7. Освітній заклад, що має незначні руйнування, але несе історичну цінність, з урахуванням, що руйнування сталося в неробочий час;

8. Офісна будівля, що має високий відсоток, середній масштаб руйнування, але з урахуванням, що руйнування сталося в неробочий час;

9. Заклад харчування, що має незначні руйнування, з урахуванням, що руйнування сталося в неробочий час;

10. Парковка, що має незначні руйнування.

Ці результати можна використовувати як основу для подальших досліджень та розробки системи допомоги у надзвичайних ситуаціях з метою мінімізації збитків та підвищення ефективності рятувальних заходів.

### **Висновки**

У статті досліджено проблему ефективної пріоритизації та організації надання допомоги в надзвичайних ситуаціях, зокрема, при руйнуванні будівель. Надзвичайні ситуації, такі як природні катастрофи або техногенні аварії, часто створюють невідкладну потребу у координації рятувальних заходів та алокації обмежених ресурсів.

Розроблена математична модель для пріоритизації надання допомоги базується на комплексному аналізі різноманітних характеристик руйнування будівель та контекстуальних факторів. Введені параметри, такі як відсоток руйнування, кількість постраждалих поверхів та під'їздів, історична цінність будівлі, наявність небезпечних речовин тощо, піддаються математичному аналізу з метою визначення їхнього впливу на терміновість надання допомоги.

Запропоновано використання вагових коефіцієнтів для кожної характеристики, які можуть бути налаштовані експертами відповідно до конкретних умов та потреб системи. Ці вагові коефіцієнти визначають значущість кожного параметра в контексті пріоритетів надання допомоги.

Проаналізовано різні типи будівель та їх ступені терміновості у випадку надання допомоги. Шляхом ранжування будівель за їхньою важливістю та відносною терміновістю вироблено систему пріоритетів, яка допомагає раціонально розподілити ресурси та мінімізувати збитки.



Надано приклад застосування розробленого методу на змодельованій ситуації руйнування будинків під час тектонічної турбулентності, де відбір найбільш критичних об'єктів для надання допомоги здійснюється за допомогою розробленої математичної моделі, яка продемонструвала свою ефективність та придатність запропонованого методу для оптимізації процесу надання допомоги у надзвичайних ситуаціях. Модель враховує не лише фізичні параметри руйнування, а й контекстуальні фактори, такі як робочий час, наявність небезпечних речовин, історична цінність тощо. Це дозволяє більш глибоко аналізувати ситуацію та раціонально розподіляти ресурси для максимально ефективної допомоги.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Sindhu, M., Rajkamal, R., & Vigneshwaran, P. (2010). An Optimum Multilevel CPU Scheduling Algorithm. International Conference on Advances in Computer Engineering, 10.1109/ACE17216.2010, 90-94.*
2. *Shreedhar, M., & Varghese, G. (1996). Efficient fair queueing using deficit round robin. IEEE/ACM Transactions on Networking, 1558-2566, 375-385.*
3. *Tyagi, S., Choudhary, S., & Akshant, P. (2012). Enhanced Priority Scheduling Algorithm to minimise Process Starvation. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2250-2459, 288-293.*
4. *Qureshi, I. (2014). CPU Scheduling Algorithms: A Survey. International Journal of Advanced Networking and Applications, 1968-1973, 1968-1975.*
5. *Zinkova, K.V., & Kohan, A.V. (2023). Prioritization of volunteer assistance for the information system of the aid fund in case of destruction of buildings in the city. Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (SoftTech-2023), (394-397). Kyiv*