

О. О. Ченчева, С. В. Сукач

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна

РИЗИК-ОРІЄНТОВАНА ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ ТА ВИБУХОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРІВ У ЩІЛЬНІЙ МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

Анотація. Актуальність. Актуальність дослідження зумовлена масовим використанням вуличних електрогенераторів в умовах енергетичної нестабільності та надзвичайних ситуацій, що супроводжується зростанням ризиків пожеж і вибухів у щільній міській забудові. Відсутність уніфікованих підходів до оцінювання рівнів пожежовибухонебезпеки таких установок ускладнює прогнозування наслідків і прийняття ефективних управлінських рішень. **Об'єкт дослідження:** процеси виникнення та розвитку пожежовибухонебезпечних ситуацій під час експлуатації вуличних електрогенераторів в умовах міського середовища та надзвичайних ситуацій. **Мета статті:** визначення та обґрунтування рівнів ризику пожежовибухонебезпеки вуличних електрогенераторів шляхом аналізу умов їх експлуатації та основних небезпечних факторів з метою підвищення безпеки населення й об'єктів інфраструктури. **Результати дослідження.** У статті проаналізовано пожежну та вибухову небезпеку побутових генераторів, розміщених у щільній міській забудові без спеціальних захисних конструкцій і в безпосередній близькості до будівель. Запропоновано інтегральну експрес-оцінку рівня ризику настання пожежі й вибуху на основі імовірності, наслідків, експозиції та температурного коефіцієнта навколишнього середовища. **Висновки.** Отримані результати забезпечують можливість швидкої оцінки умов експлуатації вуличних генераторів під час екстрених відключень електропостачання та своєчасного впровадження превентивних заходів з мінімізації ризиків. Отримані результати можуть бути використані для оперативної оцінки пожежної та вибухової небезпеки побутових генераторів у щільній міській забудові під час екстрених відключень електропостачання. Запропонована експрес-методика доцільна для практичного застосування органами цивільного захисту, експлуатаційними службами, суб'єктами господарювання та органами місцевого самоврядування з метою обґрунтування превентивних заходів, підвищення рівня безпеки населення і зменшення потенційних втрат.

Ключові слова: вуличні електрогенератори, пожежовибухонебезпека, рівень небезпеки, надзвичайні ситуації, безпека населення.

Вступ

Постановка проблеми. Тривалі відключення електроенергії зумовили масове використання автономних джерел живлення, насамперед бензинових і дизельних генераторів, у прибудинкових територіях житлової забудови. Це явище викликане об'єктивною потребою забезпечення базових умов життєдіяльності населення, проте супроводжується низкою системних проблем техногенного, екологічного, санітарного та соціального характеру. Стихійна експлуатація генераторів у безпосередній близькості до житлових будинків створює серйозні ризики для здоров'я населення. Викиди продуктів згоряння палива, зокрема чадного газу (СО), оксидів азоту та дрібнодисперсних частинок, у разі недостатньої вентиляції або неправильного розміщення обладнання можуть призводити до гострих отруєнь, загострення серцево-судинних і респіраторних захворювань, а в окремих випадках — до летальних наслідків.

Виникає проблема шумового навантаження. Більшість побутових генераторів не призначені для тривалої роботи в густонаселених районах і створюють рівень шуму, що перевищує допустимі санітарні норми. Це негативно впливає на психоемоційний стан мешканців, порушує сон, спричиняє конфлікти між сусідами та знижує загальний рівень комфортності проживання у міському середовищі.

Зберігання пального у неналежних умовах, використання саморобних подовжувачів, перевантаження електромереж і недотримання правил експлуатації генераторів значно збільшують імовірність виникнення пожеж, особливо у дворах багатоповерхових будинків, де евакуація у разі надзвичайної ситуації ускладнена. Крім того, відсутність чітких правил

розміщення та використання генераторів у житловій забудові, а також недостатній рівень поінформованості населення щодо безпечної експлуатації такого обладнання, призводять до стихійності та неконтрольованості цього процесу. У довгостроковій перспективі це формує додаткові загрози громадській безпеці та підсилює соціальну напругу в громадах.

Таким чином, проблема масового використання генераторів у прибудинкових територіях виходить за межі суто енергетичного питання і потребує комплексного підходу, що поєднує нормативне регулювання, інформаційно-просвітницьку роботу, розвиток безпечніших альтернативних джерел енергії та врахування принципів цивільної безпеки й сталого розвитку міського середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пожежна небезпека масового використання електрогенераторів у прибудинкових територіях суттєво посилюється через системне недотримання вимог чинних нормативних документів у сфері пожежної та техногенної безпеки, зокрема державних будівельних норм. Згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», розміщення джерел підвищеної пожежної небезпеки повинно здійснюватися з дотриманням установлених протипожежних відстаней, а також із урахуванням класу вогнестійкості будівельних конструкцій і матеріалів [1]. Фактичне встановлення генераторів упритул до фасадів житлових будинків, господарських споруд, балконів, вікон та вентиляційних отворів суперечить цим вимогам і створює умови для швидкого поширення пожежі у разі займання [2]. Водночас відсутність стаціонарних або сертифікованих захисних корпусів (кожухів) для генераторів не відповідає принципам забезпечення пожежної безпеки, визначеним у ДБН В.1.1-7:2016, які передбачають

мініміза-цію впливу джерел тепла, іскор та відкритих гарячих поверхонь на навколишнє середовище. Використання тимчасових укриттів із горючих матеріалів (деревина, полімери, плівка, тенти) фактично підвищує пожежне навантаження у дворовому просторі.

Крім того, відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», прибудинкові території житлової забудови мають забезпечувати безпечні умови проживання, у тому числі з урахуванням пожежних розривів, можливості під'їзду пожежної техніки та недопущення розміщення потенційно небезпечних об'єктів у місцях масового перебування людей [3]. Стихійне встановлення генераторів у дворах багатоквартирних будинків порушує ці вимоги та ускладнює доступ екстрених служб у разі виникнення пожежі [4]. Окрему загрозу становить можливість займання від сторонніх джерел запалювання, зокрема недопалків сигарет. В умовах зберігання пального, наявності парів бензину або дизельного пального та горючих матеріалів навіть незначне джерело вогню може спричинити загоряння, що суперечить загальним вимогам пожежної безпеки, визначеним Правилами пожежної безпеки в Україні та положенням ДБН В.1.1-7:2016 щодо недопущення відкритих джерел вогню поблизу пожежонебезпечних установок.

Додатковим фактором ризику є іскріння під час роботи та підключення електрогенераторів, що виникає внаслідок використання несертифікованих подовжувачів, перевантаження мережі або зношеного електрообладнання [5]. Такі умови суперечать вимогам безпечної експлуатації електроустановок і створюють реальну загрозу займання ізоляції, сухої рослинності або елементів благоустрою прибудинкових територій.

У сукупності зазначені порушення норм ДБН В.1.1-7:2016 та ДБН Б.2.2-12:2019 формують високий рівень пожежної небезпеки у житлових кварталах, що в умовах щільної забудови та обмежених шляхів евакуації може мати тяжкі наслідки для життя і здоров'я мешканців та потребує нормативного врегулювання і посиленого контролю з боку органів місцевої влади та служб цивільного захисту.

Метою роботи є визначення та обґрунтування рівнів ризику пожежо-вибухонебезпеки вуличних електрогенераторів шляхом аналізу умов їх експлуатації та основних небезпечних факторів з метою підвищення безпеки населення й об'єктів інфраструктури.

Основний матеріал

Оцінювання ризику ґрунтується на положеннях ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» та Правилах пожежної безпеки в Україні, які передбачають ідентифікацію джерел пожежної небезпеки, оцінку умов їх розміщення та можливих наслідків. Методологічною основою обрано напівкількісний підхід відповідно до ISO 31000:2018 «Risk management – Guidelines» та ISO/IEC 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques», що допускає використання бальних шкал за умов обмежених вихідних даних. Такий підхід забезпечує обґрунтоване ранжування ризиків і прийняття управлінських рішень щодо допустимості або заборони

експлуатації генераторів у житловій забудові. Запропоновано визначити інтегральний показник ризику, який враховує імовірність виникнення пожежі, рівень впливу людей, тяжкість можливих наслідків для населення, споруд і майна, а також враховувати температурний показник. Запропоновано визначити ризик пожежо-вибухонебезпеки побутових генераторів як добуток чотирьох складових:

$$R = P \times E \times C \times k_T, \quad (1)$$

де P – імовірність виникнення пожежі або вибуху; E – рівень впливу на людей і забудову; C – тяжкість можливих наслідків; k_T – коефіцієнт впливу температури оточуючого середовища.

Кожен показник оцінюється за бальною шкалою від 1 до 5, а температурний коефіцієнт є показником, що здатен підсилювати чи знижувати вплив виникнення негативної події та ризик її настання.

Розглянемо конкретний випадок розташування вуличних генераторів, рис. 1.

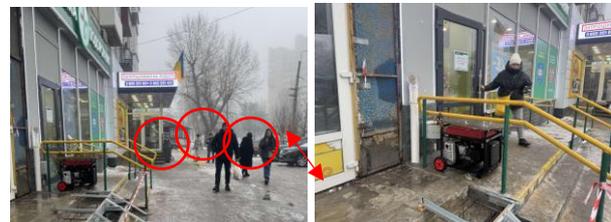


Рис. 1. Фото розташування генератора та вихідні умови для розрахунку та оцінки ризику

Вихідні умови для оцінки: дизельні і бензинові генератори розташовані на вулиці біля комерційних об'єктів у п'ятиповерховому будинку на вулиці з інтенсивним рухом людей. Спеціалізовані місця розташування не передбачено. Розташування у безпосередній близькості до об'єкту живлення на відстані до 1,5 м. Живлення відбувається з використанням незахищених побутових подовжувачів. Визначимо ризик виникнення пожежі та настання негативних наслідків для людей і майна в результаті роботи 4 таких генераторів в умовах зимових температур -17°C (табл. 1).

*Таблиця 1 – Оцінка імовірності (P)**

Фактор	Опис	Бал
Тип генератора	бензиновий / дизельний	3–4
Тривалість роботи	>6 год/добу	4
Наявність захисного корпусу	відсутній	5
Відстань до будівлі	2–3 м	5
Паливо поруч	зберігається і іншому місці	2
Електропідключення	подовжувачі, іскріння	4

* Для описаних умов: $P \approx 4$ бали (висока імовірність).

Для оцінки експозиції приймали до уваги поверховість будинку, середню кількість людей на вулиці, наявність вікон і балконів, що може привести до руйнування скління, тип забудови та наявні шляхи евакуації. Результати занесено у табл. 2.

Таблиця 2 – Оцінка експозиції (Е, середнє арифметичне)*

Параметр	Умови	Бал
Людність вулиці	людна, постійний рух	5
Тип забудови	багатоповерхова	5
Кількість поверхів	5 поверхів	4
Вентиляційні отвори	вікна, балкони поруч	5
Можливість евакуації	частково обмежена	3

*Е ≈ 4,4 бали (дуже високий рівень впливу).

3 метою оцінки потенційного впливу горіння і вибуху генератора на населення, будівлі та майно було виконано моделювання вибуху генератора потужністю 10 кВт з вмістом палива у ємності для палива на рівні ¼ від загального об'єму. Моделювання виконувалося у програмному продукті Aloha. Отримана температурна карта представлена на рис. 2.

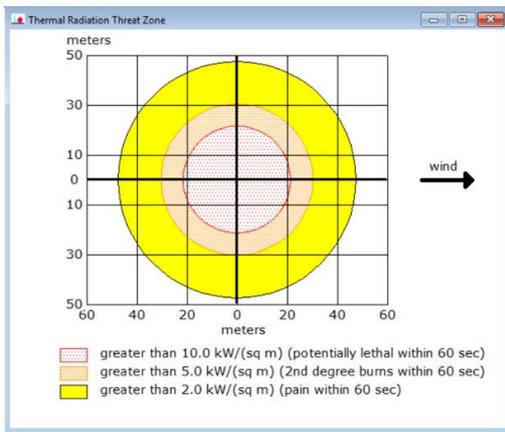


Рис. 2. Результати моделювання теплового шару вибуху вуличного енергатора у програмному продукті Aloha

З отриманих результатів видно, що тепла куля ураження розповсюджується до 40 м від місця вибуху, а на відстані до 20 м. можуть спостерігатися летальні наслідки для перехожих. Таким чином для оцінки наслідків було обрано фактори пожежного навантаження, потенційну можливість вибуху від потрапляння недопалків, іскріння, підпалу та ін., зону поширення вогню, ризик для людей та доступ рятувальних підрозділів (табл. 3).

Таблиця 3 – Оцінка наслідків (С, середнє арифметичне)*

Критерій	Потенційні наслідки	Бал
Пожежне навантаження	утеплювач фасаду, МАФи	4
Можливість вибуху	пари пального	4
Поширення вогню	вертикальне (фасад)	5
Ризик для людей	чисельне ураження	4
Доступ пожежних	доступний	2

*С = середнє арифметичне. С ≈ 3.8 бали (важкі наслідки).

Температура зовнішнього середовища суттєво впливає на рівень пожежо- та вибухонебезпеки вуличних генераторів. Підвищення температури повітря сприяє більш інтенсивному випаровуванню палива та мастильних матеріалів, підвищуючи концентрацію легкозаймистих парів, а також збільшує нагрів електричних та механічних компонентів, що підвищує ймовірність іскроутворення або перегріву. Низькі

температури можуть зменшувати випаровування палива, проте різкі коливання температури або контакт із джерелом іскри здатні спричинити займання. Тому при оцінюванні рівнів ризику пожежо- та вибухонебезпеки генераторів необхідно враховувати температурний коефіцієнт, який коригує ймовірність виникнення небезпечних ситуацій залежно від умов зовнішнього середовища. Температурний коефіцієнт та його значення було обрано на основі теплової теорії виникнення та поширення полум'я (табл. 4).

Таблиця 4 – Температурний коефіцієнт зовнішнього середовища

Темп., °С	Коеф. (k)	Темп., °С	Коеф. (k)
-20	0,7	20	1,1
-10	0,8	30	1,2
0	0,9	40	1,3
10	1,0		

Підставивши значення у формулу (1), отримаємо чисельний розрахунок інтегрального ризику:

$$R = 4 \times 4,3 \times 3,8 \times 0,8 \approx 53,5.$$

Скориставшись шкалою інтерпретації ризику (табл. 5), визначимо, що $R \approx 53,5 \rightarrow$ високий рівень ризику.

Таблиця 5 – Шкала інтерпретації ризику

Значення R	Рівень ризику	Рекомендації
до 20	низький	допустима експлуатація
21–40	помірний	додаткові заходи
41–70	високий	обмеження
>70	критичний	заборона/негайне усунення

Для мінімізації ризиків пожежої та вибухової безпеки побутових електрогенераторів доцільно забезпечувати безпечні відстані до будівель і горючих матеріалів, застосовувати вогнестійкі екрани, контролювати умови експлуатації за підвищених температур та дотримуватися вимог щодо зберігання пального і технічного обслуговування обладнання. Важливим є оснащення місць експлуатації первинними засобами пожежогасіння та підготовка користувачів до дій у разі надзвичайних ситуацій. Застосування інтегральної експрес-оцінки ризику дає змогу оперативно визначити рівень пожежої та вибухової безпеки з урахуванням ключових чинників, що особливо актуально в умовах екстрених відключень електропостачання. Перевагою методики є її простота, універсальність і придатність для обґрунтування превентивних заходів та пріоритетів реагування.

Висновки

У статті розглянуто актуальну проблему пожежої та вибухової безпеки побутових електрогенераторів, що експлуатуються в умовах щільної міської забудови без застосування спеціальних захисних або протипожежних конструкцій та розміщуються в безпосередній близькості до будівель і споруд. Встановлено, що такі умови експлуатації суттєво підвищують рівень ризику виникнення пожеж і вибухів, особливо під час екстрених відключень електропостачання та інтенсивного використання генераторів. Запропоно-

вано інтегральну експрес-оцінку рівня ризику настання пожежі та вибуху, що базується на комплексному врахуванні імовірності ініціювання небезпечної події, можливих наслідків, рівня експозиції об'єктів і людей, а також температурного коефіцієнта навколишнього середовища. Включення температурного чинника дало змогу більш точно відобразити вплив зовнішніх умов на пожежну безпеку генераторів.

Отримані результати свідчать про практичну доцільність використання запропонованої методики для швидкої оцінки умов експлуатації вуличних побутових генераторів у міському середовищі. Запропонований підхід може бути застосований для оперативного прийняття рішень, своєчасного реагування

та впровадження превентивних заходів, спрямованих на мінімізацію пожежних і вибухових ризиків та підвищення рівня безпеки населення й забудови в умовах надзвичайних ситуацій.

Конфлікт інтересів. Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Використання засобів штучного інтелекту. Автори підтверджують, що не використовували технології штучного інтелекту при створенні представленої роботи..

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mykhailova, A., Ballo, Y., Krykun, O., & Ponomarenko, R. (2025). Methodology for conducting fire research of the temperature regime of fire in generating station. *Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety*, vol. 2(20), pp. 62–72, doi: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.2\(20\).62-72](https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.2(20).62-72)
2. Farajirad, N., & Ensari Özay, M. (2025). Identification and simulation of fire and explosion hazards using HAZOP and ALOHA: Case study of the ignition system of a power plant. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, vol. 8(2), pp. 120–132, doi: <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1629732>
3. Januszewski, J., & Brzezińska, D. (2021). RDF fire and explosion hazards at power plants. *Sustainability*, vol. 13(22), 12718, doi: <https://doi.org/10.3390/su132212718>
4. Semychayevskiy, S. V., & Neseniuk, L. P. (2024). On the research of the fire hazard of the technological process in machine rooms of nuclear and thermal power plants. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, vol. 6(1), pp. 213–219, doi: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.6.1/35>
5. Shekhar, R., Sundararajan, S., & Pham, H. (2018). Numerical investigation of transient low-power metal vapour discharges occurring in near-limit ignitions of flammable gas. *arXiv:1801.08384*, doi: <https://doi.org/10.1088/1361-6463/aaed04>

Received (Надійшла) 27.11.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 21.01.2026

Publication date (Дата публікації) 27.02.2026

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Ченчева Ольга Олександрівна – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна; **Olha Chencheva** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Civil and Labour Safety, Geodesy and Land Management, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University, Kremenchuk, Ukraine; e-mail: chenchevaolga@gmail.com; ORCID Author ID: <http://orcid.org/0000-0002-5691-7884>; Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203619235>.

Сукач Сергій Володимирович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна; **Serhii Sukach** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Civil and Labour Safety, Geodesy and Land Management, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University, Kremenchuk, Ukraine; e-mail: sergvs69@ukr.net; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-6834-0197>; Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202153691>.

Risk-oriented assessment of fire and explosion hazards of household electric generators in dense urban development

Olha Chencheva, Serhii Sukach

Abstract. The relevance of the study is driven by the widespread use of outdoor household electric generators under conditions of energy instability and emergency situations, which is accompanied by an increased risk of fires and explosions in densely built-up urban areas. The lack of unified approaches to assessing the level of fire and explosion hazards of such installations complicates the prediction of possible consequences and the adoption of effective management decisions. **Object of the study** is the processes of occurrence and development of fire- and explosion-hazardous situations during the operation of outdoor electric generators in an urban environment. **Purpose of the article** is to determine and substantiate the levels of fire and explosion risk of outdoor electric generators by analyzing their operating conditions and the main hazardous factors in order to improve the safety of the population and infrastructure facilities. **Research results.** The fire and explosion hazards of household electric generators located in dense urban development without special protective structures and in close proximity to buildings are analyzed. An integral rapid risk assessment of fire and explosion occurrence is proposed based on the evaluation of probability, potential consequences, exposure, and the ambient temperature coefficient. **Conclusions.** The obtained results enable a rapid assessment of operating conditions of outdoor electric generators during emergency power outages and support the timely implementation of preventive measures aimed at risk minimization. The proposed rapid assessment method can be applied by civil protection authorities, operating services, business entities, and local governments to enhance public safety and reduce potential losses.

Keywords: outdoor electric generators, fire and explosion hazard, hazard level, emergency situations, public safety.