

**Тищенко Є. О.**

професор кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор

**Котляр Д. О.**

ад'юнкт докторантури-ад'юнктури Національного університету цивільного захисту України

## **АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ДЛЯ РЯТУВАЛЬНИКІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ ЗІ ЗРУЙНОВАНОЮ ЧИ ПОШКОДЖЕНОЮ СИСТЕМОЮ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ**

Сучасні виклики у сфері ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) актуалізують важливу проблему, що стосується діяльності рятувальних підрозділів на об'єктах із пошкодженими або зруйнованими системами блискавкозахисту (БЗ) [1].

Актуальність теми зумовлена рядом важливих факторів. По-перше, метеорологічні спостереження та аналітичні дані служб цивільного захисту, як в Україні, так і у світі, свідчать про зростання інтенсивності та частоти грозових явищ. Це безпосередньо підвищує ризик ураження інфраструктурних об'єктів блискавкою, а відтак, суттєво збільшує небезпеку для рятувальників, які працюють у зонах надзвичайних ситуацій, особливо під час грозової активності [6]. По-друге, руйнування або пошкодження систем блискавкозахисту внаслідок бойових дій, пожеж, вибухів чи стихійних лих створює надзвичайно небезпечне середовище [3]. У таких умовах різко зростає ймовірність ураження електричним струмом через неконтрольоване розповсюдження струму блискавки, а також через вторинні ефекти – сплески напруги чи крокову напругу. Крім того, підвищується ризик виникнення вторинних надзвичайних подій – пожеж, вибухів або коротких замикань, зумовлених небезпечними електричними розрядами, особливо за наявності пошкоджених комунікацій або вибухонебезпечних матеріалів.

До основних небезпек, що загрожують рятувальникам, під час ліквідації надзвичайних ситуацій на об'єктах зі зруйнованою чи пошкодженою системою блискавкозахисту належать такі фактори:

- а) пряме ураження блискавкою під час активної грози – рятувальники, що працюють на відкритих або частково пошкоджених конструкціях під час грози, ризикують бути у зоні повторних ударів;
- б) несподівані струмові шляхи через пошкоджені елементи LPS (ринги, струмоводи, заземлювачі) якщо громовідвідні елементи деформовані або переломані, струм блискавки (або залишковий потенціал після розряду) може проходити через металеві конструкції, арматуру, покрівельні елементи, труби, крани, обладнання – тобто через те, що рятувальники можуть торкатися. Через це підвищується ризик отримати електротравму при контакті з ураженими поверхнями;
- в) небезпека від замикань і перенапруг у електромережах/обладнанні – це прямий або близький удар може спричинити замикання, пошкодження ізоляції й створити напругу на корпусах обладнання. Пошкоджена система блискавкозахисту знизить контрольований відвід струму в землю;
- г) пожежі, спалахи та вибухи – індустріальні об'єкти (резервуари, легкозаймисті рідини, газо-повітряні суміші) підвищують ризик вторинних пожеж і вибухів при ураженні блискавкою. Пошкоджений LPS може не відвести імпульсний струм, що підвищує шанс займання;
- д) структурні ушкодження й нестабільність – удар блискавки та супутні пожежі можуть порушити несучу здатність конструкцій; рятувальники ризикують впасти або бути травмованими уламками;
- е) ризики при наданні допомоги постраждалим під час грози – торкання потерпілого без оцінки безпеки довкола може поставити рятувальника під ризик, хоча надання першої допомоги після стихання грози є безпечним за рекомендаціями медичних позицій [4, 5].

Система блискавкозахисту (LPS) призначена для безпечного відведення струму блискавки в землю через спеціальні струмовідводи та заземлювачі [1]. Коли окремі її елементи зруйновані або пошкоджені, струм розряду шукає альтернативні шляхи через металеві конструкції, комунікації або обладнання будівлі. Це призводить до появи небезпечних потенціалів на поверхнях, до яких може торкатися людина. Крім того, пошкодження або корозія заземлювальної системи підвищує її опір, що спричиняє локальне накопичення високих напруг у ґрунті навколо точки розряду. У результаті навіть короточасний контакт із металевими елементами чи перебування поруч може призвести до ураження електричним струмом [1].

Комплекс заходів щодо забезпечення електробезпеки рятувальників і захисту технічних засобів від впливу блискавки під час аварійно-рятувальних операцій:

1. Оцінка метеоумов. Перед початком робіт необхідно здійснити оцінку погодних умов та визначити наявність активної грозової діяльності. У разі триваючої грози або високої ймовірності ударів блискавки слід утриматися від виконання робіт на відкритих або висотних ділянках. Персонал має бути своєчасно евакуйований до безпечних укриттів.

2. Ізоляція та деенергізація електромереж. За можливості слід відключити або ізолювати джерела електроживлення, припинивши подачу напруги на пошкоджене обладнання. Координацію таких дій необхідно проводити спільно з персоналом електротехнічного обслуговування або операторами об'єкта. Незважаючи на імпульсний характер струму блискавки, своєчасне відключення живлення дозволяє запобігти вторинним замиканням у мережі та ураженню електричним струмом.

3. Уникнення контакту з провідними елементами. Рятувальникам слід утримуватися від дотику до металевих конструкцій, комунікацій та елементів обладнання, які потенційно можуть залишатися під напругою, особливо після нещодавнього удару блискавки. Перед початком робіт необхідно переконатися у безпечному потенціалі таких елементів. Рекомендується створювати безпечні робочі зони та застосовувати принципи рівноважної потенціальної зони – зокрема, здійснювати попереднє з'єднання (бондінг) металевих частин, що можуть бути під різними потенціалами. Застосування засобів індивідуального захисту та спеціального інструменту. Під час проведення робіт необхідно використовувати діелектричні рукавички, ізолюючі матеріали, інструменти з ізольованими ручками, а також засоби захисту при роботі на висоті. Звичайні робочі рукавиці не забезпечують належного рівня електробезпеки у разі наявності залишкових потенціалів.

4. Контроль стану заземлення та вимірювання потенціалів. Перед початком робіт рекомендується перевірити ефективність заземлення об'єкта та здійснити вимірювання потенціалів за допомогою електронних тестерів або вольтметрів із високим вхідним імпедансом. Це дозволяє виявити небезпечні напруги дотику та кроку.

5. Координація дій із власником або оператором об'єкта. Перед початком робіт рятувальники повинні отримати технічну інформацію – плани системи блискавкозахисту (LPS), схеми заземлення, а також дані щодо потенційно небезпечних зон (резервуарів, сховищ легкозаймистих речовин тощо).

6. Документування стану системи блискавкозахисту. У процесі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації необхідно фіксувати наявні пошкодження елементів LPS. Такі відомості мають бути внесені до оперативних звітів для подальшого аналізу, планування ремонтних робіт та запобігання повторним ризикам у майбутньому [7, с. 120].

Тактичні підходи під час робіт на різних типах об'єктів:

а) промислові та нафтогазові підприємства. Першочергово необхідно перевіряти наявність легкозаймистих парів у повітрі, оскільки навіть незначна іскра від пошкодженого обладнання може призвести до вибуху. Дії рятувальників мають бути скоординовані з інженерно-технічним персоналом об'єкта: слід перекрити клапани, зупинити технологічні процеси та організувати охолоджувальні бар'єри для запобігання займанням;

б) висотні споруди та покрівлі. Під час грози необхідно утримуватися від виконання робіт на дахах. Перед початком дій потрібно перевірити справність систем відведення струму

блискавки, а також виявити металеві елементи або арматуру, які можуть перебувати під напругою;

в) електроустановки та трансформаторні підстанції. На таких об'єктах існує високий ризик пошкодження обладнання та наявності залишкової напруги. Вхід рятувальників дозволяється лише після офіційного підтвердження енергопостачальної організації про повне відключення електроживлення [3, 5]. Ключові рекомендації на рівні підготовки персоналу: інтеграція оцінки систем блискавкозахисту (LPS) у стандартні процедури розвідки місця події та післяінцидентні звіти; розроблення навчальних програм для рятувальників, які охоплюватимуть основи електробезпеки: поняття потенціалу дотику і крокового потенціалу, принципи еквіпотенціального вирівнювання та базові методи перевірки заземлення; посилення взаємодії з інженерно-технічними службами об'єктів для забезпечення своєчасного доступу до схем систем блискавкозахисту та планів заземлення ще до початку аварійно-рятувальних робіт [6, с. 48].

Можна говорити про те, що проведений аналіз засвідчує, що пошкодження або руйнування систем блискавкозахисту створює значні ризики для рятувальників під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, особливо в умовах грозової активності. Забезпечення електробезпеки особового складу вимагає комплексного підходу – від технічного контролю стану LPS до впровадження спеціалізованих навчальних програм і чіткої координації дій з інженерними службами. Реалізація таких заходів сприятиме мінімізації ризиків ураження електричним струмом і підвищить загальну ефективність аварійно-рятувальних операцій.

#### **Список використаних джерел:**

1. ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=29300](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=29300).
2. ДСТУ EN 62305-2:2022 Захист від блискавки. Частина 2. Управління ризиками (EN 62305-2:2012, IDT; IEC 62305-2:2010, MOD). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=107970](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=107970).
3. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=96752](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96752).
4. ДСТУ EN 62305-4:2012 Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2011, IDT). URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=29303](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29303).
5. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
6. Ковальчук В. М., Бондаренко І. В. Електробезпека в надзвичайних ситуаціях: навчальний посібник. — Київ: ІДУЦЗ, 2020.
7. Мартинюк В. Ф. Електротехнічна безпека: теорія, практика, стандарти. — Київ: Техніка, 2019.