

УДК 614.842.68

ПИТАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ З НАЯВНІСТЮ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2.82-91>

Скоробагатько Т. М.^{1*}, ORCID iD 0000-0001-5651-1975

Борисов А. В.¹, ORCID iD 0000-0001-6858-0492

Іллюченко П. О.¹, ORCID iD 0000-0001-6687-6388

Пруський А. В.¹, ORCID iD 0000-0002-9132-7070

Дівізінюк М. М.², ORCID iD 0000-0002-5657-2302

Гудович О. Д.¹, ORCID iD 0000-0001-5490-2307

*E-mail : tarasskorobagatko@gmail.com

¹Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна

²Інститут геохімії та навколишнього середовища НАН України

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 20.10.2021

Пройшла рецензування: 23.11.2021

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

безпека праці, енергетичний об'єкт, нормативне забезпечення, пожежогасіння, сонячна електростанція

АНОТАЦІЯ

Розглянуто небезпеки, що пов'язані з ліквідацією пожеж та надзвичайних ситуацій на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій. Проведено аналіз вітчизняних та зарубіжних праць за напрямом досліджень. Виявлено, що в доступних джерелах інформації надзвичайно мало результатів досліджень вітчизняних науковців щодо питань особливостей гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій. Підкреслено, що особливої уваги варта робота німецьких дослідників, яка присвячена оцінці пожежних ризиків у фотоелектричних системах та розробленню концепцій безпеки для їх мінімізації. Зазначено, що ці дослідження охоплюють декілька тематичних комплексів, а саме: оцінку пожежного ризику у фотоелектричних системах; оцінку ризиків для служб обслуговування фотоелектричних систем, аварійних служб, зокрема пожежних команд, та стратегію уникнення ризиків; оцінку можливостей мінімізації ризику виникнення пожежі та її поширення на об'єктах із наявністю фотоелектричних систем; розроблення рекомендацій для виробників щодо конструкції компонентів фотоелектричних систем, її складових матеріалів, забезпечення якості під час виробництва, монтажу та експлуатації, що є актуальним для України. Проаналізовано нормативні документи, в яких регламентовано порядок оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж на енергетичних об'єктах і спорудах, зокрема й на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, наголошуючи на забезпеченні безпечних умов праці особового складу. Встановлено, що в розглянутих національних нормативних документах міститься ряд положень щодо основних принципів порядку дій у разі гасіння пожеж в організаціях і на підприємствах енергетичної галузі та в електроустановках під напругою. Проте в них не повністю враховано особливості конструкції та експлуатування саме сонячних електростанцій, зокрема й тих, що використовуються у приватному житловому секторі, а також порядок оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайних ситуацій і гасіння пожеж на таких об'єктах. Наголошено на актуальності цього напряму досліджень та сформовано задачі, які потребують розв'язання під час подальших наукових досліджень.

Постановка проблеми.

Використання сонячних панелей як найбільш надійного джерела альтернативної енергії з кожним роком набуває популярності як у світі, так і в Україні. Станом на 2019 рік загальносвітова потужність сонячних електростанцій, облаштованих різноманітним фотоелектричним обладнанням, складала понад 100 ГВт на рік. Для порівняння, у 2009 році, лише десятиліття тому, потужність таких станцій на рік становила лише близько 10 ГВт [1]. В Україні станом на кінець 2020 року загальна номінальна потужність наявних сонячних електростанцій сягає 6,3 ГВт, частка генерації електроенергії якими складає близько 6% від загального обсягу згенерованої електроенергії за рік по країні [2]. Також є попит на облаштування сонячних електростанцій у приватних домогосподарствах. Так, за даними [3], в Україні на кінець 2021 року нараховується близько 39,6 тис. таких домогосподарств, сонячні електростанції яких генерують електроенергію загальною номінальною потужністю близько 1,06 ГВт, і тенденція до збільшення таких домогосподарств очевидна. Водночас варто зауважити, що в різних конструкціях сонячних електростанцій передбачається застосування таких горючих матеріалів та виробів, як полімерна плівка для герметизації EVA, полімерний фоновий лист у модулях, неметалеві електроізоляційні матеріали у кабелях, корпусах трансформаторів, акумуляторах, інверторах тощо. Наприклад, у фотоелектричній системі потужністю 9 кВт з 38 стандартними фотомодулями міститься до 60 кг горючих полімерів тільки в самих модулях [4; 5]. Таким чином, у разі виникнення пожежі на об'єкті, який експлуатується разом із сонячною електростанцією, наявність, зокрема на покрівлі, додаткової пожежної навантаги у вигляді фотоелектричного обладнання під напругою може ускладнити обстановку на

пожежі. Крім того, у разі безпосереднього горіння такого обладнання можуть виділятися небезпечні концентрації токсичних продуктів згоряння неметалевих матеріалів, а також таких металів, як свинець, кадмій, селен тощо, внаслідок чого виникає небезпека для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів, задіяного до ліквідації пожежі та її наслідків.

Особливістю фотоелектричних модулів також є те, що вони генерують електричний струм увесь той час, поки піддаються впливу досить потужного джерела світла. Світло від галогенних ламп, світлове випромінювання, що виділяється з полум'я пожежі, може призвести до ураження струмом людини від елементів навіть пошкодженого фотоелектричного модуля. Проведені фахівцями тести показали, що близько 60% модулів після пошкоджень, спричинених теплом або полум'ям пожежі, здатні виробляти повну потужність [4; 5].

Згідно зі статистичними даними про пожежі та їх наслідки в Україні, узагальнення яких здійснюється відповідно до [6], протягом останніх трьох років виникло 13 пожеж, спричинених нештатними ситуаціями під час експлуатування сонячних електростанцій. Матеріальні втрати внаслідок цього сягають майже 3 млн 400 тис. грн. Під час однієї із них, що виникла через коротке замикання акумуляторної батареї сонячної електростанції, яка експлуатувалась у приватному житловому будинку, загинула людина. Переважна кількість об'єктів пожеж перебували у приватній власності.

Нижче наведено інформацію про окремі випадки пожеж в Україні та поза її межами на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій.

Унаслідок пожежі на Ганській сонячній електростанції (рис. 1), що розміщена поблизу с. Великі Нізгірці Бердичівського району Житомирської області (2019 рік), вогнем знищено запобіжники і проводку в трансформаторній підстанції [7].



Рисунок 1 – Пожежа на Ганській сонячній електростанції (Україна)

Джерело: [7]

Пожежа фотоелектричних модулів на даху магазину «Walmart» (рис. 2, а), у штаті Огайо, США (2018 рік). Пожежею завдано збитків у декілька сотень тисяч доларів [8].

Аналогічною попередній є пожежа фотоелектричних модулів на даху

промислового об'єкта в Німеччині (2013 рік) (рис. 2, б). Власникам об'єкта завдано збитків на суму близько одного мільйона євро [4; 5].



а) магазину «Walmart» (США)



б) промислового об'єкта (Німеччина)

Рисунок 2 – Пожежі фотоелектричних модулів на дахах будівель

Джерело: [4; 5; 8]

З огляду на наведені випадки можна зазначити, що, незважаючи на порівняно незначну кількість пожеж, які виникають на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, така ситуація характерна і для України, і для провідних світових країн, їх масштаби можуть бути як незначними, так і досить суттєвими. Але особливої уваги потребує не масштаб події, а саме шляхи забезпечення безпечних умов праці пожежників, які виконують завдання з їх ліквідації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед доступних публікацій вітчизняних науковців, в яких би досліджувались питання особливостей

гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій, їх майже немає. Єдиним документом, в якому приділено увагу цій проблемі, є Методичні рекомендації [9], розроблені фахівцями ГУ ДСНС України в Хмельницькій області. Їх автори зазначають про стрімкий розвиток альтернативної енергетики – сонячних електростанцій в Україні, наводять їх детальну будову та наголошують на основних небезпеках для особового складу, який ліквідує пожежі. Також вони наголошують, що у Статуті [10] не передбачено, яким чином здійснювати гасіння пожеж на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, тобто не

встановлено чіткого алгоритму. Наводять посилання на нормативні документи, згідно з якими в Україні здійснюється улаштування та експлуатування сонячних електростанцій, і насамкінець – певний алгоритм для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС під час гасіння пожеж на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, зокрема і у приватних домогосподарствах.

Варта особливої уваги робота німецьких дослідників [11], що присвячена оцінці пожежних ризиків у фотоелектричних системах та розробленню концепцій безпеки для їх мінімізації. Автори узагальнили результати більш ніж трирічної дослідницької роботи партнерів мережі фотоелектрики за підтримки інших експертів, торговельних асоціацій, промислових партнерів, пожежних команд, монтажних компаній, страхових компаній та операторів. Ця праця охоплює декілька тематичних комплексів, а саме: оцінку пожежного ризику у фотоелектричних системах; оцінку ризиків для служб обслуговування фотоелектричних систем, аварійних служб, зокрема пожежних команд, та стратегії уникнення ризиків; оцінку можливостей мінімізації ризику виникнення пожежі та її поширення на об'єктах із наявністю фотоелектричних систем; розроблення рекомендацій для виробників щодо конструкції компонентів фотоелектричних систем, їх складових матеріалів, забезпечення якості під час виробництва, монтажу та експлуатації.

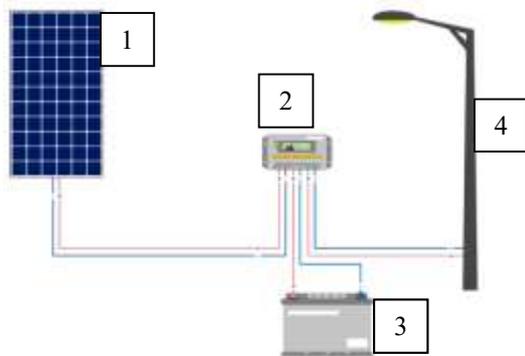
Слід наголосити, що робота [11] потребує ґрунтовного вивчення вітчизняними фахівцями у сфері пожежної безпеки щодо можливості адаптації її результатів для подальшого впровадження в Україні, враховуючи національні особливості з проектування безпосередньо сонячних електростанцій, монтування фотоелектричних систем на будівлях і спорудах приватного сектору тощо, а також особливості дій пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС з ліквідації пожеж на енергетичних об'єктах.

Застосування напрацьованих вітчизняних фахівців за вказаним напрямом, результатів досліджень провідних закордонних науковців, а також проведення досліджень з розв'язання ще невирішених задач за цим напрямом у перспективі має стати підґрунтям для мінімізації в Україні інцидентів з пожежами на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій та ефективного й безпечного пожежогасіння. З огляду на зазначене вище актуальності набуває питання проведення досліджень особливостей процесів гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю сонячних електростанцій та забезпечення безпечних умов праці особового складу пожежно-рятувальних підрозділів.

Метою дослідження є проведення аналізу вимог вітчизняних нормативних документів, в яких регламентується порядок оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів, зокрема під час ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж на енергетичних об'єктах і спорудах, у тому числі й на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, наголошуючи на забезпеченні безпечних умов праці особового складу, а також формулювання задач, що потребують розв'язання під час подальших наукових розвідок. Об'єктом досліджень є процеси гасіння пожеж на енергетичних об'єктах і спорудах, предметом – порядок дій пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж на таких об'єктах.

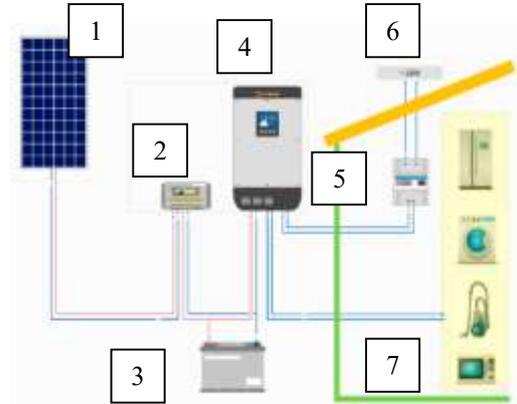
Виклад основного матеріалу дослідження. З метою кращого розуміння небезпек для особового складу (персоналу), які можуть виникати під час ліквідації надзвичайних ситуацій та гасінні пожеж на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій, слід навести можливі схеми їх організації. Автори матеріалу [12] виділяють чотири основні типові схеми, зображення яких наведено на рис. 3.

Автономна станція для споживачів постійного струму



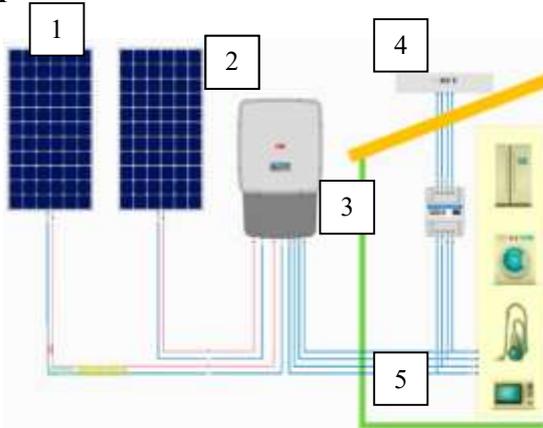
Склад станції:
 фотоелектричний модуль (1);
 контролер заряду (2);
 акумулятор (3);
 споживач (4)

Автономна станція для споживачів змінного струму



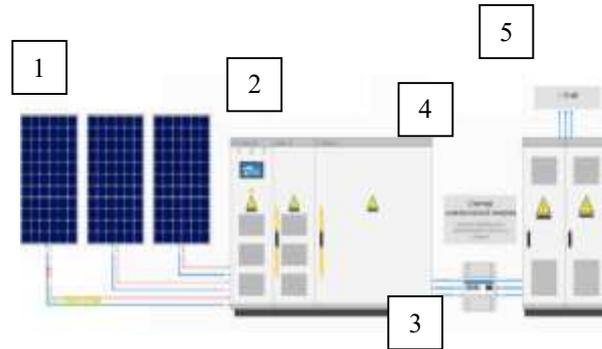
Склад станції: фотоелектричний модуль (1);
 контролер заряду (2); акумулятор (3);
 автономний інвертор (4); лічильник
 електричної енергії (5); ввід електричної
 енергії ~220 В (6); споживач (7)

Мережева станція для приватного використання



Склад станції: фотоелектричні модулі (1);
 мережевий інвертор (2); двонаправлений
 лічильник електричної енергії (3); ввід
 електричної енергії ~380 В (4); споживач (5)

Промислова станція



Склад станції: фотоелектричні модулі (1);
 мережевий інвертор (2); лічильник
 електричної енергії (3); трансформатор у
 точці підключення (4); підключення до
 електричної мережі ~10 кВ (5)

Рисунок 3 – Типові схеми організації сонячних електростанцій

Джерело: [12]

Згідно з рисунком джерелом небезпечного для людини електричного розряду можуть бути і акумуляторна батарея, і інвертор, і фотоелектричні пластини, а також мережа проводів та кабелів, що сполучають обладнання між собою. Відповідно це слід враховувати під час організації та проведення робіт із

ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж.

Слід зазначити, що у Статуті [10] з метою недопущення ураження електричним струмом особового складу передбачено в обов'язках керівника гасіння пожежі під час проведення розвідки встановлення наявності електроустановок

під напругою та місць і способів відключення електроенергії та комунальних мереж тощо. Відключення електрообладнання за фазної напруги в мережі не вище 220 В проводить особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів за розпорядженням керівника гасіння пожежі або начальника оперативної дільниці. У разі неможливості відключити електрообладнання за допомогою вимикачів або запобіжників провідники електричного струму перерізають спеціальними діелектричними ножицями. Під час роботи з пожежними стволами пожежники-рятувальники не повинні торкатися електропроводів та електрообладнання, що знаходяться під напругою, та не спрямовувати на них струмені води без виконання вимог щодо гасіння електроустановок під напругою.

Також у Статуті [10] передбачено, що під час гасіння пожеж на об'єктах енергетики (в цьому випадку сонячна електростанція розглядається як такий об'єкт) та в приміщеннях з електроустановками керівник гасіння пожежі, зокрема, зобов'язаний:

- установити зв'язок зі старшим зміни на об'єкті енергетики, уточнити в нього обстановку та отримати письмовий допуск за встановленою формою допуску на гасіння пожежі та (або) ліквідацію наслідків аварії, зокрема допуск на проведення гасіння пожежі на енергетичному об'єкті;

- уточнити, які електроустановки під час гасіння пожежі будуть небезпечні для особового складу, робота яких систем і агрегатів сприятиме поширенню вогню;

- визначити особливості проведення оперативних дій, не допускати скупчення особового складу в приміщеннях з електроустановками та його перебування в заборонених зонах, приміщеннях, на дільницях;

- отримати від уповноважених на те посадових осіб об'єкта інструктаж з безпеки праці під час гасіння пожежі;

- уточнити, які електроустановки під час гасіння пожежі будуть небезпечні для

особового складу, робота яких систем і агрегатів сприятиме поширенню вогню;

- ужити заходів щодо заземлення стволів і насосів пожежно-рятувальних автомобілів та забезпечення особового складу діелектричними засобами.

У Правилах безпеки праці в органах і підрозділах МНС України [13] (п. 5.8.15) вказано, що безпека праці під час гасіння пожеж в електроустановках під напругою визначається згідно з НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) [14], НАПБ В.01.034-2005/111 (замінений в Україні на Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України [15]), а також рекомендаціями щодо безпечного використання вогнегасних речовин під час гасіння пожеж електрообладнання, яке знаходиться під напругою.

Відповідно до Порядку дій у разі гасіння пожеж на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі та згідно з Правилами [15] передбачено, зокрема, таке:

- до прибуття першого пожежно-рятувального підрозділу керівником гасіння пожежі є старший зміни енергетичного об'єкта (начальник зміни станції, начальник зміни цеху, черговий диспетчер) або керівник об'єкта;

- старший начальник пожежно-рятувального підрозділу, який прибув на місце пожежі, зобов'язаний негайно зв'язатися зі старшим зміни енергетичного об'єкта, отримати від нього дані про обставини пожежі й письмовий допуск на проведення гасіння пожежі;

- особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів розпочинає гасіння пожежі на електроустановках після інструктажу старшим із присутніх інженерно-технічних працівників об'єкта;

- гасіння пожежі ручними пожежними стволами в надзвичайно задимлених приміщеннях енергетичних об'єктів (видимість менше ніж 5 і 10 м за діаметра sprisku відповідно 13 і 19 мм) з проникненням у них без зняття напруги з електроустановок і кабельних ліній не допускається;

- гасіння пожежі у приміщеннях електроустановок, які перебувають під напругою до 10 кВ, усіма видами вогнегасних пін, що генеруються ручними засобами, забороняється;

- у разі виникнення пожежі на енергетичному об'єкті без постійного чергового персоналу об'єкта гасіння пожежі пожежно-рятувальними підрозділами може проводитись самостійно тільки за попередньо розробленим і затвердженим керівником енергетичного підприємства оперативним планом (карткою) пожежогасіння.

Разом із Правилами [15] в державі також чинна Інструкція з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України [16], в якій серед особливостей їх ліквідації на електроустановках під напругою визначено, зокрема, такі положення:

- під час гасіння пожеж на електроустановках під напругою з використанням ручних пожежних стволів необхідно: застосовувати ефективні засоби і прийоми подавання вогнегасних речовин у зону горіння, дотримуватись безпечних відстаней від електроустановок, що знаходяться під напругою, до пожежників, які працюють з ручними пожежними стволами, застосовувати індивідуальні ізолювальні електрозахисні засоби під час гасіння пожеж на електроустановках без зняття напруги, забезпечувати надійне заземлення пожежних стволів і пожежних автомобілів;

- як вогнегасні речовини під час гасіння пожеж в електроустановках під напругою доцільно використовувати компактні та розпилені струмені води, газові вогнегасні речовини – інертні розріджувачі (на основі інертних газів), вогнегасний порошок;

- під час гасіння пожежі в електроустановках під напругою необхідно застосовувати засоби і прийоми подачі в зону горіння вогнегасних речовин, які забезпечують безпечну роботу пожежників і ефективне гасіння пожежі, враховуючи при цьому безпечні відстані до електроустановок під напругою, що горять,

під час подачі пожежниками вогнегасних речовин з ручних стволів;

- позиції пожежників з урахуванням безпечних відстаней до конкретних електроустановок визначаються і уточнюються під час проведення пожежно-тактичних тренувань (навчань) та зазначаються в оперативному плані пожежогасіння об'єкта;

- заземлення ручних пожежних стволів і насосів пожежних автомобілів під час гасіння пожеж на електроустановках, які знаходяться під напругою, здійснюється за допомогою гнучких мідних проводів перетином не менше 25 мм², оснащених спеціальними струбцинами для підключення до заземлених конструкцій: гідрантів водогінних мереж, металевих опор повітряних ліній електропередачі, обсадних труб артезіанських свердловин, шурфів тощо. Місця підключення до заземлених конструкцій визначаються спеціалістами енергооб'єкта, вносяться до графічної частини оперативного плану пожежогасіння об'єкта і позначаються відповідними знаками заземлення;

- ручні пожежні стволи і насоси пожежних автомобілів заземлюються окремо. Під час подачі води від внутрішнього водопроводу заземлюються тільки пожежні стволи;

- індивідуальні ізолювальні електрозахисні засоби (діелектричні рукавиці, боти) необхідно застосовувати для електробезпечності персоналу і пожежників, які безпосередньо беруть участь у гасінні пожежі на електроустановках, які знаходяться під напругою;

- загоряння (займання) в електроустановках під напругою ліквідується персоналом енергетичного об'єкта за допомогою переносних і пересувних вогнегасників: порошкових – за напруги до 1,0 кВ, вуглекислотних – за напруги до 10 кВ. Відстань від насадки (розтруба) вогнегасника до струмопровідних частин електроустановок не може бути менше ніж 1 м. Застосування пінних вогнегасників не допускається;

- компактні струмені води доцільно застосовувати тільки під час гасіння пожеж у електроустановках під напругою до 110 кВ, але тільки в тих випадках, коли до осередку горіння неможливо наблизитись для подачі розпиленої води;

- для гасіння пожеж електроустановок, які знаходяться під напругою, допускається використовувати воду з водопровідних мереж, а також з природних і штучних водойм. Морську воду в зв'язку з її підвищеною електропровідністю застосовувати забороняється.

Висновки та напрями подальших досліджень. Підсумовуючи наведене вище, слід зазначити, що розглянуті у роботі нормативні документи містять ряд положень щодо основних принципів порядку дій у разі гасіння пожеж в організаціях і на підприємствах енергетичної галузі та в електроустановках під напругою, але вони не повністю враховують особливості конструкції та експлуатування саме сонячних електростанцій, в тому числі й тих, що експлуатуються в приватних домогосподарствах, а також і порядок оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж на таких об'єктах. З огляду на зазначене не виникає сумнівів щодо актуальності обраного напрямку досліджень, а основними його задачами, що потребують розв'язання у подальшому, слід вважати такі:

- пошук та аналізування інформації стосовно різновидів, технічних характеристик та принципів роботи сонячних електростанцій, особливостей їх пожежонебезпечності тощо;

- вивчення національних та закордонних будівельних норм, в яких

регламентуються вимоги до проєктування промислових енергетичних об'єктів, що переробляють сонячну енергію в електричну, а також будівельних норм для об'єктів непромислового призначення, зокрема приватних домогосподарств, які облаштовуються сонячними електростанціями;

- пошук та вивчення національних та закордонних нормативних документів, в яких регламентується порядок оперативно-тактичних дій пожежно-рятувальних підрозділів під час ліквідації надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж на енергетичних об'єктах, зокрема на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій;

- проведення експериментальних досліджень з визначення показників пожежонебезпечності окремих елементів конструкцій сонячних електростанцій, опрацювання питання щодо необхідності внесення змін до будівельних норм щодо їх обов'язкового нормування за цими показниками;

- проведення експериментальних досліджень з вивчення особливостей можливих аварійних режимів роботи на прикладі типової сонячної електростанції;

- розроблення методичних рекомендацій щодо порядку дій пожежно-рятувальних підрозділів з гасіння пожеж на об'єктах і спорудах із наявністю сонячних електростанцій.

Кінцевий результат проведення у майбутньому зазначених досліджень спрямований на підтримку та конкретизацію положень нової редакції Статуту [10], в якому, зокрема, виділено дії оперативно-рятувальних підрозділів з гасіння пожеж на об'єктах із наявністю сонячних електростанцій

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні тенденції у галузі сонячної енергетики у 2020 році. Сонячна енергетика : вебсайт. URL : <https://solarity.com.ua/blog/pv-trends-2020> (дата звернення : 23.11.2021).
2. Сонячна енергетика України. Сонячна енергетика : вебсайт. URL : <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення : 23.11.2021).
3. Домашня енергетика. Скільки українських семей установили собственные солнечные станции – инфографика. Сонячна енергетика : вебсайт. URL : <https://cutt.ly/PUq2UTc> (дата звернення : 23.11.2021).
4. 5 потенційних загроз від PV-систем при пожежі та як їх запобігти. Сонячна енергетика : вебсайт URL : <https://solarity.com.ua/blog/fire-hazards-and-mitigation-in-photovoltaic-systems/> (дата звернення : 22.08.2021).

5. Скоробагатко Т. М., Іллюченко П. О., Пруський А. В., Тищенко В. О. До питання безпечного гасіння пожеж на об'єктах з наявністю сонячних електростанцій. *Проектування безпекового середовища громад* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 02 лип. 2021 р. Маріуполь, 2021. С. 372–376. (дата звернення : 31.08.2021).
6. Про забезпечення ведення обліку пожеж та їх наслідків : наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 16.08.2017 р. № 445. URL : <https://ips.ligazakon.net/document/FN035689> (дата звернення : 15.09.2021).
7. Мультимедійна платформа інформування України. Укрінформ : вебсайт. URL : <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2662179-na-zitomirsinii-zagorilasa-sonacna-lektrorstancia.html>. (дата звернення : 26.09.2021).
8. Хабр. Энергия и элементы питания : вебсайт. URL : <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/464631/> (дата звернення : 18.09.2021).
9. Методичні рекомендації щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях : вебсайт. URL : <https://cutt.ly/FUq2mPi> (дата звернення : 24.09.2021).
10. 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 : наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text> (дата звернення : 27.09.2021).
11. Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization. Assessing Fire Risks : вебсайт. URL : <https://cutt.ly/CUq2HDO> (дата звернення : 27.09.2021).
12. Схеми організації сонячних електростанцій. Сонячні електростанції : вебсайт. URL : <https://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostancii/sxemi-organizacii-sonyachnix-lektrorstancij/> (дата звернення : 23.11.2021).
13. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : наказ МНС України від 07.05.2007 р. № 312. URL : https://www.dsns.gov.ua/files/2019/2/14/321/PRAVIL_Ohor-Pr_MNS.pdf (дата звернення : 27.09.2021).
14. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98). Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. [Чинні від 1998.02.20]. Київ : Держнаглядохоронпраці, 1998.
15. Про затвердження Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України : наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 26.09.2018 р. № 491. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-19#Text> (дата звернення : 28.09.2021).
16. Про затвердження Інструкції з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України : наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22.12.2011 р. № 863. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0013-12#Text> (дата звернення : 23.11.2021).

REFERENCE

1. Osnovni tendentsii u haluzi soniachnoi enerhetyky u 2020 rotsi [Main trends in sleepyhead energy in 2020 rotsi]. Retrieved from <https://solarity.com.ua/blog/pv-trends-2020/> [in Ukrainian].
2. Soniachna enerhetyka Ukrainy [Solar energy of Ukraine]. Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/Soniachna_enerhetyka_Ukrainy/ [in Ukrainian].
3. Domashniaia enerhetyka. Skolko ukraynskykh semei ustanovyly sobstvennye solnechnye stantsyy – infografika [Home energy. How many Ukrainian families have installed their own solar stations - infographics]. Retrieved from <https://biz.nv.ua/markets/solnechnye-elektrostancii-skolko-ih-v-chastnyh-domohozyaystvah-ukrainy-infografika-50195602/> [in Ukrainian].
4. 5 potentsiinykh zahroz vid PV-system pry pozhezhi ta yak yikh zapobihty [5 potential threats from PV systems in case of fire and how to prevent them]. Retrieved from <https://solarity.com.ua/blog/fire-hazards-and-mitigation-in-photovoltaic-systems/> [in Ukrainian].
5. Skorobahatko T. M., Illiuchenko P. O., Pruskyi A. V., Tyshchenko V. O. (2021). Do pytannia bezpechnoho hasinnia pozhezh na ob'ektakh z naiavnistiu soniachnykh elektrostantsiiu. «Proektuvannia bezpekovoho seredovyshcha hromad» [On the issue of safe firefighting at facilities with a solar power plant]: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 02 lyp. m. Mariupol. S 372-376 [in Ukrainian].
6. Nakaz Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii vid 16.08.2017 № 445. Pro zabezpechennia vedennia obliku pozhezh ta yikh naslidkiv [On ensuring the keeping of records of fires and their consequences] [in Ukrainian].
7. Multymediina platforma inomovlennia Ukrainy [UKRINFORM]. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/2662179-na-zitomirsinii-zagorilasa-sonacna-lektrorstancia.html> [in Ukrainian].
8. Khabr. Enerhiya y elementy pytaniya [Habr. Energy and batteries: website]. Retrieved from <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/464631/> [in Russian].
9. Metodychni rekomendatsii: shchodo poriadku dii avariino-riatuvalnykh formuvan DSNs pid chas hasinnia pozhezh na soniachnykh elektrostantsiiakh. Rekomendatsii [Guidelines for the procedure of emergency rescue formations of the SES during firefighting at solar power plants: website]. Retrieved from https://rv.dsns.gov.ua/files/Hasinnia_pozhezh_na_soniachnykh_elektrostantsiiakh_Metodychni_reko-mendatsii.pdf [in Ukrainian].
10. Nakaz MVS Ukrainy vid 26.04.2018 № 340. Pro zatverdzhennia Statutu dii u nadzvychainykh sytuatsiiakh orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv Operatyvno-riatuvanoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu ta Statutu dii orhaniv upravlinnia ta pidrozdiliv Operatyvno-riatuvanoi sluzhby tsyvilnoho zakhystu pid chas hasinnia pozhezh [About the statement of the Charter of actions in emergency situations of management bodies and divisions of Operational and rescue service of civil protection and the Charter of actions of management bodies and divisions of Operational and rescue service of civil protection during fire extinguishing]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text> [in Ukrainian].
11. Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization. Assessing Fire Risks. Retrieved from <https://cutt.ly/RUq9D5A> [in English].

12. Skhemy orhanizatsii soniachnykh elektrostantsii. Soniachni elektrostantsii [Schemes of organization of solar power plants. Solar power plants]. Retrieved from <https://www.atmosfera.ua/uk/sonyachni-elektrostancii/sxemi-organizacii-sonyachnix-lektrostancij/> [in Ukrainian].
13. Nakaz MNS Ukrainy vid 07.05.2007 № 312. Pro zatverdzhennia Pravyl bezpeky pratsi v orhanakh i pidrozdilakh MNS Ukrainy [Rules of labor safety in the bodies and departments of the Ministry of Emergencies of Ukraine] [in Ukrainian].
14. Pravyla bezpechnoi ekspluatatsii elektroustanovok spozhyvachiv [Rules for safe operation of electrical installations of consumers] (1998) NPAOP 40.1-1.21-98 (DNAOP 0.00-1.21-98) Kyiv : Derzhnahliadokhoronpratsi, (Derzhavni Normatyvni Akty z Okhorony Pratsi) [in Ukrainian].
15. Nakaz Ministerstva enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy vid 26.09.2018 № 491. Pro zatverdzhennia Pravyl pozhezhnoi bezpeky v kompaniiakh, na pidpriemstvakh ta v orhanizatsiiakh enerhetychnoi haluzi Ukrainy [On approval of the Rules of fire safety in companies, enterprises and organizations of the energy sector of Ukraine] Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-19#Text> [in Ukrainian].
16. Nakaz Ministerstva enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy vid 22.12.2011 № 863. Pro zatverdzhennia Instruksii z hasinnia pozhezh na enerhetychnykh ob'ektakh Ukrainy [On approval of the Instruction on firefighting at energy facilities of Ukraine]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0013-12#Text> [in Ukrainian].

ON THE ISSUE OF SAFE FIRE-FIGHTING AT FACILITIES WITH SOLAR POWER PLANTS

T. Skorobahatko¹, A. Borisov¹, P. Illiuchenko¹, A. Pruskyi¹, M. Divizynyuk², O. Gudovych¹

¹Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine

²Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine

KEYWORDS

occupational safety, energy facility, regulatory support, fire extinguishing, solar power plant

ANNOTATION

The hazards associated with the elimination of fires and emergencies at facilities with solar power plants are considered. The analysis of domestic and foreign literary sources in the sphere of the research is carried out. It was revealed that the available sources of information contained almost no research results derived by domestic researchers which would be devoted to the peculiarities of fire-fighting at facilities with solar power plants. It is emphasized that the work of German researchers on the assessment of fire risks in photovoltaic systems and the development of safety concepts to minimize them deserves special attention in the international arena. It is noted that these studies cover several thematic complexes, namely: fire risk assessment in photovoltaic systems; risk assessment for photovoltaic systems maintenance services, emergency services including fire brigades, and risk avoidance strategies; assessment of opportunities to minimize the risk of fire occurrence and spread of fire at facilities with photovoltaic systems; development of recommendations for manufacturers on the design of components of photovoltaic systems, its components, quality assurance during production, installation and operation, which are extremely relevant for Ukraine. The normative documents regulating the order of operative and tactical actions of fire and rescue divisions during elimination of emergencies and fire-fighting on power facilities and constructions including on the ones with solar power plants with an emphasis on maintenance of safe conditions for the personnel's operations are analyzed. It was established that the national regulations considered in the paper contained a number of provisions on the basic principles of action in case of fire-fighting at enterprises and organizations of the energy sector and live electrical installations, but they did not fully take into account the design and operation of solar power plants, including those operated in the private housing sector as well as, accordingly, the procedure for operational and tactical actions of fire and rescue divisions during emergencies and fire-fighting at such facilities. The relevance of this area of the research is emphasized and the problems that need to be solved during further research are formed.