

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародна  
науково-практична конференція  
молодих вчених, курсантів та студентів

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



Львів-2023



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ  
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,  
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XVIII Міжнародної науково-практичної  
конференції молодих вчених, курсантів та  
студентів*

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

*Львів – 2023*

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Василь ПОПОВИЧ** – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
- Заступники голови:** **Сергій СМЕЛЬЯНЕНКО** – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., ст. досл., ЛДУ БЖД;  
**Василь КАРАБИН** – д.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;  
**Андрій ЛІН** – к.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;  
**Ольга МЕНЬШИКОВА** – к.ф.-м.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, ЛДУ БЖД;
- Члени наукового комітету:** **Henryk POLCIK** – PhD, SEW, Cracow, Poland;  
**Rafal MATUSZKIEWICZ** – MSFS, Warsaw, Poland;  
**Oksana TELAK** – Doctor of Sciences, MSFS, Warsaw, Poland ;  
**Oliver WICHE** – PhD, TUBAF, Freiberg, Germany ;  
**Izabella GRABOWSKA-LEPCZAK** – PhD, MSFS, Warsaw, Poland ;  
**Dariusz SKALSKI** – Doctor of Sciences, Professor, UPES, Gdansk, Poland;  
**Jerzy TELAK** – Doctor of Sciences, Professor, ASE, Warszawa, Poland;  
**Ausra MAZEIKIENE** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Protection and Water Engineering, VGTU;  
**Юрій СТАРОДУБ** – д.ф.-м.н., професор, професор відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;  
**Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ** – к.і.н., доцент, учений секретар Університету, ЛДУ БЖД;
- Члени оргкомітету:** **Юрій РУДИК** – д.т.н., доцент, головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;  
**Ярослав КИРИЛІВ** – к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;  
**Іван ПАСНАК** – к.т.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;  
**Ірина БАБІЙ** – к.пед.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;  
**Тарас БОЙКО** – к.т.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;

**Олег СТОКАЛЮК** – к.т.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, ЛДУ БЖД;

**Тетяна ВОЙТОВИЧ** – доктор філософії (PhD), науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;

**Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ** – к.т.н., начальник докторантури, ад'юнктури, ЛДУ БЖД;

**Роман ЯКОВЧУК** – д.т.н., доцент, начальник кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів, ЛДУ БЖД;

**Олег ПАЗЕН** – к.т.н., начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики, ЛДУ БЖД;

**Андрій САМІЛЮ** – к.ю.н., доцент, т.в.о. начальника кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, ЛДУ БЖД;

**Андрій КУЗИК** – д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екологічної безпеки, ЛДУ БЖД;

**Євген МАРТИН** – д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, ЛДУ БЖД;

**Олег ЗАЧКО** – д.т.н., професор, професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, ЛДУ БЖД;

**Андрій ЦЮПРИК** – д.пед.н., доцент, завідувач кафедри соціальної роботи, управління та суспільних наук, ЛДУ БЖД;

**Олександр МІРУС** – к.т.н., доцент, завідувач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУ БЖД;

**Дмитро КОБИЛКІН** – к.т.н., голова ради молодих вчених Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, ЛДУ БЖД;

**Андрій ГАВРИСЬ** – к.т.н., доцент, старший викладач кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів, ЛДУ БЖД;

**Ірина КОЧМАР** – викладач кафедри екологічної безпеки, ЛДУ БЖД;

**Назар БУРАК** – к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, ЛДУ БЖД;

**Олег КОВАЛЬЧУК** – ад'юнкт кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, ЛДУ БЖД;

**Володимир МИРОШКИН** – ад'юнкт кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики, ЛДУ БЖД;

**Оксана СТЕЛЬМАХ** – к.психол.н., доцент, заступник начальника кафедри практичної психології та педагогіки, ЛДУ БЖД;

**Володимир МАРИЧ** – к.т.н., старший викладач кафедри промислової безпеки та охорони праці, ЛДУ БЖД;

**ОРГАНІЗАТОР  
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет  
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,  
комп'ютерна верстка**

Войтович Т.М.

**Друк на різнографі**

Петролюк Н.І.

**Відповідальний за друк**

Петролюк Н.І.

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,  
м. Львів, 79007

**Контактні телефони:**

(032) 233-24-79,  
тел/факс 233-00-88

**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності:** Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. – 546 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності**».

**Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:**

- Цивільна безпека.
- Пожежна та техногенна безпека.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Управління проектами та програмами у безпеці життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничо-наукові та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.

© ЛДУ БЖД, 2023

Здано в набір 06.03.2023. Підписано до друку  
28.04.2023. Формат 60x84<sup>1/3</sup>. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 31,86.

Гарнітура Times New Roman.

Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

**Друк:** ЛДУ БЖД

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

ldubzh.lviv@dsns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

УДК 621.311

## **АСПЕКТИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ**

*Назар Соляник*

**О.Б. Назаровець**, кандидат технічних наук, доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Сонячна енергетика набирає все більших обертів в Україні. Це зумовлено низкою факторів, зокрема: екологічністю, зниженням цін на фотоелектричні модулі та проблемою забезпечення електроенергією в Державі. Проте, більшість не приділяє достатньої уваги пожежній безпеці даних систем.

Хоча в Україні тенденція пожеж на фотоелектричних модулях практично не зростає, але дані, отримані від Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, варті уваги. Таким чином, на території України за крайні два роки сталося 6 пожеж на фотоелектричних модулях: 2021 рік – Закарпатська обл., 2022 рік – Львівська, Тернопільська, Рівненська та Одеська обл. Хоча панелі рідко загоряються самі по собі, погана якість роботи в поєднанні з недбалістю може спричинити проблеми, які в кінцевому підсумку призведуть до пожеж на даху або в інверторі.

**Ключові слова:** сонячні панелі, електробезпека, пожежна безпека.

## **FIRE SAFETY ASPECTS OF PHOTOELECTRIC MODULES**

*Nazar Solyanyk*

**O.B. Nazarovets**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
**Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine**

Solar energy is gaining momentum in Ukraine. This is due to a number of factors, in particular: environmental friendliness, the reduction of prices for photovoltaic modules and the problem of providing electricity in the State. However, most do not pay enough attention to the fire safety of these systems.

Although, in Ukraine, the trend of fires on photovoltaic modules is practically not increasing, the data obtained from the Institute of Public Administration and Scientific Research on Civil Protection are worth paying attention to. Thus, in the last two years, there have been 6 fires at photovoltaic modules on the territory of Ukraine: 2021 - Zakarpattia region, 2022 - Lviv, Ternopil, Rivne and Odesa regions. Although panels rarely catch fire on their own, poor workmanship combined with, carelessness can cause problems that eventually lead to electrical fires on the roof or in the inverter.

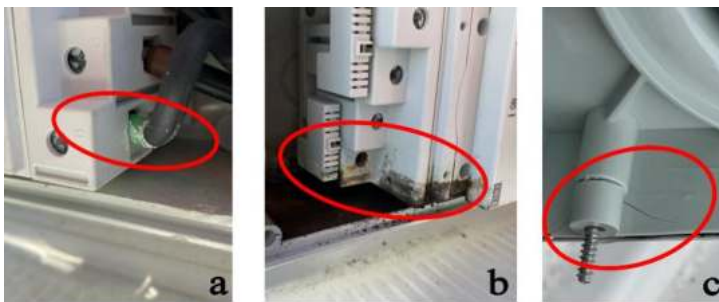
**Keywords:** solar panels, electrical safety, fire safety.

Пожежі на фотоелектричних системах часто є результатом ряду помилок або позарегламентної експлуатації. Найчастіше ризик існує через те, що під час встановлення не було вжито заходів щодо запобігання

проникненню води, і пожежа починається, коли проблему не виявлено завчасно шляхом моніторингу чи регулярних перевірок. Площа горіння може бути збільшена, якщо допускається накопичення листя або загальні точки несправності, наприклад: ізолятор на даху, розташований поблизу легкозаймистих матеріалів. З аналізу пожеж, що сталися, визначимо основні причини виникнення займання.

Без належних методів встановлення для підтримки захисту від проникнення корпусів ізолятора, вода може потрапити та накопичуватися всередині корпусу ізолятора, спричиняючи корозію клем (рис. 1a, b), і у разі затоплення ізоляторів, також може пошкодити внутрішні компоненти ізолятора. Коли ізолятор пропускає струм у такому стані, вищий опір у місцях, де виникла корозія, спричиняє великий перехідний опір, який може призвести до пожежі. Цьому сприяють наступні недоліки: негерметичність системи, надмірно затягнуті гвинти, невідповідне використання кабельних ввідів та негерметичність гвинтів.

Клеми та інші з'єднання повинні бути якісно затягнуті, щоб струм проходив належним чином. Якщо налаштування крутного моменту не дотримуються або з'єднання ослаблені, можуть утворюватися ОПР. Тепло може розплавити пластик навколо кабелів і викликати пожежу. Слід також звернути увагу на довжину та розташування кабелів у корпусі, щоб уникнути можливості защемлення та пошкодження кабелів.



**Рисунок 1** – Основні причини виходу з ладу електрообладнання фотоелектричних модулів

Сонячні модулі перевіряються на стійкість до різних умов. Однак пошкодження модуля може спричинити внутрішні тріщини, які важко побачити (рис. 1c). Мікротріщини можуть призвести до гарячих точок у комірці, які потім можуть призвести до пожежі. Тріщини і мікротріщини в модулі можуть бути викликані: природними (град, природні лиха, тощо) та механічними чинниками (футбольний м'яч, люди, що ходять по модулю, тощо).

Велику пожежну небезпеку становлять високі температури, у яких вони зазвичай працюють. Природні високі температури можуть ускладнюватися обладнанням, яке виробляє тепло, коли воно рухається, інвертує, перетворює та маніпулює високовольтною електроенергією. Однією з найбільших проблем є проблема короткого замикання інвертора, яка може бути викликана багатьма факторами, зокрема:

- високі температури, що з часом погіршують електричні компоненти;
- відсутність належного обслуговування та управління;
- неправильний монтаж;
- неякісне обладнання;
- попадання в обладнання дрібних тварин або комах;
- рослинні залишки.

Пожежна безпека при будівництві та експлуатації ФЕС, забезпечується прийнятими проектними рішеннями у суворій відповідності до «Правил улаштування електроустановок» (далі ПУЕ) (видання шосте), ДБН А.3.2-2 2009 ССБП «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», Закон України від 02.04.2012 № 10294 Кодекс цивільного захисту України, НАПБ А.01.001 «Правила пожежної безпеки в Україні», НАПБ В.01.034 «Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України», НАПБ 05.028 «Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації», ДСТУ EN IEC 61730-1:2018 (EN IEC 61730-1:2018, IDT; IEC 61730-1:2016, IDT) «Визначення безпеки фотоелектричних модулів. Частина 1. Вимоги до конструкції.» та іншими нормативними документами.

Небезпечними чинниками на ФЕС є елементи та обладнання під високою напругою. Отже, суттєво необхідним є виконання вимог, що враховують умови охорони праці, попередження травматизму, пожеж та вибухів. Для забезпечення пожежної безпеки проектом потрібно передбачити:

- використання технічно досконалого обладнання;
- розміщення обладнання, що забезпечує його вільне обслуговування;
- улаштування надійних заземлювачів з нормованою величиною опорів;
- монтажних робіт за технологічними картами.

Незважаючи на те, що сонячна електростанція нечасто загоряється, все одно важливо вжити заходів безпеки, щоб запобігти їх поширенню, коли вони трапляються. Першим кроком є належне обслуговування та моніторинг обладнання. Наступним кроком є регулярне проведення оцінки ризику пожежі та впровадження будь-яких необхідних змін для зменшення ризику пожежі на сонячній електростанції.

### **Література**

1. IEC TS 61836, Solar photovoltaic (PV) energy systems - Terms, definitions and symbols.

2. ДСТУ EN IEC 61730-1:2018 (EN IEC 61730-1:2018, IDT; IEC 61730-1:2016, IDT) Визначення безпеки фотоелектричних модулів. Частина 1. Вимоги до конструкції.

3. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення».

4. Young-Chan, Oh; Kawshalya, Mailan Arachchige Don Rajitha; Jin, Park Kyong; Shin, Soo Kyung; Bae, Geunshin; et al. «STUDY ON FIRE BREAKOUT PREVENTION OF SOLAR POWER SYSTEM» - International Journal of Energy, Environment and Economics; Hauppauge Vol. 26, Iss. 1, (2018): 31-44

### **References**

1. IEC TS 61836, Solar photovoltaic (PV) energy systems - Terms, definitions and symbols.

2. DSTU EN IEC 61730-1:2018 (EN IEC 61730-1:2018, IDT; IEC 61730-1:2016, IDT) Determination of safety of photovoltaic modules. Part 1. Design requirements.

3. DSTU-N B V.2.5-43:2010 ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 "Engineering equipment of buildings and structures. Guidelines for arranging solar heat supply systems in residential and public buildings"

4. Young-Chan, Oh; Kawshalya, Mailan Arachchige Don Rajitha; Jin, Park Kyong; Shin, Soo Kyung; Bae, Geunshin; et al. «STUDY ON FIRE BREAKOUT PREVENTION OF SOLAR POWER SYSTEM» - International Journal of Energy, Environment and Economics; Hauppauge Vol. 26, Iss. 1, (2018): 31-44



<b>Т.В. Самченко</b> , АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ СПОРУД ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ.....	85
<b>Назар Соляник, О.Б. Назаровець</b> , АСПЕКТИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ.....	89
<b>Дарина Кухарська, А.П. Кушнір</b> , БЕЗПРОВІДНІ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ.....	93
<b>Світлана Багрій, Н.О. Ференц</b> , ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕКА ПРИМІЩЕНЬ З КИСНЕВИМИ УСТАНОВКАМИ ТА АПАРАТАМИ.....	97
<b>Володимир Шкоронад, Н.О. Ференц</b> , ВИЗНАЧЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ГРУП ГОРЮЧИХ ГАЗІВ І ПАРІВ ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ КЛАСІВ ЗА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ....	100
<b>Світлана Багрій, О.І. Лавренюк</b> , ВИЗНАЧЕННЯ ГРУПИ ГОРЮЧОСТІ ДЕРЕВИННОСТРУЖКОВИХ МАТЕРІАЛІВ.....	103
<b>Ростислав Перерва, О.Б. Назаровець</b> , ВИМОГИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ЕЛЕКТРОПРИЛАДІВ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ...	107
<b>Назар Соляник, М.З. Пелешко</b> , ВИСОТНІ ЖИТЛОВІ БУДИНКИ: ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕВАКУАЦІЇ.....	110
<b>Ярослав Семерак, Т.Г. Березанський</b> , ВІДНОВЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ВУЗЛІВ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	114
<b>Владислав Олійник, С.Я. Вовк</b> , ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖ, ВИКЛИКАНИХ КОРОТКИМ ЗАМИКАННЯМ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ВНАСЛІДОК ПЕРЕХІДНИХ ОПОРІВ.....	118
<b>Олеся Славгородська, Костянтин Лисенко, В.В. Олійник</b> , ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОСОЧЕННЯ РІДИНИ В СИПУЧИЙ МАТЕРІАЛ.....	123
<b>Дмитро Смоляк, Р.Б. Веселівський</b> , ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМНОГО КОЕФІЦІЄНТА СПУЧЕННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВОГНЕЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ...	127
<b>Андрій Гаврилюк</b> , ЕЛЕКТРОМОБІЛІ. ТЕНДЕНЦІЇ ТА НЕБЕЗПЕКИ.....	131
<b>Юрій Нагірняк</b> , ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗМІНИ ВЕЛИЧИНИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ВІД ГОРЮЧОГО МАТЕРІАЛУ.....	136