

УДК 351.861

## НОВІ ПІДХОДИ ДО РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В РЕЗУЛЬТАТІ ПОЖЕЖІ В УМОВАХ ПОШКОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ АВАРІЙНОЇ ПРОТИДІЇ

*Дейнеко Наталя<sup>1</sup>; Дівізінюк Михайло<sup>2</sup>; Левтеров Олександр<sup>1</sup>;  
Мірненко Володимир<sup>3</sup>; Шевченко Ольга<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України;

<sup>2</sup>Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»;

<sup>3</sup>Національний університет оборони імені Івана Черняхівського.

## NEW APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF INFORMATION AND TECHNICAL METHODS FOR THE PREVENTION OF EMERGENCIES AS A RESULT OF FIRE IN CONDITIONS OF DAMAGE TO THE POWER SUPPLY OF EMERGENCY RESPONSE SYSTEMS

*Deyneko Nataly<sup>1</sup>; Divizinyuk Mikhailo<sup>2</sup>; Levterov Olexandr<sup>1</sup>;  
Mirnenko Volodymyr<sup>3</sup>; Shevchenko Olga<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>National University of Civil Defence of Ukraine;

<sup>2</sup>State Institution "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine";

<sup>3</sup>The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy.

*Анотація:* Запропоновані розробки нових підходів до створення систем аварійної протидії з використанням нетрадиційних джерел електроживлення у випадку пошкодження традиційних систем електропостачання.

Основна ідея складає формування комплексних підходів до альтернативних методів, які базуються на явищі акустичної емісії (АЕ) з використання нетрадиційного джерела живлення на основі плівкових сонячних елементів на гнучких підкладках. Створення фотоперетворювачів на основі тонких плівок із найрізноманітніших матеріалів і з'єднань є перспективним напрямом розвитку сонячної енергетики. На жаль, ККД цих фотоперетворювачів поки недостатньо високий, але вартість обладнання для їх створення, а значить, і вартість приладових структур, вже цілком прийнятна.

Досліджувані сонячні елементи були отримані методом термічного вакуумного випаровування при використанні вакуумної установки УВН67 з модифікованим внутрішнім оснащенням.

Після виготовлення сонячні елементи (СЕ) досліджувалися в стандартних лабораторних умовах, прийнятих для дослідження сонячних елементів наземного використання тобто в режимі АМ 1.5 при потужності світлового потоку 100 мВт / см<sup>2</sup> і температурі 25 °С. Для дослідження процесів деградації в таких СЕ після вимірювання початкових параметрів СЕ були поміщені в герметичний пластиковий бокс і витримувалися протягом 4 років при температурі 15–25 °С.

Перевірка елементів демонструють високу деградаційну стійкість, що забезпечую загальні вимоги до матеріалу та умов його створення перспективного для використання в якості нетрадиційних джерел електроживлення систем аварійної протидії і забезпечення використання інформаційно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

*Ключові слова:* Надзвичайна ситуація, інженерно-технічні методи, сонячні елементи, система аварійного електроживлення.

### Постановка проблеми

Тривале пошкодження систем електроживлення призводить до можливого

виходу з ладу систем аварійної протидії і як наслідок неможливості попередження надзвичайної ситуації. Невчасне спрацювання системи попередження таких

надзвичайних ситуацій призводить до численних людських жертв та матеріальних збитків. На сьогодні для попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожеж використовують різні методи виявлення осередків загорянь: термічні, діелектричні, оптичні, хімічні, акустичні, барометричні, іонізаційні, магнітоелектричні та інші.

Однак незважаючи на такий широкий спектр методів залишається невирішеним питання яке стосується попередження надзвичайних ситуацій в умовах аварійного відключення електропостачання. В такому випадку джерело резервного електроживлення є найважливішою частиною будь-якої системи і тим більше системи попередження надзвичайної ситуації. Традиційно при виникненні несправності в мережевому джерелі живлення використовують акумулятори. Однак якщо постачання електроенергії неможливо відновити протягом тривалого часу, а акумулятор не має системи його заряду, система аварійної протидії залишається знеструмленою.

Таким чином, постає питання створення альтернативної системи живлення акумуляторів для забезпечення безперебійної роботи систем аварійної протидії в умовах тривалого припинення традиційного електропостачання. Саме для таких цілей доцільне використання нетрадиційних джерел живлення, а саме сонячних елементів. Однак істотною умовою для їх використання за таким призначенням є низька вага приладових структур, які мають високу ефективність та деградаційну стійкість.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Фізичні фактори які супроводжують процеси горіння при надзвичайних ситуаціях роботах у наслідок пожежі розглянуті в роботі [1] і [2]. В роботі [3] розглянуто питання помилкового спрацьовування систем аварійної протидії. Методи та технології ідентифікації газоподібних середовищ, що з'являються до і під час згоряння розглянуті в роботах [4, 5]. В той же час проблема забезпечення

ефективності процесу ідентифікації осередку надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі у складних умовах пошкодження електроживлення на сьогодні не вирішена. Існуючи методів попередження НС унаслідок пожежі на ПНО у специфічних умовах експлуатації, а саме пошкодження електроживлення систем аварійної протидії малоефективні. Альтернативні методи, які базуються на явищі акустичної емісії (АЕ) з використання нетрадиційного джерела живлення у випадку пошкодження систем електроживлення поки що не розглядалися.

В якості нетрадиційного джерела живлення в роботі розглядаються плівкові сонячні елементи на основі телуриду кадмію. В роботах [6, 7] наведено результати дослідження вихідних параметрів та діодних характеристик таких приладових структур. Показано що такі сонячні елементи ще не досягли свого теоретичного максимуму, однак демонструють високі значення деградаційної стійкості [8]. Такі сонячні елементи придатні для масштабного виробництва та можуть бути сформованими на гнучких підкладках тобто використовуватися на поверхнях різної форми.

Таким чином на сьогодні існує актуальна проблема у сфері цивільного захисту з розробки нових підходів до створення систем аварійної протидії з використанням нетрадиційних джерел електроживлення у випадку пошкодження традиційних систем електропостачання.

### **Постановка завдання дослідження**

Виходячи з наведеного, метою дослідження є формування комплексних підходів до альтернативних методів, які базуються на явищі акустичної емісії (АЕ) з використання нетрадиційного джерела живлення на основі плівкових сонячних елементів на гнучких підкладках.

Для забезпечення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Визначити матеріал та умови його створення перспективний для використання в якості нетрадиційних джерел

електроживлення систем аварійної протидії.

2. Провести аналіз деградаційної стійкості нетрадиційних джерел електроживлення систем аварійної протидії.

### Виклад основного матеріалу

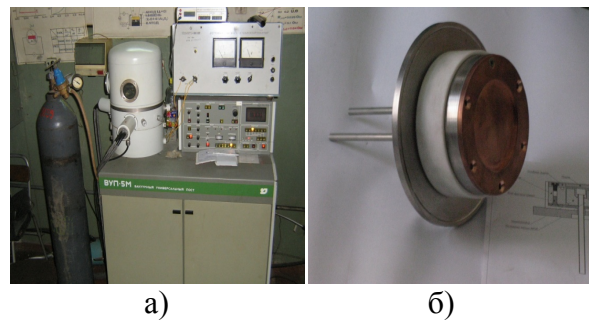
На сьогодні досягнуто великих успіхів у виробництві високоефективних фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Однак масове використання таких приладових структур не спостерігається. Це обумовлено насамперед тим, що висока ефективність фотоперетворювачів досягається шляхом використання складних гетероструктур. Такі приладові структури мають високу вартість, оскільки створюються з використанням дорогого високотехнологічного обладнання. Однак створення фотоперетворювачів на основі тонких плівок із найрізноманітніших матеріалів і з'єднань є перспективним напрямом розвитку сонячної енергетики. На жаль, ККД цих фотоперетворювачів поки недостатньо високий, але вартість обладнання для їх створення, а значить, і вартість приладових структур, вже цілком прийнятна.



**Рис. 1** – Внутрішній устрій установки для напилання CdS і CdTe: 1, 2 – екрани, 3 – випарник порошкового телуриду кадмію; 4 – випарник порошкового сульфїду кадмію; 5 – карусель, 6 – нагрівач підкладки, 7 – тримач підкладки

Досліджувані сонячні елементи були створені методом термічного вакуумного випаровування при використанні вакуумної установки УВН67 з модифікованим внутрішнім оснащенням. Товщина базового шару CdTe становила 2,5 мкм. Вид внутрішнього обладнання установки показаний на рис. 1.

Нанесення плівок з оксидів індію та олова (ІТО) здійснювалося методом нереактивного магнітронного розпилення на постійному струмі в вакуумній установці ВУП-5М (рис. 2).



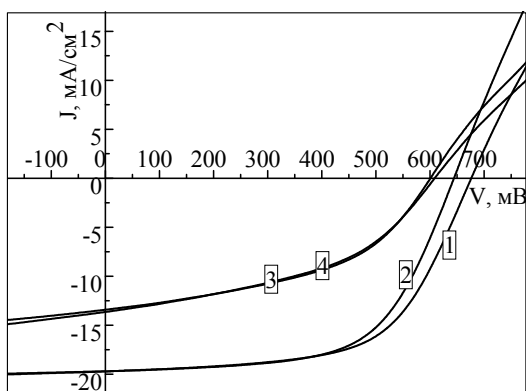
**Рис. 2** – Фотографія вакуумної установки ВУП-5М (а) і матеріалосберігаючого магнітрона (б)

Після виготовлення СЕ досліджувалися в стандартних лабораторних умовах, прийнятих для дослідження сонячних елементів наземного використання тобто в режимі АМ1.5 при потужності світлового потоку 100 мВт / см<sup>2</sup> і температурі 25 °С. Для дослідження процесів деградації в таких СЕ після вимірювання початкових параметрів вони були поміщені в герметичний пластиковий бокс і витримувалися протягом 4 років при температурі 15–25 °С. Після витримки в таких умовах СЕ витягли і провели повторні вимірювання світлових вольт-амперних характеристик (ВАХ) і темнових вольт-фарадних характеристик (ВФХ) оскільки при використанні таких сонячних елементів в системах аварійної протидії важливим фактором є їх деградаційна стійкість.

Для аналізу деградаційної стійкості за методикою, описаною в [9], були досліджені СЕ ІТО/CdS/CdTe/Cu/ІТО з товщиною базового шару 1 мкм при

освітленні як з тильної, так і з фронтальної сторін. Світлові ВАХ досліджуваних структур наведені на рис.3.

Результати дослідження деградаційної стійкості СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з  $t_{\text{бш}} = 1$  мкм отримані шляхом аналітичної обробки світлових ВАХ (рис. 3) були визначені вихідні параметри під час опромінювання з обох сторін (табл. 1, 2)



**Рис. 3** – Світлові ВАХ ФЕП ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з  $t_{\text{бш}} 1$  мкм: 1 – при опромінюванні з фронтального боку протягом 1 року; 2 – при опромінюванні з фронтального боку протягом 4,3 року; 3 – при опромінюванні з тильного боку протягом 1 року; 4 – при опромінюванні з тильного боку протягом 4,3 року

**Таблиця 1**  
**Вихідні параметри СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з товщиною базового шару 1 мкм під час опромінювання з фронтальної сторони**

Час, роки	0	1,0	4,3
Результати			
$J_{\text{кз}}$ , (мА/см <sup>2</sup> )	19,3	19,8	19,7
$V_{\text{хх}}$ , (мВ)	670	673	648
FF,	0,52	0,61	0,60
КПД, (%)	6,7	8,1	7,6

Аналіз табл. 1 показує, що при збільшенні часу експлуатації СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з  $t_{\text{бш}} = 1$  мкм до одного року спостерігається зростання ефективності СЕ з 6,7% до 8,1%, що зумовлено зростанням фактора заповнення

світлових ВАХ. Моделювання впливу світлових діодних характеристик на ефективність СЕ свідчить, що визначальний внесок в зростання ефективності надає збільшення шунтуючого опору. Подальше зростання часу експлуатації СЕ до 4,3 років супроводжується зниженням ефективності до 7,6 %. Проте, оскільки ефективність ФЕП після 4 років залишається вищою від початкового значення, то створені СЕ мають необхідну для практичного використання деградаційну стійкість.

**Таблиця 2**  
**Вихідні параметри СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з товщиною базового шару 1 мкм при освітленні з тильної сторони**

Час, роки	0	1,0	4,3
Результати			
$J_{\text{кз}}$ , (мА/см <sup>2</sup> )	12,8	13,4	13,6
$V_{\text{хх}}$ , (мВ)	604	610	610
FF,	0,36	0,47	0,44
ККД, (%)	2,8	3,8	3,7

Аналіз значень параметрів, наведених у табл. 2, свідчить, що при опромінюванні з тильного боку, як і при опромінюванні з фронтального, зростання часу експлуатації СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з  $t_{\text{бш}} = 1$  мкм до 1 року призводить до росту ефективності від 2,8% до 3,8%, що обумовлено збільшенням фактора заповнення світлової ВАХ (FF). При подальшому зростанні часу експлуатації до 4,3 років ефективність СЕ зменшується від 3,8% до 3,7%, за рахунок зниження фактора заповнення світлової ВАХ. Таким чином, всі якісні тенденції в зміні вихідних параметрів і світлових діодних характеристики при освітленні СЕ ІТО/СdS/СdTe/Сu/ІТО з тильної і фронтальної сторін однакові.

### Висновки

В роботі вирішена актуальна задача з формування комплексних підходів до альтернативних методів, які базуються на явищі акустичної емісії з використання нетрадиційного джерела живлення на основі плівкових сонячних елементів на

гнучких підкладках.

1. Узагальнена та визначена послідовність основних етапів обробки акустичних сигналів з джерела надзвичайної ситуації у наслідок пожежі на потенційно-небезпечному об'єкті. Сформовані загальні вимоги до матеріалу та умов його створення перспективного для використання в якості нетрадиційних джерел електроживлення систем аварійної протидії.

2. Встановлено що СЕ ІТО/CdS/CdTe/Cu/ІТО з товщиною базового шару 1 мкм демонструють високу деградаційну стійкість. Максимальна ефективність при освітленні з фронтального боку 8,1% і при освітленні з тильного боку 3,8% спостерігається після року експлуатації приладових структур.

### Перелік посилань

- [1] Hietaniemi, Jukka & Mikkola, Esko (1997) Minimising fire risks at chemical storage facilities. Basis for the guidelines for safety engineers. Espoo, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1811, 32.
- [2] Guido Wehmeier, Konstantinos Mitropetros (2016) Fire Protection in the Chemical Industry. *Chemical engineering transactions*, 48, 259-264
- [3] International Alert Saferworld University of Bradford SEESAC. Ammunition stocks: Promoting safe and secure storage and disposal. Briefing 18: Biting the Bullet ISBN:1- 898702-63-2 February 2005, 36.
- [4] Hidenori Maruta, Akihiro Nakamura, Fujio Kurokawa, (2012) “Smokedetection in open areas with texture analysis and support vectormachines”, *IEEJ Trans Electron Eng*, 7, SI, 59–70
- [5] Zeng, W., Liu, T., Wang, Z., Tsukimoto, S., Saito, M., Ikuhara, Y. (2009) Selective detection of formaldehyde gas using a Cd-Doped TiO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub> sensor. *Sensors* 9, 9029–9038.
- [6] Khrypunov, G., Vambol, S., Deyneko, N., Sychikova, Y. (2016). Increasing the efficiency of film solar cells based on cadmium telluride. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (84)), 12–18. doi:

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85617>

- [7] 7.Taslim Raza M., Zishanur Rahman M., Reyaz M., Mohammad Rezaul Karim. Study of CdTe film growth by CSS on three different types of CdS coated substrates. *Materials Today: Proceedings*, V. 5, Issue 14, Part 2, 2018, P. 27833-27839. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.020>
- [8] Dharmadasa, I.M., Bingham, P.A., Echendu, O.K., Salim, H.I., Druffel, Dharmadasa T., Sumanasekera, R., Dharmasena, G.U., Dergacheva, M.B., Mit, K.A., Urazov, K.A., Bowen, L., Walls, M., Abbas, A. Fabrication of CdS/CdTe-Based Thin Film Solar Cells Using an Electrochemical Technique. *Coatings* 2014, 4, 380-415.
- [9] Deyneko N. et al. Development of a technique for restoring the efficiency of film ITO/CdS/CdTe/Cu/Au SCs after degradation // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2019. – №. 1 (5). – С. 6-12.

### References

- [1] Hietaniemi, Jukka & Mikkola, Esko (1997) Minimising fire risks at chemical storage facilities. Basis for the guidelines for safety engineers. Espoo, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1811, 32.
- [2] Guido Wehmeier, Konstantinos Mitropetros (2016) Fire Protection in the Chemical Industry. *Chemical engineering transactions*, 48, 259-264
- [3] International Alert Saferworld University of Bradford SEESAC. Ammunition stocks: Promoting safe and secure storage and disposal. Briefing 18: Biting the Bullet ISBN:1- 898702-63-2 February 2005, 36.
- [4] Hidenori Maruta, Akihiro Nakamura, Fujio Kurokawa, (2012) “Smokedetection in open areas with texture analysis and support vectormachines”, *IEEJ Trans Electron Eng*, 7, SI, 59–70
- [5] Zeng, W., Liu, T., Wang, Z., Tsukimoto, S., Saito, M., Ikuhara, Y. (2009) Selective detection of formaldehyde gas using a Cd-Doped TiO<sub>2</sub>-SnO<sub>2</sub> sensor. *Sensors* 9, 9029–9038.
- [6] Khrypunov, G., Vambol, S., Deyneko, N., Sychikova, Y. (2016). Increasing the efficiency of film solar cells based on cadmium telluride.

- Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (5 (84)), 12–18. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85617>
- [7] 7.Taslim Raza M., Zishanur Rahman M., Reyaz M., Mohammad Rezaul Karim. Study of CdTe film growth by CSS on three different types of CdS coated substrates. Materials Today: Proceedings, V. 5, Issue 14, Part 2, 2018, P. 27833-27839. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.020>
- [8] Dharmadasa, I.M., Bingham, P.A., Echendu, O.K., Salim, H.I., Druffel, Dharmadasa T., Sumanasekera, R., Dharmasena, G.U., Dergacheva, M.B., Mit, K.A., Urazov, K.A., Bowen, L., Walls, M., Abbas, A. Fabrication of CdS/CdTe-Based Thin Film Solar Cells Using an Electrochemical Technique. Coatings 2014, 4, 380-415.
- [9] Deyneko N. et al. Development of a technique for restoring the efficiency of film ITO/CdS/CdTe/Cu/Au SCs after degradation //V0stochno-Evropeyskiy zhurnal peredovih tehnologiy. – 2019. – №. 1 (5). – S. 6-12.

### Реферат

*Дейнеко Наталія, Дівізінюк Михайло  
Левтеров Олександр, Мірненко Володимир  
Шевченко Ольга*

#### **Нові підходи до реалізації інформаційно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій в результаті пожежі в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії**

В роботі запропоновані розробки нових підходів до створення систем аварійної протидії з використанням нетрадиційних джерел електроживлення в разі пошкодження традиційних систем електропостачання.

Основна ідея роботи становить формування комплексних підходів до альтернативних методів, які базуються на явищі акустичної емісії (АЕ) з використання нетрадиційного джерела живлення на основі плівкових сонячних елементів на гнучких підкладках. Створення фотоперетворювачів на основі тонких плівок з різноманітних матеріалів і з'єднань є перспективним напрямком

розвитку сонячної енергетики. На жаль, ККД цих фотоперетворювачів поки недостатньо високий, але вартість обладнання для їх створення, а отже, і вартість приладових структур, вже цілком прийнятна.

Досліджувані сонячні елементи були отримані методом термічного вакуумного випаровування при використанні вакуумної установки УВН67 з модифікованим внутрішнім оснащенням.

Після виготовлення сонячні елементи (СЕ) досліджувалися в стандартних лабораторних умовах, прийнятих для дослідження сонячних елементів наземного використання є в режимі АМ 1.5 при потужності світлового потоку 100 мВт / см<sup>2</sup> і температурі 25 ° С. Для дослідження процесів деградації в таких СЕ після вимірювання початкових параметрів СЕ були поміщені в герметичний пластиковий бокс і витримувалися протягом 4 років при температурі 15-25 ° С.

Перевірка елементів демонструє високу деградаційну стійкість, що забезпечує загальні вимоги до матеріалу і умови його створення перспективного для використання в якості нетрадиційних джерел електроживлення систем аварійної протидії та забезпечення використання інформаційно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій в результаті пожежі в умовах пошкодження електроживлення систем аварійної протидії.

*Дейнеко Наталья, Дивизинюк Михаил  
Левтеров Александр, Мирненко Владимир  
Шевченко Ольга*

#### **Новые подходы к реализации информационно-технических методов предупреждения чрезвычайных ситуаций в результате пожара в условиях повреждения электропитания систем аварийного противодействия**

В работе предложены разработки новых подходов к созданию систем аварийной противодействия с использованием нетрадиционных источников

электропитания в случае повреждения традиционных систем электроснабжения.

Основная идея работы составляет формирование комплексных подходов к альтернативным методам, которые базируются на явлении акустической эмиссии (АЭ) по использованию нетрадиционного источника питания на основе пленочных солнечных элементов на гибких подложках. Создание фотопреобразователей на основе тонких пленок из самых разных материалов и соединений является перспективным направлением развития солнечной энергетики. К сожалению, КПД этих фотопреобразователей пока недостаточно высок, но стоимость оборудования для их создания, а значит, и стоимость приборных структур, уже вполне приемлема.

Исследуемые солнечные элементы были получены методом термического вакуумного испарения при использовании вакуумной установки УВН67 с модифицированным внутренним оснащением

После изготовления солнечные элементы (СЭ) исследовались в стандартных лабораторных условиях, принятых для исследования солнечных элементов наземного использования есть в режиме АМ 1.5 при мощности светового потока  $100 \text{ мВт} / \text{см}^2$  и температуре  $25^\circ \text{C}$ . Для исследования процессов деградации в таких СЭ после измерения начальных параметров СЭ были помещены в герметичный пластиковый бокс и выдерживались в течение 4 лет при температуре  $15\text{-}25^\circ \text{C}$

Проверка элементов демонстрируют высокую деградационную устойчивость, что обеспечивает общие требования к материалу и условия его создания перспективного для использования в качестве нетрадиционных источников электропитания систем аварийной противодействия и обеспечения использования информационно-технических методов предупреждения чрезвычайных ситуаций в результате пожара в условиях повреждения

электропитания систем аварийной противодействия.

*Deyneko Nataly, Divizinyuk Mikhailo  
Levterov Olexandr, Mirnenko Volodymyr  
Shevchenko Olga*

### **New approaches to the implementation of information and technical methods for the prevention of emergencies as a result of fire in conditions of damage to the power supply of emergency response systems**

The paper proposes the development of new approaches to the creation of emergency response systems using non-traditional power supplies in the event of damage to traditional power supply systems.

The main idea of the work is the formation of integrated approaches to alternative methods based on the phenomenon of acoustic emission (AE) using an unconventional power source based on film solar cells on flexible substrates. The creation of photoconverters based on thin films from a variety of materials and compounds is a promising direction in the development of solar energy. Unfortunately, the efficiency of these photoconverters is not yet high enough, but the cost of equipment for their creation, and hence the cost of instrument structures, is already quite acceptable.

The investigated solar cells were obtained by the method of thermal vacuum evaporation using a UVN67 vacuum unit with modified internal equipment.

After manufacturing, solar cells (SCs) were investigated under standard laboratory conditions adopted for the study of solar cells for ground-based use, i.e. in the AM 1.5 mode with a luminous flux power of  $100 \text{ мВт} / \text{см}^2$  and a temperature of  $25^\circ \text{C}$ . To study degradation processes in such solar cells after measuring the initial parameters The solar cells were placed in a sealed plastic box and kept for 4 years at a temperature of  $15\text{-}25^\circ \text{C}$  Checking the elements demonstrate high degradation resistance, which provides general requirements for the material and the conditions for its creation promising for use as unconventional sources of power supply for emergency response systems and ensuring the use of information and technical methods for

preventing emergency situations as a result of fire in conditions of damage to the power supply of emergency response systems.

### Відомості про авторів

**Дейнеко Наталя Вікторівна**

**Освіта:** Інженер-фізик матеріалознавець, спеціальність "Фізика матеріалів для електрообладнання та гелевої енергетики" 2007 рік.

**Науковий ступінь:** кандидат технічних наук (2013)

**Вчене звання:** доцент (2019)

**Місце роботи:** Науковий відділ з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України

**Область знань:** Цивільний захист

**Наукові інтереси:** Цивільний захист, альтернативні джерела енергії, моделювання надзвичайних ситуацій

**Email:** natalyadeyneko@gmail.com

**Дівізінюк Михайло Михайлович**

**Освіта:** Повна вища, спеціальність «Бойові інформаційні системи, що управляють» (1979).

**Науковий ступінь:** Доктор фізико-математичних наук (2003).

**Вчене звання:** професор (2006)

**Місце роботи:** ДУ "ІГНС НАН України".

**Область знань:** Цивільний захист, захист об'єктів критичної інфраструктури.

**Наукові інтереси:** Цивільний захист, захист об'єктів критичної інфраструктури.

**Email:** divizinyuk@ukr.net

**Лєвтерєв Олександр Антонович**

**Освіта:** Інженер-електрик, спеціальність «Автоматика та управління в технічних системах» 1994 рік.

**Науковий ступінь** кандидат технічних наук (2000)

**Вчене звання:** старший науковий співробітник (2008)

**Місце роботи:** Кафедра управління та організації діяльності у сфері цивільного захисту, факультет цивільного захисту, Національний університет цивільного захисту України

**Область знань:** Цивільний захист

**Наукові інтереси:** Цивільний захист, акустика, моделювання надзвичайних ситуацій, програмування

**Email:** al721@i.ua

**Мірненко Володимир Іванович**

**Освіта:** Експлуатація авіаційного обладнання (1989).

**Науковий ступінь:** Доктор технічних наук (2006).

**Вчене звання:** професор (2006)

**Місце роботи:** Національний університет оборони України імені Івана Черняховського

**Область знань:** Інженерія поверхні, надійність машин та механізмів, логістика

**Наукові інтереси:** Інженерія поверхні, надійність машин та механізмів, логістика

**Email:** mirnenkovi@gmail.com

**Шевченко Ольга Станіславівна**

**Освіта:** Інженер, спеціальність "Пожежна безпека" 2016 рік.

**Місце роботи:** Науковий відділ з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України

**Область знань:** Цивільний захист

**Наукові інтереси:** моделювання надзвичайних ситуацій

**Email:** shevchenkoolga2008@gmail.com