

DOI 10.36074/logos-29.03.2024.038

## АКУСТИЧНИЙ СТЕНД ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДАТЧИКІВ ОХОРОННОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Азаренко Олена Василівна<sup>1</sup>, Гончаренко Юлія Юріївна<sup>2</sup>,  
Дівізінюк Михайло Михайлович<sup>3</sup>, Мирошник Олег Миколайович<sup>4</sup>,  
Поляков Сергій Володимирович<sup>5</sup>, Фаррахов Олександр Володимирович<sup>6</sup>

---

**1.** доктор фізико-математичних наук, професор, заступник керівника  
*Науково-дослідний лабораторно-експериментальний центр «БРАНД ТРЕЙД», УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0000-0003-2927-5545**

**2.** доктор технічних наук, доцент, професор кафедри кібербезпеки та захисту  
інформації  
*Європейський університет, УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0000-0003-2045-0263**

**3.** доктор фізико-математичних наук, професор, головний науковий співробітник  
*Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів  
атомної енергетики Національної академії наук України, УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0000-0002-5657-2302**

**4.** доктор технічних наук, професор, заступник начальника інституту з навчальної та  
наукової роботи  
*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України, УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0000-0001-8951-9498**

**5.** заступник начальника  
*Головного управління з реагування на надзвичайні ситуації ГУ ДСНС України у  
Луганській області, УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0009-0005-6807-1643**

**6.** кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник  
*Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів  
атомної енергетики Національної академії наук України, УКРАЇНА*  
**ORCID ID: 0000-0003-4988-126X**

---

## SECTION 10.

### FIRE AND CIVIL SAFETY

**Анотація.** *Надається опис акустичного стенду для лабораторних досліджень датчиків охоронної та пожежної сигналізації об'єктів критичної інфраструктури. Показано, що цей стенд розташований всередині ангару, зі звукопоглинаючою підлогою з фіксовано встановленими чотирма штативами, один з кріпленням для приймально-випромінювального пристрою (датчики) і три з металевими кутовими відбивачами, з різних речовин, також, вимірювальною апаратурою, переносними тепловізорами, що реєструють температуру конвекційних потоків, які синхронізуються програмним таймером за допомогою систем бездротового зв'язку стандарту «Bluetooth».*

### Вступ

Безпека об'єктів критичної інфраструктури, забезпечення їх надійного функціонування в умовах терористичного впливу – актуальна проблема [1-3], вирішенням якої зайняті державні та приватні науково-технічні структури, спеціальні служби та академічні установи [4-7]. Практичне вирішення цієї проблем на стратегічних об'єктах покладено на служби фізичного захисту цих об'єктів [8,9], які оснащені безліччю систем забезпечення безпеки, у тому числі й системами контролю доступу до приміщень, системами пожежної та охоронної сигналізації [10].

Вирішення окремих завдань забезпечення безпеки, таких як своєчасне виявлення загорянь [11], забезпечення контролю герметичності та цілісності приміщень [12], контроль за переміщенням поодиноких, найбільш важливих пристроїв, всередині приміщень об'єкту критичної інфраструктури [13] технічно реалізується з використанням імпульсного акустичного зондування. Для цього у певних локальних приміщеннях формуються свої лінії вимірювань, кожна з яких включає первинний датчик реєстрації параметра, пристрій обробки та трансляції даних, лінія комунікації [14].

Однак, для налагодження надійного функціонування подібних систем охоронної та пожежної сигналізації необхідний акустичний стенд, що забезпечує їх первинне калібрування та налаштування.

Мета даної роботи полягає у розробці акустичного стенду для лабораторних досліджень датчиків охоронної та пожежної сигналізації об'єктів критичної інфраструктури.

### Викладення основного матеріалу

Лабораторна установка (акустичний стенд) монтується у спеціальному ангарі, зовнішній вигляд якого нагадував навіп розрізаний гофрований металевий циліндр. Його довжина не перевищувала ста метрів, ширина – 25 та найбільша висота приблизно 12 метрів. Усередині цього ангару

розташовується майданчик 15 на 15 м, застелений гумовими матами. Майданчик огорожений звукопоглинаючим периметром із термоізоляційного матеріалу, висота якого досягає двох метрів. Він поділяється на ліву та праву частини осью ліній. Уздовж осьової лінії на відстані 10 м встановлено два штативи, висотою один метр кожен. На першому штативі є кріплення для фіксації датчика (приймача) акустичного пристрою, а на другому кріпиться металевий кутовий відбивач, ребро якого становить двадцять сантиметрів. Праворуч і ліворуч від другого штатива на відстані 6 м встановлено третій та четвертий штативи з аналогічними кутовими відбивачами. Подібне розташування прийомовипромінюючого акустичного пристрою та кутових відбивачів, закріплених на метровій висоті, забезпечує формування трьох вимірювальних акустичних ліній, як показано на рис.1.

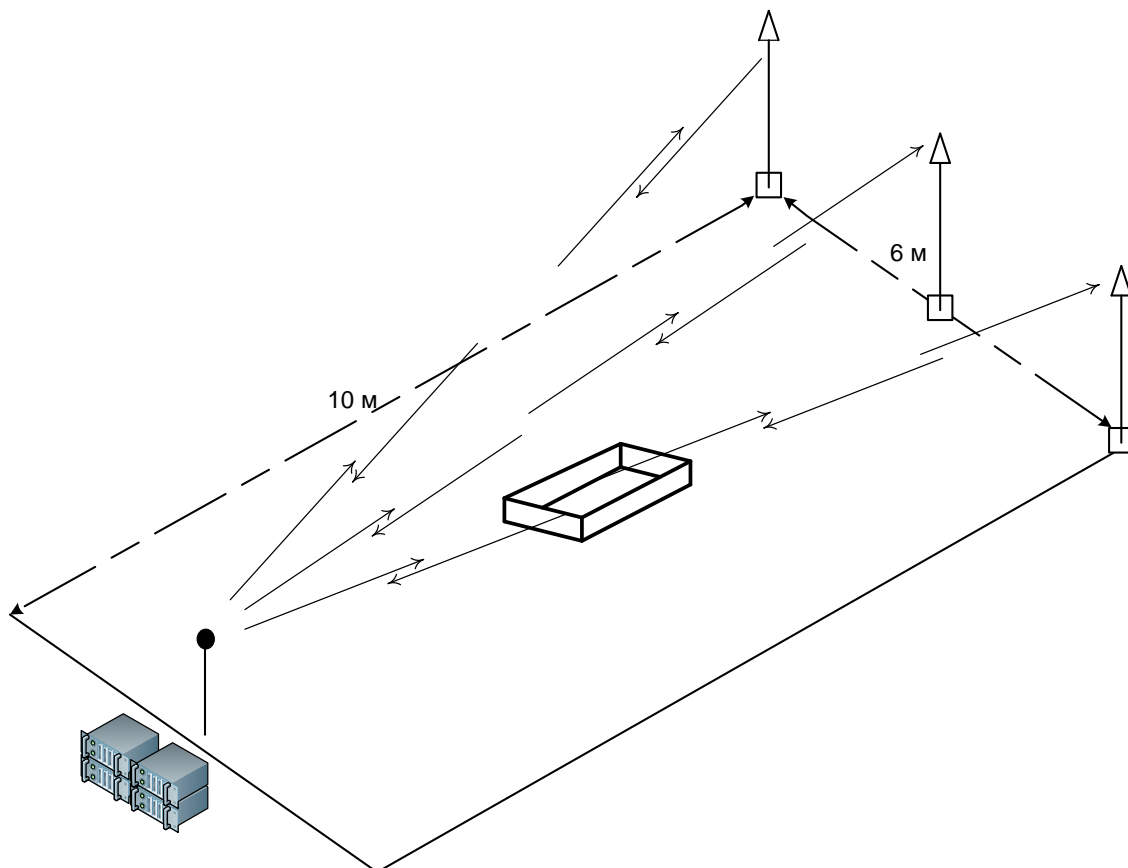


Рис. 1. Схема акустичного стенду

В геометричному центрі вимірювального майданчика встановлено спеціальний піддон, площею близько півтора квадратних метрів, який забезпечує безпечне горіння різних матеріалів.

**SECTION 10.**  
FIRE AND CIVIL SAFETY

За першим штативом розташована рухома платформа, на якій розташовуються блок живлення, вимірювальні прилади (генератор, частотомір, осцилограф та інш.) та ноутбук, який має спеціальне програмне забезпечення.

Приймально-випромінюючий пристрій забезпечує роботу (випромінювання імпульсних акустичних сигналів і прийом відбитих від кутових відбивачів відбитих сигналів) в секторі  $-60^{\circ} - 0^{\circ} - +60^{\circ}$  від осьової лінії, що розділяє майданчик на ліву і праву частину.

Наявність трьох вимірювальних трас, звукопоглинаючих матів та двометрової огорожі (периметра), спеціального програмного забезпечення дозволяє проводити вимірювання швидкості звуку з відносною точністю до 0,5 м/с.

Відсутність огорожі зверху дозволяє гарячим конвекційним потокам безперешкодно підніматися вгору і надалі заповнювати весь обсяг ангару. Для припинення процесу горіння в піддоні передбачено набір основних та резервних вогнегасників.

Для фіксування температури конвекційних потоків є два (лівий та правий) переносні тепловізори. Їх технічні характеристики забезпечують фіксацію конвекційних потоків у межах до тисячі градусів, з точністю до 10-20°C.

Синхронізація вимірювань швидкості звуку та фіксації температури конвекційних потоків забезпечується програмним таймером та системою «Bluetooth».

### **Висновки**

Таким чином, акустичний стенд для лабораторних досліджень датчиків охоронної та пожежної сигналізації об'єктів критичної інфраструктури являє собою квадратний майданчик зі стороною в п'ятнадцять метрів, який розміщений всередині ангару, зі звукопоглинаючою підлогою і двометровим периметром, фіксовано встановленими чотирма штативами, один з кріпленням для приймаючого пристрою і три з металевими кутовими відбивачами, центральним піддоном для горіння різних речовин, вимірювальною апаратурою у першого штатива, переносними тепловізорами, що реєструють температуру конвекційних потоків, що синхронізуються програмним таймером за допомогою системи «Bluetooth».

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

- [1] Ключове завдання нашої держави... (2024). Офіційне інтернет-представництво Президента України. Промови та звернення. Вилучено з: <https://www.president.gov.ua/news/speeches>
- [2] Закон України «Про критичну інфраструктуру» (2024). (Редакція від 05.12.2022р.). Вилучено з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>

- [3] Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Шевченко Р.І., Шевченко О.С. (2023). Характеристика об'єктів критичної інфраструктури держави (особливості ядерних та інших стратегічних об'єктів). *Комунальне господарство міст*. Том 1, випуск 175. С.160-168. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-160-168>
- [4] Азаренко Е.В., Гончаренко Ю.Ю., Дивизинюк М.М., Ожиганова М.И. (2018). *Защита критической инфраструктуры государства от террористического воздействия*. Монографія. Київ: ІГНС НАН України.
- [5] Азаренко Е.В., Гончаренко Ю.Ю., Дивизинюк М.М., Лазаренко С.В., Ожиганова М.И. (2019). *Информационно-технические методы предотвращения чрезвычайных ситуаций террористического характера на объектах критической инфраструктуры. Часть 1. С использованием активных импульсных радиолокационных средств*. Монографія. Київ: ІГНС НАН України.
- [6] Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Камишенцев Г.В., Лукашенко В.В. (2023). *Інформаційно-технічні методи забезпечення державної безпеки України. Частина 2. З використанням відеосистем зовнішнього спостереження*. Монографія. Київ: ІГНС НАН України.
- [7] Diviziniuk M., Azarenko O., Honcharenko Yu., Shevchenko O., Shevchenko R. (2023). *Challenges and threats to critical infrastructure. Generalization of the characteristics of critical state infrastructure objects*. Collective monograph. NGO Institute for Cyberspace Research (Detroit, Michigan, USA).
- [8] Закон України «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання». (2024). (Редакція від 16.10.2022р.). Вилучено з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2064-14#Text>
- [9] Азаренко О.В., Гвоздь В.М., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Фаррахов О.В., Сівоха І.М. (2023). Основні положення концепції максимальної безпеки ядерного об'єкту при мінімумі витрат. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки» №32 (жовтень, 2023)*: за матеріалами VI Міжнародної науково-практичної конференції «Globalization of scientific knowledge: international cooperation and integration of sciences», що проводилася 13 жовтня 2023 року ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporative Management» (Відень, Австрія). Р.101-109. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.13.10.2023.018>
- [10] Дівізінюк, М.М., Єременко, С.А., Лефтеров, О.А., Пруський, А.В., Стрілець, В.В., Стрілець, В.М., Шевченко, Р.І. (2022). *Теоретичні засади парадигми «цивільний захист»*. Монографія. Київ: ТОВ «АЗИМУТ-ПРИНТ».
- [11] Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Лобойченко В.М., Фаррахов О.В., Поляков С.В. (2024). Математична модель акустичного контролю температури в локальному приміщенні, виявлення всередині його загорань і пожеж шляхом імпульсного акустичного зондування. *International Scientific Journal Grail of Science № 35 January, 2024*: with the proceedings of the: II Correspondence International Scientific and Practical Conference «Science in Motion: Classic and Modern Tools and



**SECTION 10.**

FIRE AND CIVIL SAFETY

Methods in Scientific Investigations» held on January 19th, 2024 by NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine), LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria). P.122-135. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.020>

- [12] Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Мирошник О.М., Фаррахов О.В., Поляков С.В. (2024). Математична модель акустичного контролю герметичності і цілісності конструкцій локального приміщення шляхом імпульсного акустичного зондування. *Scientific Collection «InterConf+», 41(185)*: with the Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference «Concepts for the Development of Society's Scientific Potential» (January 19-20, 2024; Prague, Czech Republic) by LLC SPC «InterConf». Prague: Authorpublishers miscellaneous. P.636-649. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.01.2024.070>
- [13] Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Мирошник О.М., Поляков С.В., Фаррахов О.В. (2024). Математична модель акустичного контролю переміщення поодинокого фізичного об'єкту в локальному приміщенні шляхом імпульсного акустичного зондування. *International Scientific Journal Grail of Science № 36 February, 2024*: with the proceedings of the: VII Correspondence International Scientific and Practical Conference An Integrated Approach to Science Modernization: Methods, Models and Multidisciplinarity held on February 16 th, 2024 by NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine), LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria), P.107-116. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.16.02.2024>
- [14] Diviziniuk M., Farrakhov O., Lysychenko K., Zobenko N., Bas O. (2023). Analysis of Radiation Background and Its Changes as Tool to Prevent Terrorist Emergencies at Critical Infrastructure Objects. In: Zaporozhets A., Popov O. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy IV. Volume II. Nuclear and Environmental Safety. Studies in Systems, Decision and Control. Vol. 456*. P.141-155. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22500-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22500-0_9)