

MONITORING AND CONTROL OF SENSORS IN FIRE SAFETY SYSTEMS

Vinnitsia National Technical University

Анотація

Ця робота присвячена вивченню моніторингу та калібруванню датчиків у системах пожежної безпеки. Здійснюється аналіз основних типів датчиків - димових, теплових та газових - їхнього призначення та специфіки роботи. Розглядаються процеси моніторингу та калібрування як ключові елементи забезпечення надійності та ефективності системи пожежної безпеки. У статті вказуються основні принципи та процедури моніторингу, а також необхідність регулярного калібрування датчиків для забезпечення їхньої точності та відповідності стандартам. Крім того, розглядаються сучасні технології та методи, що використовуються для автоматизації цих процесів, такі як інтелектуальні системи та використання Інтернету речей (IoT).

Ключові слова: моніторинг, калібрування, датчики, пожежна безпека, системи пожежного захисту, димові датчики, теплові датчики, газові датчики, ефективність, надійність, стандарти, автоматизація, інтелектуальні системи, інтернет речей (iot), технології безпеки, джерела даних, нормативні вимоги, безпека праці, захист від пожеж, довіра до систем.

Abstract

This article explores the monitoring and calibration of sensors in fire safety systems. It analyzes the main types of sensors - smoke, heat, and gas sensors - their purpose and operational specifics. The processes of monitoring and calibration are discussed as key elements in ensuring the reliability and effectiveness of fire safety systems. The article outlines the fundamental principles and procedures of monitoring, as well as the necessity of regular sensor calibration to ensure their accuracy and compliance with standards. Additionally, modern technologies and methods used to automate these processes, such as intelligent systems and the Internet of Things (IoT), are examined. Overall, the article aims to deepen understanding of the importance of monitoring and calibrating sensors in ensuring the safety of objects from fire hazards.

Keyword: monitoring, calibration, sensors, fire safety, fire protection systems, smoke detectors, heat detectors, gas detectors, efficiency, reliability, standards, automation, intelligent systems, internet of things (iot), security technologies, data sources, regulatory requirements, workplace safety, fire protection, trust in systems.

Introduction

Fire safety systems play a critical role in protecting life and property from fires [1-5]. Accordingly, the effectiveness and reliability of such systems directly depend on the accuracy and functionality of their components [6-10], in particular sensors [11-15]. Monitoring and calibration of sensors in fire safety systems are necessary to ensure timely fire detection, proper alarm operation [16-20] and activation of fire extinguishing means [21-23]. These processes include regular testing and adjustment of sensor sensitivity, assessment of their performance under various conditions, as well as the use of the latest technologies to increase accuracy and reduce the number of false alarms.

Thus, regular monitoring and calibration of sensors are key measures to maintain high safety standards and effective functioning of fire safety systems.

The aim of the work is to consider the importance of monitoring and calibration of sensors in fire safety systems in order to ensure the reliability and efficiency of these systems.

Research results

Sensors play a central role in fire safety systems, as they provide timely detection of potential fires [24]. The main types of sensors, such as smoke, heat and gas, have their own specific characteristics and settings that affect their sensitivity and accuracy. Smoke sensors detect aerosol particles in the air, heat sensors respond to an increase in temperature, and gas sensors detect the concentration of hazardous gases. The effectiveness of these sensors directly depends on regular monitoring and calibration [25].

Monitoring sensors includes regular checks of their performance, condition and efficiency, which is critical to detect malfunctions that may occur due to wear, contamination or external factors such as changes in temperature or humidity. Regular monitoring allows for the timely detection of potential problems, which minimizes the risk of false alarms or non-detection of fires, thus ensuring stable operation of the fire safety system [26].

Sensor calibration [27, 28], in turn, is the process of adjusting their sensitivity and accuracy in accordance with established standards. This involves comparing sensor readings with reference values and making necessary adjustments. Proper calibration ensures that sensors comply with safety standards and requirements set by international and national standards and should be performed regularly, as sensor accuracy may deteriorate over time.

Modern technologies have significantly expanded the capabilities for monitoring and calibrating sensors in fire safety systems. Intelligent systems automate monitoring processes, increasing their efficiency and reducing the likelihood of human error. The use of the Internet of Things (IoT) allows for remote monitoring of sensor status and receiving instant notifications of any deviations from the norm [29]. In addition, the latest software solutions based on machine learning algorithms provide more accurate calibration by analyzing large amounts of data and automatically adjusting sensor settings.

Regular monitoring and calibration of sensors significantly increase the overall safety of buildings and structures, ensuring timely detection of fires and minimizing risks to people and reducing material damage. They also contribute to compliance with legal requirements and standards governing fire safety systems. Reliable sensor operation strengthens the trust in the fire safety system by users and responsible authorities [30].

Smoke detectors, in particular, are among the most common and effective means of detecting fires. They can be optical or ionization. Optical detectors use infrared or ultraviolet light to detect smoke, while ionization detectors respond to changes in electrical current caused by the presence of smoke particles. Each type has its own advantages and limitations, and the choice depends on the specific conditions and requirements of the facility.

Heat detectors, in turn, can be maximum or differential. Maximum sensors are triggered when a certain temperature is reached, while differential sensors respond to a rapid increase in temperature. This allows you to effectively detect fires that are characterized by sudden changes in temperature, even if the overall ambient temperature has not yet reached critical values.

Gas sensors, especially important for industrial facilities where hazardous gases may be present, are able to detect even the smallest concentrations of toxic or explosive gases. They are used to detect gas leaks that can lead to fires or explosions. Their accuracy and sensitivity are especially important in conditions where the speed of response can determine the safety of workers and the integrity of the facility.

To ensure maximum effectiveness of the fire safety system, all these sensors must work in conjunction, providing a multi-level approach to fire detection. Modern fire safety systems often integrate different types of sensors into a single network, which allows you to quickly and accurately determine the location and nature of the fire. This significantly increases the efficiency of the response and minimizes potential damage.

In general, monitoring and calibration of sensors are integral components of ensuring the effectiveness of fire safety systems. They allow maintaining high accuracy and reliability of sensors, ensuring timely detection of fires and minimizing possible losses. The use of modern technologies and regular implementation of these processes are key to maintaining high standards of safety and protection of life and property.

The development of technologies in the field of fire safety does not stand still, and new solutions are constantly appearing on the market. In addition to standard smoke, heat and gas detectors, new types of sensors are emerging that can detect fire based on other parameters. For example, infrared sensors are able to detect fire based on thermal radiation, which allows you to record ignition even in difficult conditions, such as smoky rooms or places with poor visibility.

Ultrasonic sensors are also becoming increasingly popular. They use sound waves to detect changes in the environment, such as an increase in temperature or the presence of smoke. This provides an additional level of safety, as such sensors can respond to fires that other sensors may miss.

Another important aspect is the integration of fire safety systems with other building management systems, such as ventilation, air conditioning and evacuation systems. This allows you to automatically activate the necessary measures in the event of a fire detection, such as turning off ventilation to prevent the spread of smoke or opening emergency exits. Such integrated systems significantly increase the efficiency of emergency response.

In addition, in modern conditions, cybersecurity issues of fire safety systems are becoming increasingly important. With the growing use of IoT and network technologies, ensuring protection against cyber threats is becoming a critical aspect.

Hacker attacks on fire safety systems can have catastrophic consequences, so it is important to implement reliable methods of data protection and access.

It is also important to note that the implementation of new technologies requires appropriate personnel training. Training and certification of fire safety specialists is an integral part of the successful

implementation and operation of modern systems. Personnel must be familiar with new types of sensors, methods of their calibration and monitoring, as well as the principles of operation of integrated systems.

In addition, attention should be paid to regulatory and normative aspects. The implementation of new technologies must comply with current legislative requirements and standards. Regular inspections and audits of fire safety systems allow them to be maintained in proper condition and identify possible shortcomings in a timely manner.

In addition to technical aspects, the safety culture in organizations also plays an important role. Promoting the importance of fire safety among employees, regular training and evacuation drills significantly increase the overall level of emergency preparedness. It is important that every employee knows their actions in the event of a fire, as well as understands how the fire safety systems in their workplace work.

Given these aspects, it can be concluded that fire safety systems are comprehensive and multifaceted. They include both technical and organizational measures aimed at ensuring the maximum level of fire protection. Regular monitoring and calibration of sensors, the introduction of modern technologies, personnel training and compliance with regulatory requirements are all integral components of an effective fire safety system.

Due to the rapid development of technologies and the integration of new solutions, fire safety systems are becoming increasingly reliable and effective. Investments in new technologies and continuous improvement of existing systems can significantly reduce the risks of fires and minimize their consequences. Thus, ensuring fire safety remains one of the priority areas in the field of building and construction management, contributing to the protection of life and property.

It is also important to emphasize the role of international cooperation in the field of fire safety. The exchange of experience and best practices between countries contributes to the improvement of national standards and an increase in the overall level of safety. International organizations, such as the International Fire Safety Association (IFSA) and the National Fire Protection Association (NFPA), play an important role in the development of standards and recommendations that help countries improve their fire safety systems.

One example of successful international cooperation is the development and implementation of the EN 54 series of standards, which regulate the requirements for fire alarm and fire extinguishing systems in the European Union. These standards are the basis for the development of national regulatory documents in many countries, including Ukraine, where the DSTU EN 54-1:2015 standard is in force. Compliance with these standards ensures high quality and reliability of fire safety systems.

Given the importance of fire safety, governments in many countries are actively supporting the development and improvement of fire alarm and fire extinguishing systems. Investments in research and development of new technologies, as well as support for training and certification programs for specialists, contribute to increasing the overall level of safety. Regular updates of legislation and regulations governing fire safety allow us to take into account new challenges and technological advances.

In conclusion, it should be noted that ensuring fire safety is a complex and multifaceted process that requires constant attention and improvement. Regular monitoring and calibration of sensors, the introduction of modern technologies, personnel training and compliance with regulatory requirements are key elements of an effective fire safety system. They ensure timely detection of fires and minimize possible losses, contributing to the protection of life and property.

The integration of the latest technologies, such as IoT and machine learning algorithms, can significantly increase the efficiency of fire safety systems, making them more reliable and accurate. Thanks to international cooperation and the support of governments, fire safety systems continue to evolve, ensuring high standards of safety and protection for all citizens.

Conclusions

Monitoring and calibration of sensors are key components of an effective fire safety system. Their accuracy and reliability determine the timely detection of fires, which allows minimizing risks to human life and reducing material damage. Regular monitoring ensures the constant operability of sensors, timely detecting potential malfunctions, while calibration guarantees that their characteristics comply with established safety standards. The use of modern technologies, such as intelligent systems and IoT, significantly increases the efficiency of these processes, automating them and reducing the likelihood of human error.

Thanks to regular monitoring and calibration, fire safety systems can function at a high level, ensuring reliable protection of buildings and structures. This not only contributes to compliance with legislative requirements, but also strengthens the trust in the system from users and responsible authorities. In general, the implementation and maintenance of these practices are critical to maintaining high standards of safety and protection of life and property, making them an integral part of modern fire safety systems.

References

1. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology / H. Khrebtii et al. – Primedia eLaunch, 2023. – 305 p.
2. Савицький М. Педагогічні студії з підготовки будівельно-архітектурних фахівців: дидактичний та виховний аспекти / М. Савицький та ін. – Дніпро : ПДАБА, 2022. – 483 p.
3. Kazachiner O. Theoretical and scientific foundations of pedagogy and education / O. Kazachiner, Y. Boychuk. – International Science Group, 2022. – 476 p.
4. Rusnak I. Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology / I. Rusnak et al. – International Science Group, 2023. – 117 p.
5. Azarenkov V. Modern teaching methods in pedagogy and philology / V. Azarenkov et al. – Primedia eLaunch, 2023. – 580 p.
6. Kazachiner O. Theoretical foundations of pedagogy and education / O. Kazachiner, Y. Boychuk, A. Halii. – International Science Group, 2022. – 602 p.
7. Wójcik W. Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics and Control / W. Wójcik et al. – London, New York : Taylor & Francis Group, 2021. – 306 p.
8. Hladyshev D. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions / D. Hladyshev, M. Brodskiy, L. Lisnykh. – International Science Group, 2023. – 461 p.
9. Піскун Р. П. Ультраструктура кори головного мозку при експериментальній дисліпопротеїдемії та її фармакокорекції / Р. П. Піскун, С. М. Горбатюк // Biomedical and biosocial anthropology. – 2007. – № 9. – С. 274-275.
10. Hladyshev D. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture / D. Hladyshev, H. Hnat. – International Science Group, 2023. – 464 p.
11. Bereziuk O. V. High-precision ultrasonic method for determining the distance between garbage truck and waste bin / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bogachuk, P. Kisala, A. Tungatarova, B. Yeraliyeva // Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control: collective monograph. – London: Routledge, 2021. – P. 279-290.
12. Рymar В. В. Універсальний акустичний датчик-вимикач із затримкою вимикання для регулювання освітлення виробничих приміщень / В. В. Рymar, О. В. Березюк // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика: Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції БЖДЛ-2018, 25-27 квітня 2018 р. – Львів, 2018. – С. 167-168.
13. Wyjck W. Metrological Aspects of Controlling the Rotational Movement Parameters of the Auger for Dewatering Solid Waste in a Garbage Truck / W. Wyjck, O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. Bohachuk, L. Polishchuk, O. Bezsmertna, S. Smailova, S. Kurmagazhanova // International Journal of Electronics and Telecommunications. – 2023. – Vol. 69, No. 2. – P. 233-238.
14. Крeкотeнь Є. Г. Газoаналiзатор на базi ARDUINO / Є. Г. Крeкотeнь, О. В. Березюк // Проблеми цивiльного захисту населення та безпеки життєдiяльностi: сучаснi реалiї України: Матерiали IV Всеукраїнської заочної науково-практичної конференції. – Київ: НПУ іменi М.П. Драгоманова, 2018. – С. 69-70.
15. Мельничук О. І. Датчик малих лiнiйних перемiщень для управлiння смiттевозом / О. І. Мельничук, О. В. Березюк // Прикладнi науково-технiчнi дослiдження: матерiали III мiжнар. наук.-прак. конф., 3-5 квіт. 2019 р. – Івано-Франкiвськ: Симфонiя форте, 2019. – С. 115.
16. Полуденко О. С. Радіoeлектроннi пристрої для вимiрювання вологостi / О. С. Полуденко, Г. Л. Антонюк, О. В. Березюк // Електронне наукове видання матерiалiв XLVI рeгiональної науково-технiчної конференції професорсько-викладацького складу, співробiтників та студентiв ВНТУ. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2084/2642>
17. Березюк О. В. Радіoeлектроннi пристрої для вимiрювання параметрiв забруднення навколишнього середовища / О. В. Березюк, С. О. Титарчук // Електронне наукове видання матерiалiв XLIII рeгiональної науково-технiчної конференції професорсько-викладацького складу, співробiтників та студентiв ВНТУ. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2014/inmt/txt/Tytarchuk.pdf>
18. Полуденко О. С. Електронний пристрiй для вимiрювання маси твердих побутових вiдходiв, завантажених у смiттевоз / О. С. Полуденко, Г. Л. Антонюк, О. В. Березюк // Матерiали молодiжної науково-практичної iнтернет-конференції студентiв аспiрантiв та молодих науковцiв «Молодь в науцi: дослiдження, проблеми, перспективи (МН-2018)» [Електронне мережне наукове видання] : збiрник матерiалiв, 02 сiчня – 06 червня 2018 р. – Вiнниця: ВНТУ, 2018. – С. 426-429. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/index/pages/view/zbirn2018>
19. Антонюк Г. Л. Електронний пристрiй для збору та реєстрації статистичних даних у пунктах завантаження твердих побутових вiдходiв у смiттевоз / Г. Л. Антонюк, О. С. Полуденко, О. В. Березюк // Матерiали молодiжної науково-практичної iнтернет-конференції студентiв аспiрантiв та молодих науковцiв «Молодь в науцi: дослiдження, проблеми, перспективи (МН-2018)» [Електронне мережне наукове видання] : збiрник матерiалiв, 02 сiчня – 06 червня 2018 р. – Вiнниця: ВНТУ, 2018. – С. 430-433. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/index/pages/view/zbirn2018>
20. Коваль Д. С. Пристрiй вимiрювання рiвня рiдини при скиданнi стiчних вод на основi емнiсного чутливого елемента / Д. С. Коваль, О. В. Березюк // Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика: Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції БЖДЛ-2018, 25-27 квітня 2018 р. – Львів, 2018. – С. 159-160.
21. Крeкотeнь Є. Г. Вимiрювач концентрації вибухонебезпечних газiв у повітрi / Є. Г. Крeкотeнь, О. В. Березюк // Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: матерiали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантiв і студентiв, 15-16 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С. 162-163.
22. Трофанюк Р. В. Транкінговий зв'язок для попередження та усунення наслідкiв пожеж / Р. В. Трофанюк, О. В. Березюк // Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: матерiали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантiв і студентiв, 15-16 травня 2018 р. – Черкаси, 2018. – С. 189-191.
23. Крeкотeнь Є. Г. Пожежна безпека при видобуваннi бiогазу в мiсцях захоронення ТПВ / Є. Г. Крeкотeнь, О. В. Березюк // Наука про цивiльний захист як шлях становлення молодих вчених: матерiали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантiв і студентiв, 10-11 травня, 2019 р. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2019. – С. 36-37.
24. Дубовик О. І. Основи пожежної безпеки / О. І. Дубовик та ін. – Київ: Вид-во КНУБА, 2015. – 288 с.
25. Василенко В. О. Системи пожежної сигналізації та оповiщення про пожежу / В. О. Василенко. – Львів: ЛНТУ, 2018. – 320 с.
26. ДСТУ EN 54-1:2015: Системи пожежної сигналізації та пожежогасіння. Частина 1: Загальні положення. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. – 40 с.

27. Павлов С. В. Проектування волоконно-оптичних сенсорів в контексті побудови оптикоелектронних приладів дослідження периферійного кровотоку / С. В. Павлов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – №1(19). – 2010. – С. 124-133.

28. Павлов С. В. Використання волоконно-оптичних сенсорів у біомедичних дослідженнях / С. В. Павлов, Р. В. Просоловський, Т. І. Козловська // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2008. – № 1(15). – С. 154–159.

29. ДБН В.2.5-56:2014: Системи протипожежного захисту. Пожежна сигналізація та оповіщення про пожежу. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 50 с.

30. Сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). – <http://www.dsns.gov.ua>

Підлипний Ярослав Сергійович – студент групи КІВТ-21б, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yaroslavddt@gmail.com

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua

Pidlypnii Yaroslav – student of the group KIVT-21b, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslavddt@gmail.com

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Doct. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua