

УДК 614.8.084:004.9

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Мазурова М.М., Хондак І.І.

e-mail: mariia.mazurova@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н., доцент Хондак І.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КІТАРБІ
м. Харків, Україна

This work focuses on smart wireless monitoring systems for industrial safety. It examines how LoRaWAN-based smart PPE can replace traditional wired sensors that are expensive and limit worker mobility. The study shows how Arduino and ESP8266 controllers, combined with gas and fall detection sensors, monitor safety in real-time. By using cloud data and the "golden hour" concept, the system provides fast emergency response and reduces human errors. The results show that these IoT solutions improve worker protection and reduce costs for companies.

Безпека персоналу під час роботи є пріоритетом компаній, що в сучасних умовах вимагає переходу від паперових інструкцій до цифрових систем моніторингу. Аналіз статистичних даних Міжнародної організації праці свідчить про те, що рівень травматизму залишається глобальною проблемою, яка потребує нових технологічних рішень. Крім соціальних ризиків для компанії, проблема також має чітке економічне обґрунтування. Згідно з даними Національної ради безпеки США, один смертельний випадок може коштувати підприємству понад 1,46 млн доларів [1]. В той самий час, автоматизація - це створення системи, яка здатна завчасно реагувати на загрозу життю працівника.

Реалізація такого підходу на ринку наразі представлена провідними та бездротовими сигналізаторами [2]. Проте системи з дротовим підключенням, попри їхню надійність, мають високу вартість монтажу та не забезпечують мобільності персоналу. Саме тому для моніторингу працівників, які постійно переміщуються по території об'єкта, потрібні бездротові розумні засоби індивідуального захисту. В їх основі – енергоефективні контролери, до яких підключено датчики газу, температури й вологості та акселерометри для виявлення падіння.

Ключовим викликом для впровадження розумних засобів індивідуального захисту на великих промислових об'єктах є надійність каналів зв'язку. У порівнянні з технологією Wi-Fi, пріоритетним є вибір протоколу LoRaWAN. Він дозволяє компактним пристроям (на базі Arduino та ESP8266) передавати дані про стан працівника крізь будь-які перешкоди, споживаючи мінімум енергії [3]. Дані через LoRaWAN-шлюз миттєво потрапляють у хмарний сервіс, де вони аналізуються та візуалізуються. Це

дає системі змогу миттєво реагувати на небезпеку: ми отримуємо не просто цифри, а прогноз стану людини.



Рисунок 1 – Технологічний стек системи розумного моніторингу безпеки

Архітектура забезпечує наскрізну обробку даних: від збору показників датчиками до автоматичного прийняття рішень (див. рис. 1). У разі падіння чи викиду газу система миттєво викликає рятувальників, дотримуючись правила «золотої години». Це дозволяє медикам отримати координати та динаміку стану потерпілого ще до прибуття на місце, гарантуючи повну готовність до надання допомоги [4].

Отже, використання розумних бездротових систем на базі LoRaWAN та контролерів Arduino та ESP8266 дозволяє усунути ризики, пов'язані з людським фактором. Відсутність кабельних обмежень забезпечує персоналу повну мобільність, а підприємству – можливість швидко розгорнути мережу на будь-якій території. Архітектура рішення дозволяє легко масштабувати систему, додаючи нових працівників без значних витрат на інфраструктуру. Це не просто зменшує втрати робочого часу через травми, а є вигідною стратегією збереження життя працівників та фінансової стабільності компанії.

Список використаних джерел:

1. Work Injury Costs // National Safety Council. Injury Facts. 2024. URL: <https://injuryfacts.nsc.org/work/costs/work-injury-costs/> (дата звернення: 09.03.2026).
2. Хондак І.І. Використання сучасних сигналізаторів чадного газу для захисту людини. Матеріали XV Міжнар. наук.-метод. конф. ЕАС «Безпека людини в сучасних умовах», м.Харків: НТУ «ХПІ», 7-8 грудня 2023р., С.148-149.
3. Development of an IoT-Based System for Boosting Safety in Manufacturing Environments Using Arduino / S. Zubair et al. Confluence University Journal of Science and Technology. 2025. Vol. 2, no. 1. P. 98. URL: <https://doi.org/10.5455/cujostech.250412> (дата звернення: 10.03.2026).