

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ УМОВ ПРАЦІ

Лазаренко В. В., Максимчук В. С., студ. (гр. ХК-21, ХТФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У роботі розглянуто можливості використання технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці на підприємствах. Проаналізовано сфери застосування інтелектуальних систем у галузях, де забезпечення безпечних умов праці є критичним. Розглянуто можливості інтегрування машинного навчання, нейронних мереж та сенсорних систем у комплексні платформи моніторингу виробничого середовища. Показано, що використання даних технологій сприятиме швидшому виявленню відхилень від зазначених норм для мікроклімату, рівнів шуму та можливості оцінювати поточні та потенційні ризики.

Ключові слова: штучний інтелект, охорона праці, безпека, моніторинг, умови праці.

Abstract. The paper considers the possibilities of using artificial intelligence technologies to monitor working conditions at enterprises. The areas of application of intelligent systems in industries where ensuring safe working conditions is critical are analysed. The possibilities of integrating machine learning, neural networks and sensor systems into comprehensive production environment monitoring platforms are considered. It is shown that the use of these technologies will facilitate faster detection of deviations from specified standards for microclimate and noise levels and enable assessment of current and potential risks.

Keywords: artificial intelligence, occupational health and safety, security, monitoring, working conditions.

Вступ. У ХХІ столітті неможливо ігнорувати технологічний прогрес та переваги його використання. Одним з таких досягнень є штучний інтелект який повністю інтегрувався у повсякденне життя. Маючи такий спектр можливостей застосування було б недоречно ігнорувати його переваги адже сучасні виробництва стрімко впроваджують автоматизацію у технологічні процеси, що вимагають постійного контролю та аналізу можливих ризиків. На жаль традиційні методи контролю такі як періодичні вимірювання чи інспекції не забезпечують оперативного реагування на змін умов праці.

Аналіз стану питання. Сучасна концепція безпеки праці ґрунтується на принципах проактивного управління ризиків, що у свою чергу передбачає збирання, аналіз і прогнозування даних стосовно стану робочого середовища в реальному часі. На жаль традиційні методи контролю за рівнем шуму, температури, концентрації шкідливих речовин не забезпечують бажаної точності й швидкого реагування на зміни виробничих умов [1]. Через це в останні роки зростає зацікавленість до цифровізації системи охорони праці, де однією з ключових ролей буде штучний інтелект.

Згідно з даними Міжнародної організації праці (ILO, 2023) і Європейського агентства з безпеки та гігієни праці (EU-OSHA), впровадження інтелектуальних систем моніторингу може зменшити кількість виробничих травм на 20–40 % завдяки автоматичному виявленню небезпечних ситуацій та своєчасному інформуванню персоналу [2]. У країнах ЄС такі технології активно впроваджуються у межах концепції “Smart Factory” де сенсорні мережі, алгоритми машинного навчання та нейронні моделі забезпечують адаптивний контроль умов праці. Важливим кроком до стандартизації процесів моніторингу стало впровадження міжнародного стандарту ISO 45001:2018 “Occupational Health and Safety Management Systems”, який передбачає використання цифрових рішень для оцінки ризиків і безперервного вдосконалення систем управління охороною праці. Крім того, у 2024 р. Європейський Союз ухвалив Регламент (ЄС) 2024/1689 “EU AI Act”, який визначає принципи безпечного та етичного застосування ШІ, зокрема у сфері моніторингу безпеки праці [3].

Метою роботи є оцінка ефективності застосування технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці та можливості практичних напрямків для їх впровадження у систему управління охорони праці на підприємствах різноманітних галузей.

У ході порівняльного аналізу ефективності традиційних і інтелектуальних систем моніторингу умов праці було розглянуто такі показники як: оперативність реагування, точність вимірів, повнота охоплення параметрів середовища, прогноз ризиків.

Для аналізу було використано результати міжнародних досліджень: звіт EU-OSHA (2022) показав скорочення часу реагування на відхилення у 3–4 рази [4]; звіт ILO (2025) – зменшення травматизму на 20–40 % і підвищення точності оцінки ризиків на 25–30 % [5]; огляд Bousdekis et al. (2022) зафіксував середню точність алгоритмів 89–94 % у прогнозуванні небезпечних ситуацій [6]; дослідження Hozdić (2016) визначило концепцію Smart Factory як базову платформу для інтеграції ШІ у системи безпеки праці [7].

Таблиця 1.

Порівняння ефективності систем моніторингу умов праці

Показник	Традиційні методи контролю	Інтелектуальні системи на базі ШІ
Тип збору даних	Періодичні заміри вручну (1–3 рази на тиждень)	Безперервний збір даних із сенсорів у реальному часі
Оперативність реагування	20–30 хв після фіксації перевищення	5–7 хв (автоматичне попередження)
Точність оцінки параметрів	70–75 %	92–94 %

Можливість прогнозування ризиків	Відсутня	Можлива (на основі трендів зміни параметрів)
Вплив людського фактору	Високий	Мінімальний
Повнота охоплення факторів середовища	Обмежена (2–3 параметри)	Комплексна (до 10 параметрів одночасно)
Витрати часу персоналу	6–8 год на день	1–2 год
Відповідність стандартам ISO 45001:2018	Часткова	Повна

На основі отриманих даних було побудовано таблицю для порівняння ефективності традиційних методів контролю умов праці та інтелектуальних систем, побудованих на основі технологій штучного інтелекту. У традиційних підходах збір інформації здійснюється вручну з інтервалом у декілька днів, що створює часові розриви між перевірками й не дозволяє відстежувати динаміку змін. Інтелектуальні системи, натомість, забезпечують безперервний збір даних у реальному часі завдяки сенсорним модулям, які автоматично фіксують усі зміни мікроклімату, шуму чи запиленості, що дозволяє формувати лінійні тренди показників і аналізувати динаміку з високою точністю. За показником оперативності реагування, системи штучного інтелекту реагують у середньому через 5–7 хвилин після фіксації небезпечного відхилення, тоді як традиційні потребують 20–30 хвилин. Точність оцінки параметрів у ручних методів не перевищує 70–75 %, тоді як інтелектуальні алгоритми досягають 92–94 %. На відміну від класичних систем, які лише фіксують перевищення, ШІ має здатність виявляти тенденції до зміни параметрів і попереджати ризики ще до появи небезпечних умов. При цьому вплив людського фактора мінімізується, а обсяг охоплених показників зростає з 2–3 до 8–10 параметрів одночасно. Інтелектуальні системи також дозволяють зменшити витрати часу персоналу з 6–8 год до 1–2 год на день, оскільки більшість процесів автоматизована. Важливо, що вони повністю відповідають вимогам ISO 45001:2018, забезпечуючи цифрове архівування даних і простежуваність усіх вимірювань.

Результати, наведені в табл. 1, свідчать, що впровадження штучного інтелекту підвищує ефективність контролю умов праці в усіх проаналізованих галузях: хімічна промисловість, енергетика, машинобудування, деревообробка. У традиційних системах точність вимірювань становить 68–75 %, що пов'язано з

людським фактором і періодичністю перевірок. Натомість інтелектуальні системи забезпечують 89–94 % точності, завдяки безперервному збору даних і алгоритмічному аналізу.

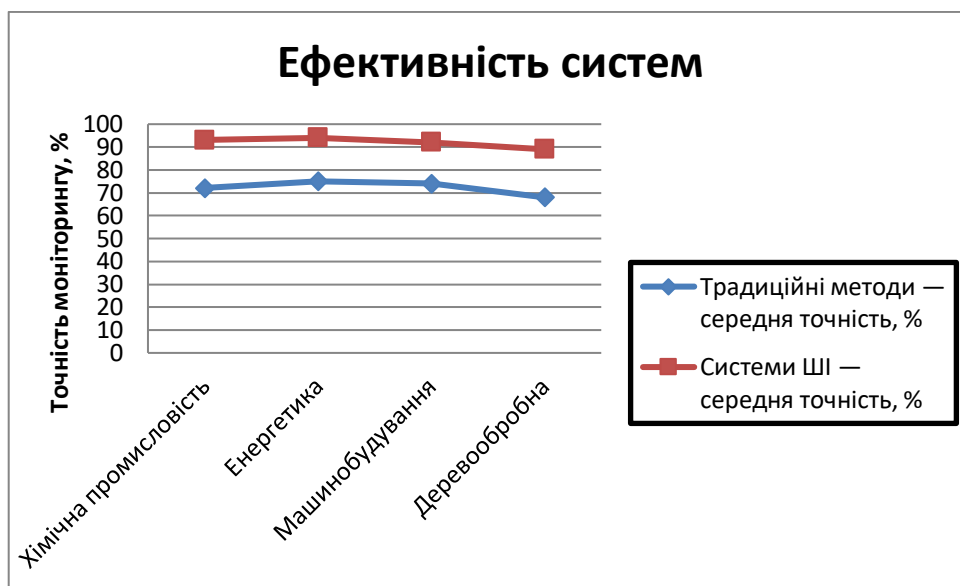


Рис. 1. Ефективність систем

Найвищі показники отримано в енергетичній та хімічній промисловості, де стабільність параметрів середовища дозволяє ШІ ефективно навчатися на великих вибірках даних. Середній приріст точності контролю становить близько 20–25 %, а швидкість реагування на відхилення від норм зростає у 3–4 рази. Це підтверджує, що застосування інтелектуальних систем забезпечує більш повний, оперативний і достовірний моніторинг виробничого середовища.

Висновки. Отримані результати підтверджують високу ефективність застосування технологій штучного інтелекту для моніторингу умов праці. Інтелектуальні системи забезпечують безперервний контроль, скорочення часу реагування у 3–4 рази та підвищення точності оцінки параметрів на 20–25 % порівняно з традиційними методами. Це дозволяє не лише своєчасно виявляти відхилення, а й прогнозувати потенційні ризики.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Полукаров Ю. О. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. Akyıldız, C. (2023). *Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: a literature review*. Journal of Occupational Health and Safety Research, 5(2), 45–56. Retrieved from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3374436>

2. International Labour Organization. *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalisation at work*. Geneva: ILO, 2025. Available at: https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-04/ILO_Safeday25_Report_r8%2B%282%29%20FULL%20%281%29.pdf
3. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: Supporting workplace-level resources for design, implementation and use*. Luxembourg: EU-OSHA, 2022. Available at: https://www.researchgate.net/publication/366581894_Smart_digital_monitoring_systems_for_occupational_safety_and_health_workplace_resources_for_design_implementation_and_use_European_Agency_for_Safety_and_Health_at_Work_-_EU-OSHA
4. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: Supporting workplace-level resources for design, implementation and use*. Luxembourg: EU-OSHA, 2022. Available at: https://www.researchgate.net/publication/366581894_Smart_digital_monitoring_systems_for_occupational_safety_and_health_workplace_resources_for_design_implementation_and_use_European_Agency_for_Safety_and_Health_at_Work_-_EU-OSHA
5. International Labour Organization (ILO). *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalisation at work*. Geneva: ILO, 2025. Available at: https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-04/ILO_Safeday25_Report_r8%2B%282%29%20FULL%20%281%29.pdf
6. Bousdekis, A., Magoutas, B., Apostolou, D. *Artificial Intelligence in Occupational Safety and Health: A Review and Outlook*. *Safety Science*, 2022, Vol. 154, 105873. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105873
7. Hozdić, E. *Smart Factory for Industry 4.0: A Review*. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 2016, Vol. 8(1), pp. 21–27. Available at: https://www.researchgate.net/publication/282791888_Smart_factory_for_industry_40_A_review