

О.В. Крайнюк¹, Ю.В. Буц², В.В. Барбашин³, Д.С. Козодой², О.Д. Козодой⁴

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Український державний університет залізничного транспорту, Україна

³Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Україна

⁴Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ В УКРАЇНСЬКЕ ЗАКОНОДАВСТВО

У статті розглядається впровадження інтелектуальних систем управління безпекою праці на основі штучного інтелекту (ШІ) в Україні. Окреслено актуальність адаптації законодавства до міжнародних стандартів та проаналізовано виклики інтеграції ШІ. Наведено рекомендації щодо вдосконалення нормативної бази та розвитку освітніх програм.

Ключові слова: управління безпекою праці, штучний інтелект, охорона праці, законодавство, інноваційні технології, міжнародний досвід.

Постановка проблеми

У сучасному світі швидкого технологічного розвитку, питання охорони праці набувають особливої актуальності. Впровадження штучного інтелекту (ШІ) у цю сферу стає важливим кроком для підвищення рівня безпеки працівників та оптимізації процесів управління ризиками. Україна, як країна, що прагне інтегруватися в світовий економічний простір, має всі можливості для використання новітніх технологій, зокрема ШІ, для вдосконалення системи охорони праці.

Актуальність даного дослідження обумовлена необхідністю адаптації українського законодавства до міжнародних стандартів та практик у сфері безпеки праці. Нормативно-правові акти часто не враховують новітні технологічні досягнення. Використання ШІ є не лише інноваційним рішенням, але й необхідним інструментом для ефективного моніторингу умов праці, виявлення небезпек та автоматизації рутинних завдань, що покращує безпеку на робочих місцях.

Подібне дослідження має важливе значення для визначення сучасного стану впровадження ШІ у сферу охорони праці в Україні, а також для виявлення існуючих бар'єрів і викликів, з якими стикаються підприємства. Аналіз міжнародного досвіду дозволить виявити найкращі практики, які можуть бути адаптовані до українських умов. Результатом дослідження має бути рекомендації щодо вдосконалення законодавства, розробки нових

стратегій та практик у сфері охорони праці, що підвищать рівень безпеки на робочих місцях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

1. Використання штучного інтелекту у системах охорони праці: Європейська практика.

Інтелектуальні системи у Європі активно застосовуються для моніторингу робочого середовища, зокрема, для контролю рівня шуму, температури, вологості, а також для виявлення небезпечних концентрацій шкідливих речовин. Важливим аспектом є використання ШІ для прогнозування ризиків, що дозволить знизити кількість нещасних випадків та захворювань, пов'язаних із професійною діяльністю.

Європейські компанії (рис. 1), особливо у промислових та будівельних секторах, впроваджують системи моніторингу, що використовують ШІ для аналізу даних із сенсорів на виробництві. Наприклад, носимі пристрої, оснащені датчиками, збирають інформацію про стан здоров'я працівників та умови робочого середовища. ШІ обробляє ці дані в режимі реального часу, аналізує можливі загрози та попереджаючи про небезпеку.

ШІ здатен аналізувати великі обсяги даних, що накопичуються на виробництві, і використовувати ці дані для прогнозування можливих інцидентів. Європейські країни активно інтегрують такі рішення у галузі з підвищеними ризиками, як-от гірничу промисловість, транспортна логістика та хімічне виробництво. Наприклад, алгоритми прогнозують

ризика на основі історії інцидентів, умов роботи та характеристик обладнання, що дозволяє вчасно

вживати заходів для запобігання аваріям.

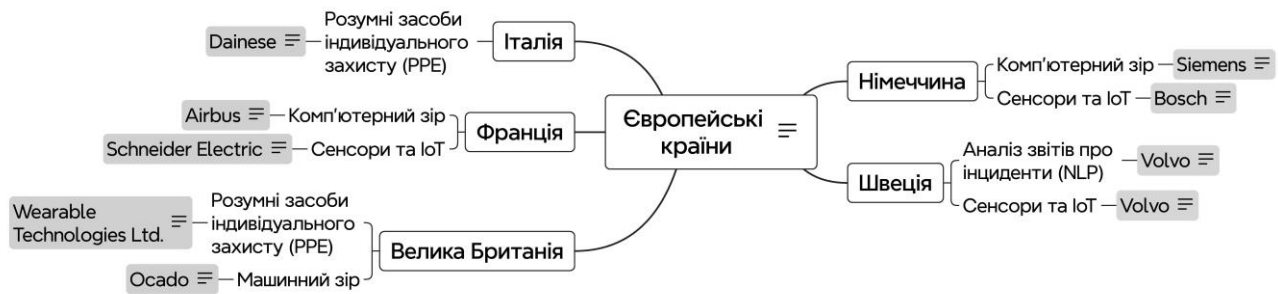


Рис. 1. Приклади впровадження ШІ для забезпечення безпеки праці Європейськими країнами

Інтелектуальні системи управління ризиками на основі ШІ дозволяють автоматично змінювати параметри роботи обладнання або навіть призупиняти виробничі процеси, якщо виявляються загрози безпеці. Такі системи використовуються у країнах ЄС для захисту працівників від небезпечних умов праці, зменшення кількості аварійних ситуацій та забезпечення безперервного моніторингу за робочим процесом.

У будівельній та виробничій галузях Німеччини впроваджуються програми використання роботизованих систем для виконання небезпечних робіт та аналізу умов праці. Роботи, оснащені сенсорами та камерами, можуть працювати у важкодоступних та небезпечних умовах, знижуючи ризики для людських життів [1].

У Швеції використовуються системи на базі ШІ для аналізу робочих процесів та умов навколишнього середовища на виробництві [2]. Це дозволяє виявляти небезпеки та ризики для здоров'я працівників ще на початкових етапах.

Загалом, європейський підхід до використання ШІ в охороні праці базується на інтеграції інноваційних технологій у всі аспекти управління ризиками, від моніторингу умов праці до прогнозування та превентивних заходів.

Великі європейські компанії активно впроваджують ШІ для забезпечення безпеки праці. Одним із яскравих прикладів є німецька компанія Siemens [3], яка використовує ШІ для прогнозування можливих аварій на заводах та для моніторингу стану обладнання (рис. 1), аналізуючи великі обсяги даних з сенсорів, що дозволяє уникнути аварій та небезпечних ситуацій. Аналогічні рішення використовують на енергетичних об'єктах та виробничих майданчиках по всьому світу.

Німецька компанія Bosch розробляє системи автоматичного відеоспостереження, які аналізують поведінку працівників та ідентифікують небезпечні ситуації, наприклад, коли співробітник забуває вдягнути захисне обладнання [4]. Це дозволяє запобігти нещасним випадкам на виробництві.

У Швеції компанія Volvo застосовує автоматизовані системи на виробничих лініях, де дрони та роботизовані системи виконують регулярні інспекції важкодоступних ділянок, що мінімізує ризик для працівників [5]. ШІ аналізує зібрані дронами дані для виявлення небезпечних умов. Загалом, такі технології, як дрони для інспекцій, чат-боти для консультацій з безпеки, та предиктивна аналітика, що передбачає ймовірні небезпеки, стають ключовими у підтримці безпечних умов праці по всій Європі. ШІ активно інтегрується в різні сфери для забезпечення безпеки праці, особливо через автоматизацію моніторингу ризиків і підвищення ефективності профілактики інцидентів. Основні напрямки впровадження ШІ включають такі технології [6-9]:

1. Комп'ютерний зір [9] використовується для виявлення небезпечної поведінки або умов на робочому місці.

2. Дані з IoT-сенсорів на обладнанні використовуються для прогнозування поломок, що допомагає уникнути аварій через технічні несправності [6].

3. Розумні засоби індивідуального захисту можуть відслідковувати умови праці, наприклад концентрацію токсичних газів або мікрокліматичні характеристики і негайно інформувати працівників про небезпеку [7].

4. ШІ аналізує звіти про інциденти та виявляє закономірності для попередження майбутніх ризиків, що допомагає приймати ефективні управлінські рішення [8].

Також, ЄС активно розвиває стратегії для забезпечення безпеки працівників в умовах автоматизації, підкріплюючи це директивами і нормативними документами, що стимулюють впровадження технологій ШІ на робочих місцях.

2. США: Впровадження ШІ у системи безпеки праці.

Сполучені Штати Америки активно впроваджують технології ШІ у системи охорони праці для мінімізації ризиків та запобігання

нешасним випадкам на виробництві. США є одним із лідерів у використанні автоматизованих рішень для моніторингу умов праці та підвищення безпеки на робочих місцях [10].

У США активно використовуються системи комп'ютерного зору, сенсори та алгоритми машинного навчання для постійного моніторингу робочих зон. Ці технології допомагають розпізнавати потенційно небезпечні ситуації та запобігати травматизму через швидке втручання. Особливо це важливо на будівельних майданчиках, у виробничих цехах та на складах, де небезпека травм дуже висока.

Одним із інноваційних підходів є носима технологія (wearable technology), що дозволяє в реальному часі контролювати стан здоров'я працівників та виявляти стресові або небезпечні умови праці. Компанії, такі як StrongArm Technologies, використовують сенсори, які кріпляться до тіла працівників і збирають дані про їхні рухи, положення тіла та фізичні навантаження, допомагаючи запобігти травмам опорно-рухового

апарату [11].

Серед компаній, які активно використовують ІШ можна назвати [9] (рис. 2):

1. Компанія Amazon [9] впровадила широкий спектр технологій ІШ на своїх логістичних центрах для запобігання травмам. Наприклад, алгоритми ІШ використовуються для моніторингу робочих процесів та оптимізації умов праці співробітників. Amazon також впроваджує носимі пристрої (рис. 2), які допомагають працівникам дотримуватися безпечної фізичної активності.

2. На виробничих майданчиках General Electric використовуються розумні сенсори (рис. 2) для моніторингу робочих умов і прогнозування аварій [12]. Системи ІШ дозволяють ідентифікувати потенційні загрози, перш ніж вони спричинять нещасний випадок, що значно підвищує безпеку працівників.



Рис. 2. Приклади впровадження ІШ для забезпечення безпеки праці у США

3. Система IBM Watson використовує дані з різних датчиків, щоб виявляти потенційні ризики, надавати рекомендації щодо безпеки та створювати безпечніше середовище для працівників [9].

4. У виробничих процесах Boeing використовуються системи машинного зору, які допомагають забезпечити безпеку під час збирання літаків [9].

5. В автомобільних заводах Tesla застосовуються роботизовані системи з елементами ІШ для виконання рутинних завдань, що зменшує ризики травмування працівників. Вони також використовують носимі пристрої для моніторингу фізичної активності та попередження травм серед

персоналу [9].

6. Компанія Honeywell використовує системи інтелектуальних сенсорів для моніторингу виробничих умов та прогнозування потенційних загроз. Вони впроваджують рішення для підвищення безпеки в промислових зонах з високими ризиками (нафтохімічна промисловість) [13].

7. ExxonMobil використовує аналітику на основі ІШ для покращення безпеки на виробництві та запобігання аваріям у нафтогазовій галузі.

8. Компанія Caterpillar, що виробляє будівельну техніку, впровадила системи машинного зору для моніторингу техніки на будівельних майданчиках.

Отже, у США активно використовуються технології ШІ для підвищення рівня безпеки праці в різних галузях.

Формулювання мети статті

Мета статті є аналіз сучасного стану впровадження інтелектуальних систем управління безпекою праці на основі ШІ в Україні та світі, виявлення ключових проблем та викликів в українському законодавстві щодо інтеграції цифрових технологій у сферу охорони праці, а також розробка рекомендацій щодо вдосконалення нормативно-правової бази та практичного використання ШІ для підвищення рівня безпеки праці.

Виклад основного матеріалу

У Європейському Союзі активне впровадження ШІ в системи охорони праці супроводжується нормативно-правовою підтримкою та політикою, яка стимулює інтеграцію новітніх технологій для забезпечення безпеки працівників. Основними ініціативами є Vision Zero та SafeAI, які акцентують увагу на досягненні максимально безпечних умов праці завдяки використанню інноваційних технологій.

Vision Zero – глобальна ініціатива, спрямована на досягнення нульового рівня травматизму та аварій на робочих місцях. В ЄС ця концепція активно підтримується як стратегічний підхід до поліпшення охорони праці. Інтеграція ШІ в рамках цієї ініціативи передбачає використання інтелектуальних систем моніторингу та аналізу ризиків, таких як комп'ютерний зір, сенсорні системи для моніторингу робочих умов, а також програми для прогнозування аварійних ситуацій. У таких країнах, як Німеччина та Швеція, Vision Zero включає використання передових ШІ-рішень для аналізу даних про безпеку працівників.

SafeAI – ініціатива, спрямована на розвиток безпечних та етичних практик інтеграції ШІ в промислові процеси. SafeAI зосереджена на тому, щоб технології штучного інтелекту використовувались відповідно до європейських норм захисту прав працівників і забезпечення безпеки. SafeAI сприяє розробці та впровадженню систем, які допомагають мінімізувати людський фактор у процесах охорони праці, водночас забезпечуючи ефективність та безпечність виробничих процесів.

На рівні ЄС також існує ряд законодавчих актів, які регулюють використання новітніх технологій у безпеці праці. Основним документом є Рамкова директива ЄС про охорону здоров'я та безпеку на робочому місці (89/391/ЄЕС), яка встановлює загальні принципи щодо безпеки праці,

включаючи необхідність адаптації нових технологій для забезпечення безпеки. У 2020 році Європейська Комісія видала рекомендації щодо етичного та безпечного використання ШІ, які доповнюють директиву новими вимогами щодо цифрових технологій.

Європейський підхід до впровадження ШІ також базується на прозорості, відповідальності та етичності технологій, що є ключовими факторами у розвитку систем охорони праці з використанням ШІ.

Законодавча підтримка впровадження ШІ у сферу безпеки праці у США ґрунтується на діяльності Управління з охорони праці та здоров'я (OSHA). OSHA встановлює загальні вимоги до охорони праці, проте вони адаптуються під нові технології, що допомагає стимулювати використання ШІ для підвищення рівня безпеки на робочих місцях. Одним із важливих документів є Стандарт OSHA 1910, який регулює умови праці на промислових підприємствах та дозволяє впроваджувати технології моніторингу та запобігання аваріям, зокрема із використанням ШІ.

Зараз ведуться дискусії щодо оновлення нормативно-правової бази у зв'язку з розвитком цифрових технологій. Наприклад, нові правила OSHA, які регулюють використання носимих технологій і датчиків на виробництві, роблять наголос на конфіденційності даних та етичному використанні зібраної інформації. Інші ініціативи включають розробку стандартів щодо прозорості алгоритмів ШІ, щоб гарантувати чесність і ефективність їх використання у сфері охорони праці.

В Україні, у контексті стрімкого розвитку технологій, впровадження штучного інтелекту (ШІ) у сферу охорони праці набуває все більшої актуальності. Системи, що використовують цифрові технології, покликані підвищити рівень безпеки на робочих місцях, оптимізувати процеси управління ризиками та забезпечити ефективний контроль за умовами праці. Серед ключових напрямків використання ШІ можна виділити автоматизацію моніторингу ризиків, аналіз даних про нещасні випадки та впровадження інтерактивних навчальних платформ для працівників.

В Україні вже є ряд компаній і ініціатив, які демонструють ефективне використання ШІ для забезпечення безпеки праці. Наприклад, компанія «ДТЕК», що є одним з провідних енергетичних холдингів, впровадила систему моніторингу безпеки, яка використовує аналіз даних для оцінки ризиків на робочих місцях. Це дозволяє оперативно виявляти небезпечні ситуації та реагувати на них ще до того, як вони призведуть до нещасних випадків.

«Нова Пошта» використовує технології

машинного навчання для оцінки ризиків в процесах транспортування та зберігання вантажів. Інтеграція цих технологій дозволяє компанії знижувати ймовірність виникнення аварійних ситуацій, а також підвищувати загальний рівень безпеки працівників.

Крім того, «Укрзалізниця» активно впроваджує інноваційні рішення для моніторингу безпеки на залізничному транспорті. Система, що базується на ШІ, аналізує дані з сенсорів, встановлених на рухомому складі, що дозволяє вчасно виявляти несправності і зменшувати ризики для працівників.

«Київміськбуд» – одна з найбільших будівельних компаній України, що впроваджує рішення на базі ШІ для моніторингу умов праці на будівельних майданчиках. Система аналізує дані про стан здоров'я працівників, умови навколишнього середовища, а також обирає оптимальні алгоритми дій для зменшення ризиків.

«Онур» – міжнародна будівельна компанія, що реалізує проекти з будівництва автомобільних доріг та використовує технології ШІ для автоматизації контролю за дотриманням стандартів безпеки на будівництві. Зокрема, система моніторингу на базі ШІ аналізує умови праці і можливі ризики, а також контролює безпечну експлуатацію техніки.

Національна будівельна компанія займається будівництвом об'єктів інфраструктури і впроваджує технології, що дозволяють в режимі реального часу відстежувати безпеку на будівельних майданчиках. Завдяки системам ШІ, які інтегрують дані з датчиків і камер, компанія може оперативно реагувати на небезпечні ситуації.

Компанія «Модуль», що спеціалізується на виробництві будівельної техніки, використовує ШІ для аналізу даних про експлуатацію своїх машин. Це дозволяє передбачати можливі несправності та

знижувати ризики для працівників, пов'язані з використанням небезпечних машин.

«Інститут Транспортних Технологій» проводить дослідження та впровадження інноваційних рішень у транспортній інфраструктурі. Реалізує проекти, пов'язані з безпекою дорожнього руху, використовуючи аналітику даних та моделювання для зменшення ризиків аварійності на дорогах.

Компанія «Енергетичні машини» інтегрує рішення на основі ШІ для моніторингу безпеки на виробництві. Використання системи моніторингу з машинним навчанням дозволяє виявляти небезпечні ситуації на етапі їх виникнення.

Ці приклади демонструють, як компанії різних секторів в Україні впроваджують інноваційні технології для підвищення безпеки праці. Завдяки технологіям ШІ організації можуть не лише знижувати кількість нещасних випадків, а й забезпечувати більш ефективний контроль за умовами праці, що є критично важливим для розвитку безпечних робочих місць.

Однак, незважаючи на позитивні тенденції, впровадження ШІ в Україні стикається з низкою викликів (рис. 3): недостатня інфраструктура для реалізації цифрових технологій, брак кваліфікованих кадрів, а також необхідність оновлення нормативно-правової бази. Проте державні органи та підприємства усвідомлюють важливість цих змін і активно працюють над покращенням ситуації.



Рис. 3. Виклики у впровадженні технологій ШІ для забезпечення безпеки праці в Україні

У цілому, незважаючи на існуючі труднощі, Україна має потенціал для подальшого розвитку систем охорони праці з використанням ШІ та цифрових технологій, що може суттєво підвищити безпеку на робочих місцях і зменшити кількість нещасних випадків.

У глобальному контексті використання ШІ в охороні праці стає все більш важливим аспектом для забезпечення безпеки на робочих місцях. Міжнародні нормативні акти, директиви та рекомендації формують правову основу для впровадження новітніх технологій (табл. 1):

1. Конвенції та Рекомендації Міжнародної організації праці (МОП):

- Конвенція № 155 про безпеку й гігієну праці та виробниче середовище визначає загальні принципи безпеки праці і передбачає необхідність використання нових технологій для покращення

умов праці та зменшення ризиків.

- Рекомендація № 164 «Про безпеку та здоров'я на робочому місці» рекомендує впровадження нових технологій, у тому числі ШІ, для моніторингу умов праці та управління ризиками.

- Рекомендація № 195 щодо розвитку людських ресурсів: освіта, навчання та безперервне навчання. Вона підкреслює важливість навчання працівників для адаптації до нових технологій.

- Рекомендація № 204 щодо переходу від неформальної до формальної економіки. Вона включає аспекти безпеки праці та використання нових технологій для покращення умов праці.

- Рекомендація № 202 щодо соціального захисту (мінімальні рівні соціального захисту). Вона також торкається питань безпеки праці в контексті нових технологій.

Таблиця 1

Міжнародні документи, які підтримують використання ШІ для охорони праці

Документ	Опис	Організація
Конвенція № 155 «Про безпеку та здоров'я працівників»	Визначає принципи безпеки праці та заохочує використання нових технологій для покращення умов праці і зменшення ризиків	Міжнародна організація праці (МОП)
Рекомендація № 164 «Про безпеку та здоров'я на робочому місці»	Рекомендує впровадження нових технологій, у тому числі ШІ, для моніторингу умов праці та управління ризиками	Міжнародна організація праці (МОП)
Директива 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів для покращення безпеки та здоров'я працівників на роботі»	Зобов'язує держави-члени забезпечити використання новітніх технологій для підвищення стандартів безпеки на робочих місцях	Європейський Союз
Директива 2003/88/ЄС «Про організацію робочого часу»	Вимагає моніторингу робочого часу, що може бути покращено за рахунок автоматизованих систем, включаючи ШІ	Європейський Союз
Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ)	Заохочує впровадження цифрових технологій і систем ШІ для поліпшення охорони здоров'я на робочих місцях	Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ)
Законодавство про безпеку та здоров'я на роботі (OSHA)	Підтримує використання технологій для моніторингу і управління умовами праці, хоча специфічні вказівки щодо ШІ можуть бути відсутніми	США
ISO 45001 «Системи управління безпекою та здоров'ям працівників»	Передбачає використання інноваційних технологій, у тому числі ШІ, для управління ризиками та поліпшення безпеки на робочих місцях	Міжнародна організація зі стандартизації (ISO)
Директива 2019/1152 «Про прозорі та передбачувані умови праці в Європейському Союзі»	Вимагає використання цифрових технологій для моніторингу робочих умов, що може включати ШІ	Європейський Союз
Законодавство Канади про охорону праці	Заохочує впровадження нових технологій для поліпшення умов праці та безпеки, включаючи автоматизацію та ШІ	Канада
Рекомендація щодо безпеки в інформаційних технологіях (NIST)	Включає рекомендації щодо впровадження технологій, що забезпечують безпеку інформаційних систем, які можуть включати елементи ШІ	Національний інститут стандартів і технологій (NIST) США
Стратегія ЄС з безпеки та гігієни праці на 2021-2027 роки	Підкреслюється важливість цифровізації та використання нових технологій для покращення умов праці та підвищення рівня безпеки	Європейський Союз

2. Директиви Європейського Союзу:

- Директива 89/391/ЄЕС «Про впровадження заходів для покращення безпеки та здоров'я працівників на роботі» зобов'язує держави-члени забезпечити використання новітніх технологій для підвищення стандартів безпеки на робочих місцях.

- Директива 2003/88/ЄС «Про організацію робочого часу» містить вимоги щодо моніторингу робочого часу, що може бути покращено за рахунок використання автоматизованих систем, включаючи ШІ.

- Директива 2009/104/ЄС стосується мінімальних вимог до безпеки та здоров'я при використанні робочого обладнання працівниками на робочому місці. Вона включає положення про автоматизовані системи та їх безпечне використання.

- Директива 2019/1152 про прозорі та передбачувані умови праці в Європейському Союзі включає положення про використання цифрових технологій для забезпечення кращих умов праці.

3. Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), яка закликає до впровадження цифрових технологій і систем ШІ для поліпшення охорони здоров'я на робочих місцях, що безпосередньо пов'язане з питаннями безпеки праці. Одним із ключових документів є «Принципи регулювання технологій штучного інтелекту в галузі охорони здоров'я», де ВООЗ визначає шість основних напрямків регулювання цих технологій: прозорість і ведення документації, контроль ризиків, валідація даних, контроль якості даних, конфіденційність та захист даних. Також, на 72-й сесії Європейського регіонального комітету ВООЗ у вересні 2022 року було ухвалено резолюцію, яка визнає вирішальну роль цифрових інструментів у секторі охорони здоров'я.

4. Нормативні акти США. Законодавство про безпеку та здоров'я на роботі (OSHA) не включає специфічних вказівок щодо використання ШІ, але OSHA активно заохочує використання технологій для моніторингу та управління умовами праці.

5. Рекомендації міжнародних стандартів ISO:

- ISO 45001 «Системи управління безпекою та здоров'ям працівників» передбачає використання інноваційних технологій, у тому числі ШІ, для управління ризиками та поліпшення безпеки на робочих місцях.

- ISO 31000 - Стандарт з управління ризиками, який надає принципи та загальні настанови щодо управління ризиками. Використання ШІ може допомогти в аналізі та оцінці ризиків.

- ISO/IEC 27001 - Стандарт з управління інформаційною безпекою, який може включати

використання ШІ для захисту даних та забезпечення кібербезпеки.

- ISO 22301 - Стандарт з управління безперервністю бізнесу, який може використовувати ШІ для прогнозування та управління кризовими ситуаціями.

Таким чином, таблиця 1 демонструє різноманітність міжнародних документів, що підтримують використання ШІ в охороні праці. Країни можуть використовувати ці нормативні акти для формування своїх національних стратегій, що допоможе поліпшити безпеку праці і знизити ризики для працівників.

В Україні розроблено кілька нормативно-правових актів, які стосуються охорони праці. Однак, специфічних згадок про впровадження ШІ у цих актах небагато. Нині основні акти, такі як Закон України «Про охорону праці», не містять конкретних положень, що стосуються використання ШІ для покращення безпеки.

На даний момент ще можна говорити про відсутність адаптації. Українське законодавство не адаптоване до сучасних вимог, пов'язаних із використанням ШІ. Відсутність чітких норм та стандартів у цій сфері ускладнює реалізацію інноваційних рішень на підприємствах (рис. 4).

Слід відмітити брак навчання. Необхідно більше уваги приділяти навчальним програмам, які б включали питання використання ШІ для забезпечення безпеки праці. Це стосується як працівників, так і менеджерів.

Серед рекомендацій (рис. 5) визначимо найголовніші:

- Актуалізація законодавства, а саме внесення зміни до існуючих законодавчих актів, включивши специфічні положення, що регулюють використання ШІ у сфері охорони праці. Це може включати обов'язкові стандарти безпеки при використанні технологій, що базуються на ШІ.

- Запровадження національних стандартів для використання ШІ у виробництві та охороні праці дозволить забезпечити безпечні умови для працівників та визначити відповідальність за їх дотримання.

- Необхідно розробити та впровадити освітні програми, що навчають працівників та управлінців основам використання ШІ у своїй діяльності. Такі програми повинні включати навчання з безпеки, етики та відповідальності при використанні нових технологій.

- Співпраця з міжнародними організаціями, такими як МОП та ЄС, може сприяти імплементації кращих практик та норм, що стосуються використання ШІ для забезпечення безпеки праці.



Рис. 4. Напрями удосконалення законодавства України у сфері охорони праці

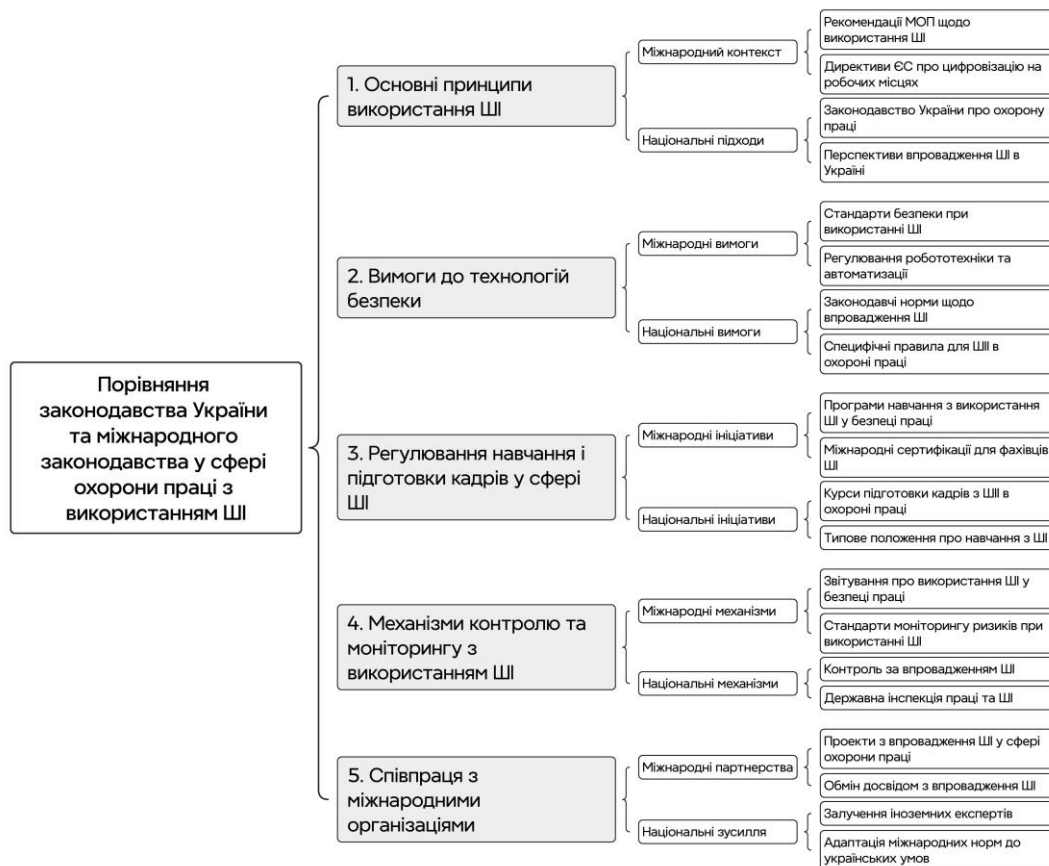


Рис. 5. Рекомендації щодо адаптації українського законодавства до сучасних вимог, пов'язаних із використанням ШІ для забезпечення безпеки праці

Висновки

В сучасному світі впровадження ШІ в охорону праці є важливим елементом забезпечення безпеки працівників. Україна має потенціал для інтеграції таких рішень, хоча наразі стикається з викликами, зокрема недостатньою інфраструктурою, браком

кадрів та необхідністю оновлення законодавства. Аналіз показує, що деякі компанії вже використовують ШІ для моніторингу безпеки, але існуючі нормативи не повністю враховують нові технології.

Для ефективного використання ШІ в безпеці праці необхідні оновлення законодавства, розвиток

стандартів та освітніх програм, а також співпраця з міжнародними організаціями. Комплексний підхід допоможе Україні значно підвищити рівень безпеки та покращити умови праці.

Література

1. Moore, Phoebe V. OSH and the future of work: benefits and risks of artificial intelligence tools in workplaces [Text] / Moore, Phoebe V. // *Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Human Body and Motion: 10th International Conference, DHM 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26–31, 2019, Proceedings, Part I 21. Springer International Publishing, 2019. p. 292-315.*
2. Radianti, Jaziar, et al. Enhancing disaster response for hazardous materials using emerging technologies: The role of AI and a research agenda [Text]/ Jaziar Radianti, Ioannis M. Dokas, Kees Boersma, Stefan Stieglitz // *Engineering Applications of Neural Networks: 20th International Conference, EANN 2019, Xersonisos, Crete, Greece, May 24-26, 2019, Proceedings 20. Springer International Publishing, 2019. p. 368-376.*
3. Franco, Sebastián Fernández, et al. Producing and using artificial intelligence: What can Europe learn from Siemens's experience? [Text]/ S.F. Franco, J.M. Graña, D. Flacher, C. Rikap // *Competition & Change.- 2023.- 27.2: 302-331. <https://doi.org/10.1177/102452942210970>*
4. Cena, Joshua. The Role of Artificial Intelligence in Securing Internet of Things (IoT) Devices: Challenges and Solutions.- 2024.
5. Hiljemark, Emma; Nika, Donika. AI Innovations in Risk Management-A Case Study of Volvo AB's Supply Chain Resilience.- 2024.
6. Крайнюк О.В. SWOT - Аналіз впровадження цифрових технологій для забезпечення безпеки праці [Текст] / Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Барбашин В.В. // *Комунальне господарство міст.- 2021.- Т. 3(163).- С. 234-238.- DOI 10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238.*
7. Крайнюк О.В. Використання технологій віртуальної та доповненої реальності для забезпечення безпеки праці. [Текст] / Крайнюк, О., Буц, Ю., Барбашин, В., Северинов, О. *Комунальне господарство міст.- 2022.- 4(171), 165–172. DOI:10.33042/2522-1809-2022-4-171-165-172*
8. Крайнюк О.В. Метрологічний контроль датчиків моніторингу умов праці з використанням штучного інтелекту [Текст]/ Крайнюк, О., Буц, Ю., Діденко, Н., Барбашин, В. // *Комунальне господарство міст.- 2024.- 3(184), 216–222. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-216-222>*
9. Крайнюк, О. Використання штучного інтелекту для управління безпекою праці / Крайнюк, О., Буц, Ю., Барбашин, В., Яцюк, М. [Текст] // *Комунальне господарство міст.- 2023.- 6(180).- 207–213. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-207-213>.*
10. Badri, Adel. Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? [Text] / Badri, Adel; Boudreau-Trudel, Bryan; Souissi, Ahmed Saâdeddine. // *Safety science.- 2018.- 109: 403-411. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>*
11. Ledda, Alessandro Innovative Personal Protective Equipment: Advantages and Disadvantages of Applying

Artificial Intelligence [Text] / Ledda, Alessandro; Giordani, Davide; Fizzano, Maria Rosaria // Human Interaction & Emerging Technologies (IHET 2023): Artificial Intelligence & Future Applications.- 2023.- 111.111.

12. Amin, Md Syedul Accident detection and reporting system using GPS, GPRS and GSM technology [Text] / Amin, Md Syedul; Jalil, Jubayer; Reaz, Mamun Bin Ibne. // *2012 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV). IEEE.- 2012.- p. 640-643. DOI: 10.1109/ICIEV.2012.6317382*

13. Whitlow, Stephen D.; Dillard, Michael B. Honeywell Enhancing Airplane State Awareness (EASA) Project: Final Report on Refinement and Evaluation of Candidate Solutions for Airplane System State Awareness. 2020.

References

1. Moore, Phoebe V. (2019) OSH and the future of work: benefits and risks of artificial intelligence tools in workplaces. *Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Human Body and Motion: 10th International Conference, DHM 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019, Orlando, FL, USA, July 26–31, 2019 Proceedings, Part I 21. Springer International Publishing, p. 292-315.*
2. Radianti, Jaziar. (2019) Enhancing disaster response for hazardous materials using emerging technologies: The role of AI and a research agenda. *Engineering Applications of Neural Networks: 20th International Conference, EANN 2019, Xersonisos, Crete, Greece, May 24-26, 2019, Proceedings 20. Springer International Publishing, p. 368-376.*
3. Franco, Sebastián Fernández (2023) Producing and using artificial intelligence: What can Europe learn from Siemens's experience?. *Competition & Change, 27.2: 302-331. <https://doi.org/10.1177/102452942210970>*
4. Cena, Joshua. (2024) The Role of Artificial Intelligence in Securing Internet of Things (IoT) Devices: Challenges and Solutions.
5. Hiljemark, Emma; Nika, Donika. (2024) AI Innovations in Risk Management-A Case Study of Volvo AB's Supply Chain Resilience.
6. Krainiuk, O., Buts, Y., Barbashyn, V. (2021). SWOT analysis of the implementation of digital technologies to ensure occupational safety. *Municipal Economy of Cities, 3(163), 234–238. Retrieved from <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5810>*
7. Krainiuk, O., Buts, Yu., Barbashyn, V., Severinov, O. (2022). The use of virtual and augmented reality technologies to ensure labor safety. *Municipal economy of cities, 4(171), 165–172. DOI 10.33042/2522-1809-2022-4-171-165-172.*
8. Krainiuk, O., Buts, Y., Didenko, N., Barbashyn, V., & Trishyna, O. (2024). Metrological control of sensors for monitoring working conditions using artificial intelligence. *Municipal Economy of Cities, 3(184), 216–222. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-216-222>*
9. Krainiuk O., Buts Y., Barbashyn V., Yatsiuk M. (2023) Use of artificial intelligence for worksafety management *Municipal Economy of Cities, 6(180). PP. 207–213. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-207-213>*
10. Badri, Adel; Boudreau-Trudel, Bryan; Souissi, Ahmed Saâdeddine (2018) Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?. *Safety science, 109: 403-411.*

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>

11. Ledda, Alessandro; Giordani, Davide; Fizzano, Maria Rosaria (2023) *Innovative Personal Protective Equipment: Advantages and Disadvantages of Applying Artificial Intelligence. Human Interaction & Emerging Technologies (IHET 2023): Artificial Intelligence & Future Applications*, 111.111.

12. Amin, Md Syedul; Jalil, Jubayer; Reaz, Mamun Bin Ibne (2012) *Accident detection and reporting system using GPS, GPRS and GSM technology. 2012 International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV). IEEE*, p. 640-643. DOI: 10.1109/ICIEV.2012.6317382

13. Whitlow, Stephen D.; Dillard, Michael B. (2020) *Honeywell Enhancing Airplane State Awareness (EASA) Project: Final Report on Refinement and Evaluation of Candidate Solutions for Airplane System State Awareness*.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., Брусинцов В. Г., Український державний університет залізничного транспорту

Автор: КРАЙНЮК Олена Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – alenuvarova@ukr.net
ID ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9524-040X>

Автор: БУЦЮРІЙ Васильович
доктор технічних наук, професор
Український державний університет залізничного транспорту
E-mail – butsyura@ukr.net
ID ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0450-2617>

Автор: БАРБАШИН Віталій Валерійович
кандидат технічних наук, доцент.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
E-mail – barbachyn@ukr.net
ID ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3262-8305>

Автор: КОЗОДОЙ Дмитро Сергійович
кандидат технічних наук
Український державний університет залізничного транспорту
E-mail – kozodoy@kart.edu.ua
ID ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3615-1815>

Автор: КОЗОДОЙ Олеся Дмитрівна
студентка
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail – kozodoy@kart.edu.ua
ID ORCID <https://orcid.org/0009-0009-6952-6901>

INTELLIGENT LABOUR SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROSPECTS FOR INTEGRATION INTO UKRAINIAN LEGISLATION

O.V. Krainiuk¹, Yu.V. Buts², V.V. Barbashyn³, D.S. Kozodoi², O.D. Kozodoi⁴

¹Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

²Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

³O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

⁴Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Integrating artificial intelligence (AI) into occupational safety management systems is becoming increasingly relevant in today's rapidly evolving technological landscape. This study focuses on implementing intelligent systems for workplace safety in Ukraine, addressing the pressing need for national legislation to adapt to international standards and incorporate modern technologies. The significance of this research lies in its potential to enhance safety in work environments, ensuring the well-being of employees across various sectors.

The primary objective of this study is to analyze the current state of AI adoption in occupational safety in Ukraine, identifying existing barriers and challenges enterprises face in the integration process. The research investigates the extent to which Ukrainian legislation reflects contemporary technological changes, particularly in AI, and how this compares to international practices. A comparative analysis reveals notable differences in the approach to workplace safety between Ukraine and other countries, highlighting areas where Ukraine lags in regulatory frameworks and technological implementation.

This study involved a comprehensive review of existing literature, legislative documents, and case studies from industries where AI technologies have been successfully implemented. Key challenges identified include inadequate infrastructure, a lack of qualified personnel, and an updated regulatory framework addressing AI's unique aspects in occupational safety. The research emphasizes the importance of developing educational programs to enhance the skills of workers and managers in this field.

The findings emphasize the necessity for a multi-faceted approach to overcome the identified obstacles. Recommendations include the active modernization of legislation, establishing national safety standards aligned with international requirements, and promoting collaboration with global organizations. By fostering a culture of safety that embraces technological advancements, Ukraine can effectively harness the potential of AI to improve workplace conditions. In conclusion, integrating AI into occupational safety management in Ukraine is both timely and essential. With the proper steps and commitment from all stakeholders, significant improvements can be achieved in workplace safety, reducing risks and enhancing productivity. This research contributes to the academic discourse on occupational safety and AI. It is a guiding framework for policymakers and industry leaders to create safer working environments.

Key words: labour safety management, artificial intelligence, labour protection, legislation, innovative technologies, international experience.