

О.В. Крайнюк¹, Ю.В. Буц¹, В.В. Барбашин², М.В. Яцюк²

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ

У статті розглянуто основні аспекти застосування штучного інтелекту для безпеки на підприємствах, досліджено різноманітні методи та технології, а також проаналізовано приклади успішних реалізацій у різних галузях. Обговорено виклики та перспективи, пов'язані з цією темою, та розглянуто вплив штучного інтелекту на майбутнє виробничої безпеки.

Ключові слова: безпека праці, виробничий травматизм, машинне навчання, нейромережі, сенсори.

Постановка проблеми

Виробнича безпека – це один із ключових аспектів у сучасній індустрії, і її значущість неможливо переоцінити. Зі збільшенням складності та масштабів виробничих процесів стає все більш важливим забезпечити працівників та обладнання на підприємстві максимальним захистом від потенційних ризиків та небезпек. У цьому контексті штучний інтелект (ШІ, artificial intelligence – AI) є потужним інструментом, який не тільки перетворює способи управління виробництвом, а й революціонує підхід до забезпечення безпеки праці.

Актуальність дослідження у сфері використання штучного інтелекту для підвищення виробничої безпеки незаперечна. З розвитком технологій та доступністю великих обсягів даних стає можливим створення систем, здатних аналізувати, передбачати та запобігати потенційним загрозам на виробництві в реальному часі. Штучний інтелект вносить інновації в сферу моніторингу, діагностики та управління у виробничому середовищі, що дозволяє знижувати ризики виробничих аварій, покращувати якість праці та сприяти підвищенню ефективності виробництва.

У представленій статті ми розглянемо основні аспекти застосування штучного інтелекту для безпеки на підприємствах, проведемо оцінку різноманітних методів та технологій, а також проаналізуємо приклади успішних реалізацій у різних галузях. Ми також обговоримо виклики та перспективи, пов'язані з цією темою, та уважно розглянемо вплив штучного інтелекту на майбутнє виробничої безпеки.

Останні десятиліття практикують спроби навчити комп'ютерні системи пізнавати навколишній світ очима людини. Машинний зір дозволить автоматизувати процеси, підвищити безпеку на виробництві. Сфера застосування штучного інтелекту може включати аспекти від біометрії до діагностики захворювань, безпеки на дорогах, безпеки на вироб-

ництві. Комп'ютер може стежити за дорожнім трафіком, пересуваннями та поведінкою людей у місцях їхнього масового скупчення. Системи можуть відстежувати та попереджувати нещасні випадки, дорожньо-транспортні пригоди тощо [1, 2].

Машинний зір дозволить знизити рівень виробничого травматизму, скоротити витрати на його профілактику та зменшити тимчасові та матеріальні витрати на розслідування нещасних випадків на виробництві [3, 4]. Відеосистема охорони праці здатна контролювати використання працівниками засобів індивідуального захисту та дотримання правил безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Використання нейромереж, що обробляють візуальну інформацію, на виробництві дозволить знизити виробничий травматизм. Наприклад, вдосконалити пожежну сигналізацію шляхом розпізнавання ділянки займання незначного розміру задовго до того, як вогнище збільшиться і датчики диму виявлять наявність небезпеки.

Однією з основних сфер застосування нейромереж є завдання, пов'язані з біометрією людини [5] для розпізнавання працівників. Визначення особистості працівника може бути застосовано для управління їх доступом. Присутність певної людини в небезпечних зонах, що відстежується без людського фактору, дозволить виключити можливість доступу працівників, які не атестовані до роботи з електроустановками високої напруги або подібним небезпечним обладнанням.

Розпізнавання структури заготовок, тріщин у фасонних деталях здійснюється із застосуванням смарт-камер [6]. Камера розпізнає всі нерівності та дефекти заготівлі. Подібні алгоритми зменшують не тільки відсоток браку заготовок, а й знижують потенційні ситуації, пов'язані з травматизмом.

Комплексна відеоаналітика виробництва дозво-

ляє відстежувати наявність необхідних засобів індивідуального захисту у діяльності працівників, будь то каски, карабіни, захисна форма на співробітниках, а також моніторинг небезпечних зон виробництва та факти несанкціонованої в них присутності [7, 8].

Так, потужні світові компанії активно використовують штучний інтелект для забезпечення безпеки. Наведемо декілька прикладів:

– Amazon використовує штучний інтелект для забезпечення безпеки на своїх складах та доставці [9]. Це включає моніторинг відео за допомогою систем машинного зору та аналізу даних для визначення потенційних загроз;

– Tesla інтегрує штучний інтелект у свої автомобілі для покращення системи безпеки водіїв та пасажирів. Автопілот Tesla використовує машинне навчання та нейронні мережі для автоматичного керування транспортним засобом та запобігання аваріям [10];

– IBM розробила системи штучного інтелекту, такі як IBM Watson, які застосовуються в галузі кібербезпеки для виявлення та запобігання кібератакам [11];

– Microsoft використовує штучний інтелект для аналізу даних та виявлення потенційних загроз у своїх хмарних та серверних продуктах, таких як Azure [11];

– Google застосовує машинне навчання та штучний інтелект для захисту користувачів від кібератак та спаму, а також для забезпечення безпеки даних у хмарних сервісах [12];

– Siemens розробляє рішення для промислової автоматизації та безпеки, включаючи системи машинного навчання та аналізу даних для моніторингу та запобігання аваріям у промислових процесах [13].

Формулювання мети статті

Метою статті є вивчення можливостей штучного інтелекту для вирішення задач безпеки праці. Завданням є оцінка потенційних сфер впровадження та алгоритмів роботи нейромереж, які могли б знизити кількість небезпечних факторів, пов'язаних із діяльністю людини на виробництві та підвищити рівень безпеки праці.

Виклад основного матеріалу

Важливий компонент штучного інтелекту – машинний зір, який може бути використаний для забезпечення безпеки праці у різних сценаріях. Розглянемо основні способи його застосування для безпеки праці:

1. Моніторинг безпеки на робочих об'єктах:

– машинний зір може використовуватися для безперервного моніторингу робочого середовища щодо небезпечних ситуацій, таких як порушення правил безпеки, носіння засобів індивідуального

захисту, допуск на певні ділянки виробництва;

– системи машинного зору мають змогу автоматично виявляти наявність небезпечних предметів або незахищених зон доступу та надсилати оператору попередження.

2. Визначення небезпечних рухів, дій:

– машинний зір дозволяє аналізувати рух працівників або обладнання на робочому місці та виявляти аномалії або небезпечні зразки руху, такі як падіння чи зіткнення;

– у разі виявлення таких ситуацій система може автоматично надсилати попередження або сигнали безпеки.

3. Ідентифікація та авторизація працівників:

– машинний зір може бути використаний для ідентифікації працівників з використанням RFID або інших методів, що забезпечує контроль доступу на певні ділянки та обладнання;

– це виключить несанкціонований доступ і дозволить лише кваліфікованим працівникам знаходитись у небезпечній зоні.

4. Контроль за справністю та безпекою обладнання:

– машинний зір може бути використаний для візуального контролю стану обладнання та машин, виявляючи потенційні проблеми чи дефекти.

– системи машинного зору можуть автоматично видавати попередження або навіть зупиняти обладнання у разі виявлення несправностей.

5. Візуальне навчання:

– машинний зір може бути використаний для створення систем навчання працівників через візуальні сценарії та симуляції безпечних та надзвичайних ситуацій; це покращить розуміння правил безпеки та підвищить обізнаність та культуру безпеки працівників.

6. Аналіз відеозаписів:

– машинний зір має змогу аналізувати відеозаписи з робочих об'єктів, виявляти нещасні випадки або небезпечні ситуації, що може допомогти у розслідуванні подій та запобіганні їх повторенню.

Використання машинного зору в охороні праці дозволяє значно підвищити ефективність моніторингу та забезпечення безпеки на робочих об'єктах, зменшуючи ризик нещасних випадків та покращуючи умови роботи.

Але слід звернути увагу, що машинний зір та машинне навчання – не одне й те ж. Машинне навчання – це широке поняття, що охоплює різні методи навчання комп'ютерів на основі даних. Машинний зір – це частина машинного навчання, що спеціалізується на обробці та аналізі візуальних даних, таких як зображення та відео. Тобто, машинний зір є одним із інструментів машинного навчання, що дозволяє комп'ютерам «бачити» та інтерпретувати візуальну інформацію (табл. 1).

Машинне навчання та машинний зір – це тільки частина можливостей використання штучного інтелекту для забезпечення безпеки праці. Розглянемо також і інші можливості ШІ (табл. 2).

Таблиця 1

Використання машинного навчання та машинного зору задля забезпечення безпеки праці

| Машинне навчання та безпека праці | Опис | Приклади використання в охороні праці |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Машинне навчання | Машинне навчання – це частина штучного інтелекту, який дозволяє комп’ютерам навчатися на основі досвіду та даних, а потім приймати рішення без програмування. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Прогнозування аварій та нещасних випадків: аналіз історичних даних та факторів ризику для передбачення можливих подій на робочому місці. 2. Моніторинг працівників: аналізувати дані про працівників, включаючи їхнє положення та дії для виявлення потенційних небезпечних ситуацій. 3. Оптимізація навчання та тренінгу шляхом аналізу даних про події на робочому місці. |
| Машинний зір | Машинний зір – це здатність комп’ютерів «бачити» та аналізувати зображення та відео, що дозволяє їм розпізнавати та інтерпретувати візуальні дані. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Виявлення дефектів. Системи машинного зору можуть сканувати продукти та компоненти щодо дефектів, що допомагає запобігти випуску бракованої продукції. 2. Моніторинг захисного одягу. Шляхом аналізу зображень з робочих місць системи машинного зору можуть визначити, чи одягають працівники необхідний захисний одяг і засоби індивідуального захисту. 3. Аналіз безпеки робочої зони: машинний зір може моніторити робочі зони щодо дотримання правил безпеки, наприклад, визначити, чи знаходяться люди в небезпечній близькості до машин та обладнання. |

Таблиця 2

Використання штучного інтелекту для підвищення рівня безпеки праці

| Елемент штучного інтелекту | Застосування в галузі безпеки виробництва |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Робототехніка | Автоматизація небезпечних завдань, зменшення ризику для працівників. |
| | Огляд та інспекція небезпечних зон та об’єктів без участі людини |
| | Виконання рутинних завдань в умовах, де можливі помилки працівників |
| 2. Аналіз даних | Доставка матеріалів та інструментів на виробничий майданчик |
| | Аналіз даних з датчиків виявлення аномалій у виробництві |
| | Прогнозування потреби у технічному обслуговуванні устаткування |
| 3. Нейронні мережі та датчики | Розробка систем контролю якості продукції |
| | Аналіз даних про стан устаткування та запобігання збоїв |
| | Моніторинг стану працівників, виявлення втоми і стресу, сп’яніння |
| | Системи безпеки на робочому одязі із можливістю тривожних сигналів |
| 4. Автоматизовані системи контролю | Моніторинг рівнів небезпечних речовин та попередження про викиди |
| | Управління аварійними ситуаціями та евакуацією персоналу |
| 5. Голосові системи розпізнавання | Контроль за обладнанням та машинами за допомогою голосових команд |
| | Визначення аварійних ситуацій щодо аналізу голосових даних |
| 6. Big-data аналіз | Інтеграція даних із різних джерел для забезпечення спільної безпеки |
| | Аналіз історичних даних для передбачення трендів та ризиків |
| 7. Машинне навчання | Прогнозування відмов обладнання та запобігання аваріям |
| | Моніторинг роботи устаткування щодо незвичайних дій |
| | Зниження ризику перевантажень |
| 8. Комп’ютерний зір | Виявлення дефектів на виробничих деталях |
| | Моніторинг робочої зони щодо дотримання правил безпеки |
| 9. Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR) | Навчання працівників безпечним процедурам у віртуальному середовищі |
| | Побудова схем та інструкцій на AR-окулярах для покращення навігації на виробництві |

Штучний інтелект може бути корисним задля рішення наступних задач безпеки:

- системи автоматичної діагностики та ремонту. ШІ може допомогти у створенні систем, здатних автоматично визначати проблеми в обладнанні та пропонувати рекомендації з ремонту, що скорочує час простою та ризики;

- прогнозування пожеж та вибухів. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати дані про температуру, тиск і хімічні реакції, попереджаючи про можливі пожежі;

- моніторинг якості повітря та хімічної безпеки. ШІ може аналізувати дані з сенсорів, що контролюють вміст шкідливих газів у повітрі, та попереджати про перевищення нормативів;

- системи автоматизованого керування доступом до небезпечних зон із розпізнаванням осіб та біометрії;

- оптимізація логістики та безпеки складських операцій. ШІ може допомогти у розподілі вантажів, контролі інвентарю та запобіганні аварійним ситуаціям на складах;

- системи моніторингу здоров'я працівників. Оснащення співробітників датчиками та моніторинг їх здоров'я, щоб своєчасно реагувати на проблеми.

Представляється надзвичайно ефективним використання датчиків у поєднанні зі штучним інтелектом та нейронних мереж, що може відіграти значну роль у забезпеченні безпеки праці. Пропонуємо деякі напрями їх впливу на безпеку:

1. Моніторинг стану обладнання. Штучний інтелект у поєднанні з датчиками може постійно відстежувати стан промислового обладнання. Нейронні мережі можуть аналізувати дані з датчиків, щоб виявляти аномалії та передбачати можливі відмови. Наприклад, системи можуть автоматично попереджати необхідність технічного обслуговування, що дозволяє уникнути аварійних ситуацій і забезпечує безпеку працівників.

2. Запобігання виробничим аваріям. Нейронні мережі можуть аналізувати дані з датчиків та камер відеоспостереження для виявлення потенційних небезпечних ситуацій. Наприклад, системи можуть автоматично розпізнавати небезпечні шаблони поведінки працівників, такі як наближення до небезпечних зон, і попереджати про них або навіть активувати аварійні системи.

3. Автоматичний контроль доступу. Системи нейронних мереж та машинного навчання можуть використовуватися для розпізнавання осіб та біометричної ідентифікації. Це дозволяє створювати автоматизовані системи контролю доступу, гарантуючи, що лише авторизовані співробітники можуть отримати доступ до небезпечних зон.

4. Аналіз робочого середовища. Датчики можуть збирати дані про стан навколишнього середо-

вища, такі як рівень шкідливих газів, рівень шуму, освітлення, температуру та вологість. Штучний інтелект може аналізувати ці дані та попереджати про перевищення допустимих норм або небезпечні зміни в робочому середовищі. У разі виявлення небезпеки ШІ може попередити працівника або активувати системи евакуації.

5. Моніторинг здоров'я працівників. З використанням пристроїв і датчиків, що носяться, нейронні мережі можуть безперервно моніторити здоров'я працівників. Наприклад, вони можуть відстежувати пульс, температуру, тиск і навіть рівень стресу та фізичну активність, попереджаючи про стани, які можуть вплинути на безпеку праці. AI може аналізувати ці дані та у разі потреби попереджати працівника або навіть надсилати сигнали на аварійні системи.

6. Використання датчиків падіння або ударів, прикріплених до одягу працівників та інтегрованих зі штучним інтелектом, може значно сприяти підвищенню безпеки на виробництві. Це надає такі переваги:

- виявлення падінь та аварій. Датчики можуть моментально реагувати на сильні удари чи падіння працівника. Як тільки такі події відбуваються, датчики можуть передавати дані ШІ, який у свою чергу може автоматично розпізнавати такі ситуації та вживати необхідних заходів, наприклад, надсилати сигнали найближчим рятувальникам або активувати аварійні системи;

- оцінка серйозності травми. ШІ може також аналізувати дані від датчиків, щоб оцінити серйозність травми та потребу у медичній допомозі. Це дозволяє швидко визначити, чи потрібна термінова медична допомога і яких заходів слід вжити для порятунку потерпілого;

- аналіз та запобігання падінням. Аналіз даних від датчиків падіння може допомогти у визначенні загальних тенденцій та факторів, що сприяють падінням. Це дозволяє роботодавцям вживати заходів для усунення причин падіння та запобігання їх у майбутньому;

- профілактика. Використання датчиків падіння та ударів у поєднанні зі ШІ надає можливість швидкого реагування на небезпечні ситуації, що допомагає запобігати травмам та рятувати життя. Ця технологія може бути особливо корисною у виробництвах з високими ризиками та в умовах, де трапляються часті аварії;

- зворотний зв'язок із працівником. ШІ може взаємодіяти з працівником, надаючи йому інформацію про його стан та попереджаючи про можливі ризики. Це може включати пропозиції про безпечні дії або поради щодо медичної допомоги.

Датчики руху та акселерометри можуть відстежувати рухи працівника та його положення у про-

сторі. ШІ може аналізувати ці дані, щоб визначити, чи знаходиться працівник у небезпечній близькості до машин чи обладнання.

ШІ може керувати індивідуальним захистом працівника на основі даних від датчиків. Інтеграція засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) зі штучним інтелектом сприятиме покращенню ефективності та безпеці використання цих засобів, а саме:

- моніторинг носіння ЗІЗ. Зі штучним інтелектом можна інтегрувати датчики та камери, які можуть відстежувати, чи використовують працівники ЗІЗ правильно та відповідно до вимог безпеки. При фіксації неправильного використання ЗІЗ штучний інтелект може нагадати про необхідність дотримання правил;

- аналіз ефективності ЗІЗ. ШІ може аналізувати дані з датчиків, щоб визначити, як ЗІЗ впливають на безпеку та комфорт працівника. Наприклад, система може відстежувати температуру всередині захисного костюма і визначати, чи працівник не перебуває в небезпечному середовищі. Це дозволяє оптимізувати вибір і використання ЗІЗ;

- надання рекомендацій щодо ЗІЗ. ШІ може надавати рекомендації працівникам щодо того, які ЗІЗ слід надіти залежно від умов роботи та ризиків. Наприклад, якщо датчики відстежують концентрацію шкідливих речовин повітря, ШІ може рекомендувати працівникові використовувати певний тип маски чи респіратора;

- автоматична активація ЗІЗ у відповідь на небезпечні ситуації. Наприклад, якщо датчики виявляють високу концентрацію шкідливих газів, система може автоматично активувати систему подачі свіжого повітря у масці працівника;

- зворотний зв'язок та моніторинг стану. За допомогою голосових систем зі ШІ можна надавати працівникові інформацію про стан його ЗІЗ та рекомендації щодо їх використання. Також система може моніторити стан ЗІЗ та сповіщати про необхідність їх заміни чи обслуговування.

Інтеграція ЗІЗ зі штучним інтелектом допомогатиме зробити використання цих засобів більш ефективним, безпечним та зручним для працівників, а також знижує ризик неправильного використання або неправильного налаштування ЗІЗ.

Відмітимо також голосові системи із AI, які стають актуальними та важливими інструментами в різних сферах, включаючи безпеку на виробництві. Їхня здатність обробляти голосові команди та аналізувати мову людини робить їх потужними інструментами для підвищення безпеки. Голосові системи розпізнавання зі штучним інтелектом можуть значно сприяти підвищенню безпеки праці на виробництві та інших галузях:

1. Управління обладнанням та системами. Голосові системи розпізнавання зі ШІ можуть дозво-

лити працівникам керувати машинами та обладнанням без використання рук. Це особливо важливо у технологічно складних та небезпечних середовищах, де працівники можуть зіткнутися з ризиками при маніпуляціях обладнанням.

2. Навчання та інструкції. Голосові помічники зі ШІ можуть надавати працівникам інструкції та навчання в реальному часі. Це дозволяє працівникам швидко впізнавати правила безпеки та дотримуватися їх, що знижує ризик виробничих нещасних випадків. Вони також можуть використовуватися для навігації у складних навколишніх умовах, допомагаючи працівникам уникати небезпечних зон.

3. Моніторинг стану працівників. Голосові системи можуть аналізувати голос та інтонації працівників, щоб виявляти ознаки стресу, втоми чи інших фізичних та емоційних станів. Якщо система виявляє, що працівник перебуває у стані, який впливає на його безпеку, вона попереджає про це.

4. Екстрені ситуації та виклик. Голосові системи можуть бути використані для активації аварійних процедур або виклику допомоги у разі нещасного випадку. Працівник може просто сказати ключову фразу, щоб викликати потрібну допомогу. Аварійне повідомлення може бути надіслано автоматично навіть якщо працівник не може самостійно подзвонити та повідомити про подію. ШІ реагує миттєво, що може бути критично важливим для безпеки.

5. Звітність та аналіз даних. Голосові системи можуть записувати голосові дані та аналізувати їх, щоб визначити можливі причини виробничих інцидентів. Це дозволяє компаніям проводити детальніший аналіз подій та розробляти заходи для їх запобігання.

6. Голосові системи розпізнавання зі ШІ мають потенціал покращити комунікацію та безпеку на виробництві, знизити ризики виробничих нещасних випадків та зробити робочі процеси більш ефективними та безпечними для працівників.

7. Зменшення ризику відволікання. Голосові системи дозволяють працівникам взаємодіяти з комп'ютерами та пристроями, не відволікаючись від завдань. Це особливо корисно у виробничих середовищах, де зосередженість працівників на виконанні завдання є важливою для безпеки.

8. Інтеграція з іншими системами. Голосові системи можуть бути інтегровані з іншими системами безпеки, такими як системи відеоспостереження та моніторингу, що дозволяє створювати комплексні рішення для безпеки праці.

Таке використання датчиків зі ШІ допомагає запобігти виробничим нещасним випадкам, підвищує рівень безпеки працівників та оптимізує робочі процеси. Це лише нечисленний огляд можливих застосувань штучного інтелекту для підвищення безпеки у виробництві. Розробка та впровадження таких систем можуть значно знизити ризики та по-

кращити умови праці працівників, а також допомогти в економії ресурсів та скороченні простоїв у виробничих процесах [14]. З використанням ШІ можна створити численні інноваційні рішення для покращення контролю, передбачення потенційних небезпек та зниження ризиків для працівників та обладнання.

Висновок

Можна зробити висновок, що нейромережі успішно застосовуються у сферах виробництва та охорони праці для забезпечення візуального контролю за дотриманням заходів безпеки. Безперечною перевагою є сталість моніторингу та виключення людського фактора з даного процесу. Штучний інтелект дозволяє попередити ситуації, пов'язані з травмами, недотриманням правил безпеки, а також відстежити потенційно небезпечні події на будь-якій ділянці виробництва.

Література

1. Крайнюк О. В. SWOT-аналіз впровадження цифрових технологій для забезпечення безпеки праці / О. В. Крайнюк, Ю. В. Буц, В. В. Барбашин // *Комунальне господарство міст*. – 2021. – № 3 (163). – С. 234–238. – DOI: [10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238).
2. Перспективи диджиталізації у сфері охорони праці / О. В. Крайнюк, Ю. В. Буц, В. В. Барбашин, Н. В. Діденко // *Комунальне господарство міст*. – 2020. – № 6 (159). – С. 130–138. – DOI: [10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138).
3. Підвищення достовірності дистанційних методів вимірювання температури поверхні тіла людини / О. В. Крайнюк, Ю. В. Буц, В. В. Барбашин, П. І. Лоцман, Д. Ю. Кальченко // *Комунальне господарство міст*. – 2021. – № 4 (164). – С. 197–202. – DOI: [10.33042/2522-1809-2021-4-164-197-202](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-197-202).
4. Аналіз сфер застосування безпілотних літальних апаратів для вирішення питань безпеки праці / О. В. Крайнюк, Ю. В. Буц, В. В. Барбашин, Н. В. Діденко // *Комунальне господарство міст*. – 2023. – № 1 (175). – С. 182–188. – DOI: [10.33042/2522-1809-2023-1-175-182-188](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-182-188).
5. Xiao Q. Technology review – Biometrics-Technology, Application, Challenge, and Computational Intelligence Solutions / Q. Xiao // *IEEE Computational Intelligence Magazine*. – 2007. – Vol. 2 (2). – P. 5–25. – Regime of access: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4168416>, free (date of the application: 12.10.2023).
6. Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications / S. K. Baduge, S. Thilakarathna, J. S. Perera, M. Arashpour, P. Sharafi, B. Teodosio, A. Shringi, P. Mendis // *Automation in Construction*. – 2022. – Vol. 141. – Article 104440. – DOI: [10.1016/j.autcon.2022.104440](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104440).
7. Liu J. Deep learning-based data analytics for safety in construction / J. Liu, H. Luo, H. Liu // *Automation in Construction*. – 2022. – Vol. 140. – Article 104302. – DOI: [10.1016/j.autcon.2022.104302](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104302).
8. A Systematic Review of Intelligence Video Surveillance: Trends, Techniques, Frameworks, and Datasets / G. F. Shidik, E. Noersasongko, A. Nugraha, P. N. Andono, J. Jumanto, E. J. Kusuma // *IEEE Access*. – 2019. – Vol. 7. – P. 170457–170473. – DOI: [10.1109/ACCESS.2019.2955387](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2955387).
9. De Stefano V. “Negotiating the algorithm”: Automation, artificial intelligence and labor protection / V. De Stefano. – Geneva (Switzerland) : International

Labour Office, 2018. – 41 p. – Regime of access: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_policy/documents/publication/wcms_634157.pdf, free (date of the application: 12.10.2023).

10. Shneiderman B. Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy / B. Shneiderman // *International Journal of Human-Computer Interaction*. – 2020. – Vol. 36 (6). – P. 495–504. – DOI: [10.1080/10447318.2020.1741118](https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118).
11. Chen M. Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders / M. Chen, M. Decary // *Healthcare Management Forum*. – 2020. – Vol. 33 (1). – P. 10–18. – DOI: [10.1177/0840470419873123](https://doi.org/10.1177/0840470419873123).
12. REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health / M. Pishgar, S. F. Issa, M. Sietsema, P. Prata, H. Darabi // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – 18(13). – Article 6705. – DOI: [10.3390/ijerph18136705](https://doi.org/10.3390/ijerph18136705).
13. An Intelligent Future for Medical Imaging: A Market Outlook on Artificial Intelligence for Medical Imaging / A. Alexander, A. Jiang, C. Ferreira, D. Zurkiya // *Journal of the American College of Radiology*. – 2020. – 17 (1). – P. 165–170. – DOI: [10.1016/j.jacr.2019.07.019](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.07.019).
14. Howard J. Artificial intelligence: Implications for the future of work / J. Howard // *American Journal of Industrial Medicine*. – 2019. – Vol. 62 (11). – P. 917–926. – DOI: [10.1002/ajim.23037](https://doi.org/10.1002/ajim.23037).

References

1. Krainiuk, O. V., Buts, Yu. V., & Barbashyn, V. V. (2021). SWOT analysis of the implementation of digital technologies to ensure occupational safety. *Municipal Economy of Cities*, 3(163), 234–238. DOI: [10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-3-163-234-238)
2. Krainiuk, O. V., Buts, Yu. V., Barbashyn, V. V., & Didenko, N. V. (2020). Prospects of digitalization in the field of occupational health and safety. *Municipal Economy of Cities*, 6(159), 130–138. DOI: [10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-6-159-130-138)
3. Krainiuk, O. V., Buts, Yu. V., Barbashyn, V. V., Lotsman, P. I., & Kalchenko, D. Yu. (2021). Increasing the reliability for measuring the temperature of the surface of the human body. *Municipal Economy of Cities*, 4(164), 197–202. DOI: [10.33042/2522-1809-2021-4-164-197-202](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2021-4-164-197-202)
4. Krainiuk, O. V., Buts, Yu. V., Barbashyn, V. V., & Didenko, N. V. (2023). Analysis of the spheres of application of unmanned aircraft apparatus for resolving labor safety issues. *Municipal Economy of Cities*, 1(175), 182–188. DOI: [10.33042/2522-1809-2023-1-175-182-188](https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-1-175-182-188)
5. Xiao, Q. (2007). Technology review – Biometrics-Technology, Application, Challenge, and Computational Intelligence Solutions. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 2(2), 5–25. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/4168416>
6. Baduge, S. K., Thilakarathna, S., Perera, J. S., Arashpour, M., Sharafi, P., Teodosio, B., Shringi, A., & Mendis, P. (2022). Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. *Automation in Construction*, 141, Article 104440. DOI: [10.1016/j.autcon.2022.104440](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104440)
7. Liu, J., Luo, H., & Liu, H. (2022). Deep learning-based data analytics for safety in construction. *Automation in Construction*, 140, Article 104302. DOI: [10.1016/j.autcon.2022.104302](https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104302)
8. Shidik, G. F., Noersasongko, E., Nugraha, A., Andono, P. N., Jumanto, J., & Kusuma, E. J. (2019). A Systematic Review of Intelligence Video Surveillance: Trends, Techniques, Frameworks, and Datasets. *IEEE Access*, 7, 170457–170473. DOI: [10.1109/ACCESS.2019.2955387](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2955387)
9. De Stefano, V. (2019). “Negotiating the algorithm”:

Automation, artificial intelligence and labor protection. International Labour Office. Retrieved from https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_emp/--emp_policy/documents/publication/wcms_634157.pdf

10. Shneiderman, B. (2020). Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(6), 495–504. DOI: [10.1080/10447318.2020.1741118](https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118)

11. Chen, M., & Decary, M. (2020). Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. *Healthcare Management Forum*, 33(1), 10–18. DOI: [10.1177/0840470419873123](https://doi.org/10.1177/0840470419873123)

12. Pishgar, M., Issa, S. F., Sietsema, M., Pratap, P., & Darabi, H. (2021). REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), Article 6705. DOI: [10.3390/ijerph18136705](https://doi.org/10.3390/ijerph18136705)

13. Alexander, A., Jiang, A., Ferreira, C., & Zurkiya, D. (2020). An Intelligent Future for Medical Imaging: A Market Outlook on Artificial Intelligence for Medical Imaging. *Journal of the American College of Radiology*, 17(1), 165–170. DOI: [10.1016/j.jacr.2019.07.019](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.07.019)

14. Howard, J. (2019). Artificial intelligence: Implications for the future of work. *American Journal of Industrial Medicine*, 62(11), 917–926. DOI: [10.1002/ajim.23037](https://doi.org/10.1002/ajim.23037)

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.М. Логвінков, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна.

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
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – butsyura@ukr.net

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0450-2617>

Автор: БАРБАШИН Віталій Валерійович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – barbachyn@ukr.net

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3262-8305>

Автор: ЯЦЮК Микола Володимирович
кандидат історичних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – mikola.yacvuk@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2243-9308>

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR WORK SAFETY MANAGEMENT

O. Krainiuk¹, Yu. Buts¹, V. Barbashyn², M. Yatsiuk²

¹Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

²O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

Artificial intelligence introduces innovations in the field of monitoring, diagnostics, and management in the production environment, allowing for reducing the risks of industrial accidents, improving the quality of work, and contributing to the increase of production efficiency. The article considers the main aspects of the application of artificial intelligence for security at enterprises, explores various methods and technologies, and analyses examples of successful implementations in various industries. We also discuss the challenges and prospects related to this topic and closely examine the impact of artificial intelligence on the future of industrial safety.

The article aims to study the possibilities of artificial intelligence for solving labour safety problems. The task is to evaluate the potential areas of implementation and algorithms of neural networks, which could reduce the number of dangerous factors associated with human activity at work and increase the level of occupational safety. With the use of AI, numerous innovative solutions can be created to improve control, predict potential hazards, and reduce risks to workers and equipment. Currently, neural networks are successfully used in the fields of production and labour protection to ensure visual control of compliance with safety measures. An indisputable advantage is the sustainability of monitoring and the exclusion of the human factor from this process. Artificial intelligence allows us to warn of situations related to injuries and non-compliance with safety rules, as well as track potentially dangerous events in any area of production.

Machine vision, a crucial component of artificial intelligence, enhances workplace safety through continuous monitoring, anomaly detection, personnel identification, equipment evaluation, visual training, and video analysis. It improves safety conditions and mitigates risks effectively. Artificial intelligence and AI-powered voice systems are becoming crucial tools for enhancing workplace safety. They aid in preventing industrial accidents, optimising work processes, and innovating safety control and prediction solutions. AI plays a vital role in visual safety monitoring and eliminates the human factor, ensuring reliability and efficiency.

Keywords: occupational safety, industrial injuries, machine learning, neural networks, sensors.