

О.В. Крайнюк¹, Ю.В. Буц², В.В. Барбашин³, Н.В. Діденко¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

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

ПЕРСПЕКТИВИ ДИДЖИТАЛІЗАЦІЇ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Розглянуто перспективи і проблеми реалізації інформаційних технологій (диджиталізації) у сфері забезпечення безпеки праці, а також способи підвищення ефективності використання цифрових технологій фахівцями з охорони праці для більш ефективного управління ризиками та поліпшення показників безпеки праці. Всі перераховані інструменти впровадження цифрових технологій у модернізацію системи управління охороною праці сприяють зниженню кількості нещасних випадків.

Ключові слова: диджиталізація, система відеоспостереження, електронний трудовий договір, засоби індивідуального захисту.

Постановка проблеми

Сучасний світ неможливо уявити без цифрових технологій, які впроваджуються в усі сфери діяльності, в тому числі допомагають вирішувати питання безпеки праці. Звичайно, на більшості підприємств впроваджується електронний документообіг; інформаційні технології (ІТ) широко застосовуються для навчання працівників, спостереження за безпекою на виробництві. Цифровізація (оцифрування) індустрії сприяє організації віддаленої роботи частини співробітників, що в умовах пандемії Covid-19 можна вважати позитивним моментом, проте умови віддаленої роботи не завжди можливо контролювати. В умовах високої конкуренції сучасні компанії впроваджують цифрові технології для забезпечення ефективності та безпеки виробництва. Автоматизація складних процесів може вирішуватися за допомогою ІТ-технологій, що забезпечують постійний контроль, всебічний аналіз інформації і вірне прийняття рішень [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В Україні все більше уваги приділяється питанням оцифрування, з вересня 2019 року створено Міністерство цифрової трансформації України. У 2020 році Україна в рейтингу з впровадження електронного уряду та електронної участі громадян, який складений ООН, піднялася у списку і зайняла 69 місце серед 193 країн. Цифрові технології неминуче все інтенсивніше входять у сучасне життя. Сьогодні – епоха промислової цифрової революції, час впровадження штучного інтелекту, нейромереж, біотехнологій, «інтернету речей» та ін. Для вирішення питань безпеки виробництва ефективно

можна використовувати смартфони, різні «розумні» пристрої, доповнену реальність, хмарні обчислення, роботів, соціальні мережі, інтелектуальну аналітику, біометрику, дрони, телематику (супутниковий моніторинг транспорту), кібербезпеку та ін. [2].

Останні роки все більше публікацій відносно впровадження сучасних технологій на виробництві можна зустріти у науковій літературі. Так, наприклад, авторами [3] розглядаються «розумні технології» в умовах Індустрії 4:0 (Четвертої промислової революції). Знаковою подією у поширенні Концепції 4:0 став Всесвітній економічний форум у Давосі в 2016 році. Засновник і голова цього форуму описав Індустрію 4:0 як таку, що «характеризується злиттям технологій і розмиванням кордонів між фізичними, цифровими і біологічними світами» [4].

Обсяг інвестицій у розвиток інформаційних технологій на українському ринку різко збільшився у 2019 році, тобто цей напрямок стає надзвичайно популярним [5] (рис. 1).

Цифрові технології здатні сприяти зниженню виробничого травматизму, який сьогодні стає важким тягарем на кожного роботодавця. Згідно з оцінкою Міжнародної організації праці, близько 2,3 млн. осіб у всьому світі щорічно стають жертвами нещасних випадків на виробництві або захворювань, викликаних умовами праці. Це близько 6 тис. людських смертей на день [6].

Відомі приклади ефективного використання інформаційних технологій для зменшення рівня травматизму. Наприклад, дистриб'ютор одягу *Ralawise* (Великобританія) обробляє на своїх складах тисячі коробок з товарами на день, тому найбільш поширені нещасні випадки – це рани від ріжучих інструментів, які використовуються для розкриття

коробок і видалення упаковки. У 2018 році компанія зробила ставку на автоматичну систему розпакування коробок і в результаті їй вдалося суттєво знизити кількість виробничих травм, а також

підвищити швидкість виконання операцій. Робот, за допомогою датчиків і фотозйомки, вимірює розміри кожної коробки і правильно розміщує її на стенді перед тим як розрізати.

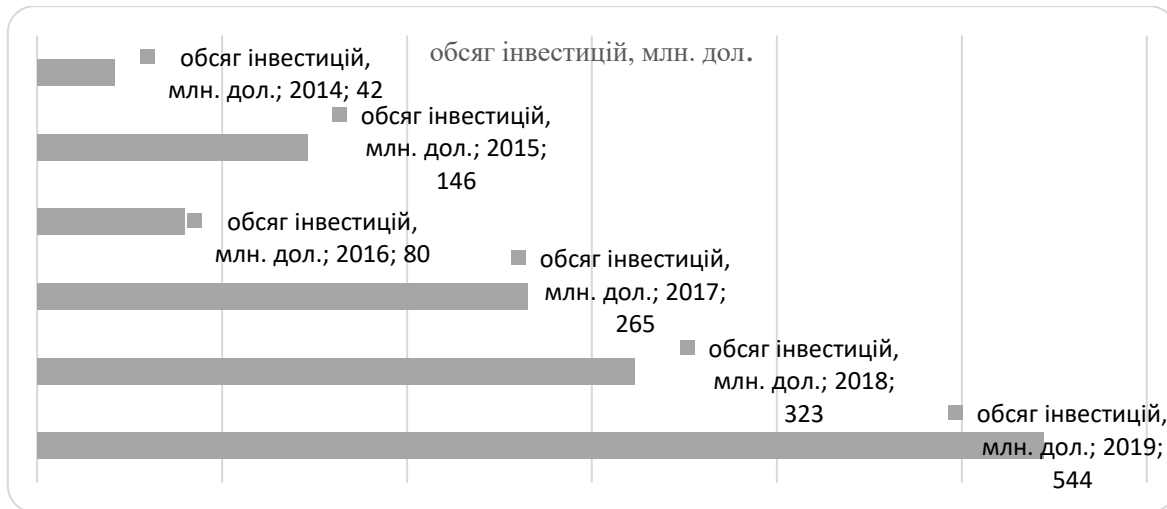


Рис. 1. Обсяги інвестицій у інформаційні технології на українському ринку за період 2014–2019 рр., млн. доларів

Помітним трендом на сучасному ринку стають колаборативні роботи (коботи, cobots) – автоматичні пристрої, які можуть працювати спільно з людиною [7, 8]. Прикладом їх можуть стати роботехнічні рішення (wearable robots) і екзоскелети. Механічні пристрої повторюють форму кінцівок, суглобів і м'язів оператора, при цьому працюють з ним в тандемі, посилюючи його фізичні можливості або скорочуючи втому і напругу. Даний ринок активно розвивається, і вже існує цілий ряд концепцій промислових екзоскелетів, які розрізняються в першу чергу сферою застосування. Одними з перших такі рішення почали використовувати автовиробники. Наприклад, у 2018 році Hyundai Motor Group у тестовому режимі запустила свого екзоскелета Hyundai (H-VEX), завдяки якому знижується тиск на шию і спину працівників. Раніше про використання екзоскелетів заявляли автокомпанії Ford і BMW. Затребуване дане технологічне рішення і в будівельній галузі, де необхідно переносити велику кількість важких матеріалів. До переваг технології розробники відносять не лише скорочення числа травм, але і збільшення працездатного віку співробітників, що дає можливість використовувати працю людей старшого покоління.

Формулювання мети статті

Метою даної наукової роботи став розгляд перспектив і проблем реалізації інформаційних технологій у сфері забезпечення безпеки праці, а також способи підвищення ефективності

використання диджиталізації фахівцями з охорони праці для більш результативного управління ризиками та поліпшення показників безпеки праці.

Виклад основного матеріалу

Цифровізація (диджиталізація) в охороні праці – це трансформація системи управління охороною праці (СУОП), що передбачає використання цифрових технологій для оптимізації менеджменту, підвищення продуктивності компанії і поліпшення умов праці і зниження кількості профзахворювань і нещасних випадків. Основні процедури диджиталізації, які реалізуються у сфері охорони праці, можна розділити на кластери (рис. 2).

Розглянемо ці кластери детальніше.

Періодичний контроль не може забезпечити безпеку виконання робіт. Заповнення документації, що підтверджує виконання контролю, відбирає суттєву частину робочого часу. Використання систем відеоспостереження, аудіофіксації виконання виробничих завдань може забезпечити постійний контроль за дотриманням техніки безпеки.

Камери можуть попереджати водіїв та машиністів про наближення об'єктів і перешкод у «мертвих» зонах за рахунок спеціальних радарів і огляду в 360°.

За станом водіїв вантажівок здатна стежити спеціальна система, яка аналізує ступінь втоми людей на основі безперервного аналізу міміки обличчя і зіниць. Для попередження обвалів при підземних гірських роботах можуть використовуватися радарні системи.



Рис. 2. Основні кластери впровадження цифрових технологій у сфері охорони праці

Використання «Електронної медичної карти працівника» (які введено в дію з 1.03.2020 в Україні), з санкціонованим доступом роботодавців і працівників, може нагадувати про необхідність проведення щорічного медичного огляду і пришвидшити саму процедуру. Також використання ІТ здатне скоротити час проходження працівником щоденного медогляду у кілька разів. Для порівняння з традиційним методом (вимірювання пульсу, тиску, серцевого ритму, температури, тести на алкоголь і наркотики) обробка інформації та видача висновку в цілому займають трохи більше хвилини. Диджиталізація сфери трудових відносин розширює можливості взаємодії між працівником і роботодавцем. Переведення на електронний документообіг суттєво спростить життя і забезпечить оптимізацію системи і методів проведення диспансеризації з організацією попередніх і періодичних медичних оглядів (обстежень) та психіатричних оглядів працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці.

Впровадження на підприємстві можливостей «розумних гаджетів» може сприяти здійсненню в компаніях виробничого моніторингу здоров'я працівника протягом робочої зміни в режимі реального часу.

До Кодексу законів про працю України (КЗпП) планується додати можливість складати документи кадрового обліку не лише у паперовій, а й в електронній формі (за власним вибором). Законопроект № 2260 пропонує оформлення у електронному вигляді трудового договору, що дозволить скоротити витрати роботодавців, а в

цілому для країни створює вектор легалізації трудових відносин і стане сходиною для переходу до ризик-орієнтованої моделі контрольно-наглядової функції. Для вирішення цих системних завдань реформи регулювання трудової сфери, будуть потрібні зусилля усіх сторін соціального партнерства.

У період карантину багато хто має дистанційну роботу. При цьому не менше половини з них – нелегально. Високий рівень неформальної зайнятості для працівників часто обумовлений труднощами, пов'язаними з оформленням трудових відносин – великі відстані і необхідність обміну «паперовими» документами. Це викликає високі транзакційні витрати, оцінити які в цілому досить складно, але несуть їх і роботодавець, і працівник. Вирішити дану проблему здатний електронний трудовий договір.

Електронний трудовий договір – це угода між працівником та роботодавцем, зміст якої закріплений за допомогою цифрової інформації у вигляді електронного документу-, аудіо- або відеозапису з обов'язковим посвідченням удосконаленим електронним цифровим підписом з боку працівника та роботодавця [9].

Процес навчання питань охорони праці іноді має формальний характер, оскільки підприємство несе певні витрати, пов'язані з відривом працівників від виробництва на термін навчання. Загальнодержавна програма дистанційного навчання і перевірки знань, яку могла б організувати Державна служба України з питань праці, дозволила б роботодавцю виконувати контроль за проходженням навчання своїх працівників і терміном дії їх посвідчення.

Для вирішення завдань охорони праці за допомогою цифрових технологій можуть бути використані наступні компоненти, наведені на рис. 3.

Традиційними джерелами даних для системи безпеки на виробництві є стаціонарні джерела тривожної і аварійної інформації (детектори, сигналізації, телекамери та ін.) і мобільні пристрої спостереження за територією.

З розвитком хмарних технологій з'явилася можливість отримувати дані з обладнання в режимі реального часу, що відкриває можливість

використання абсолютно нових бізнес-моделей. Однак складність виробничої моделі тягне за собою необхідність поліпшення системи захисту інформації. Метод інтегрованого захисту та безпеки [10] враховує взаємозв'язок між безпекою праці та інформаційною безпекою. Наприклад, коли порушується інформаційна безпека і в систему передаються невірні файли – це може привести до збоїв в роботі обладнання і, як наслідок, викликати проблеми у забезпеченні безпеки праці.

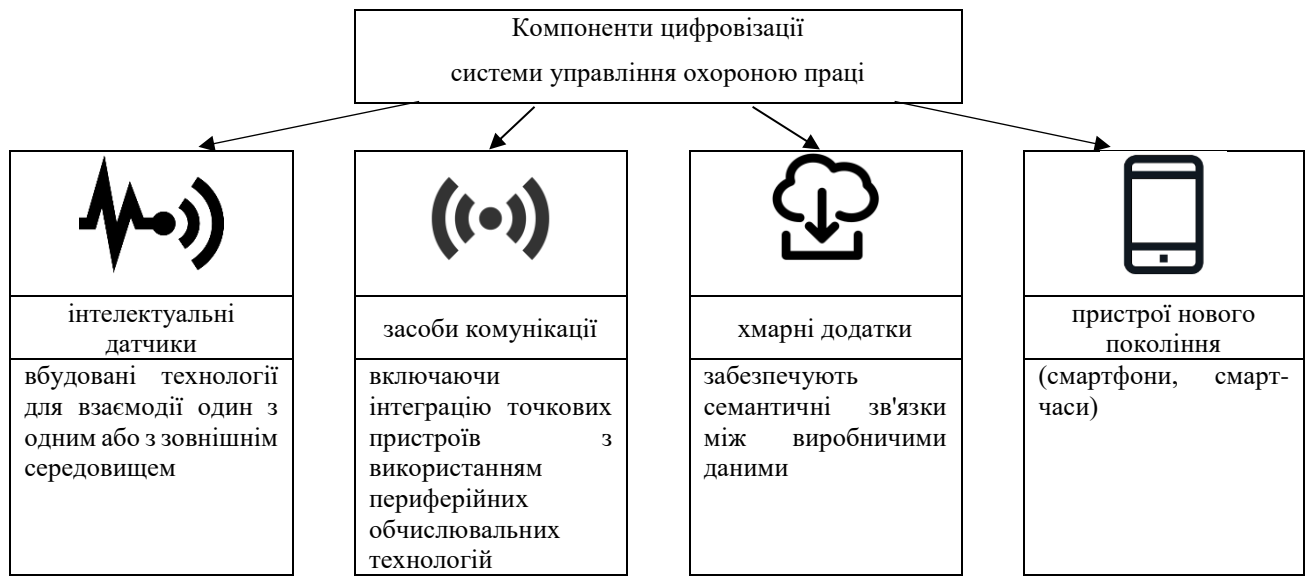


Рис. 3. Складові цифровізації СУОП (складено авторами)

Робота з мобільними роботами також сприятиме забезпеченню безпеки праці. Наприклад, у даній час у промисловості для виконання основних транспортних завдань використовуються прості автоматизовані транспортні засоби. У цій області йде постійний розвиток, особливо робототехніки. Автономні мобільні роботи використовуються для логістичних та вантажно-розвантажувальних робіт. Однак на даний момент немає стандартів, що забезпечують безпеку при використанні мобільних робото-технічних систем. В [11] проведено порівняння трьох основних концепцій, що забезпечують безпеку мобільних роботів у виробничих умовах:

- 1) Перша концепція пов'язана з використанням мобільним роботом датчиків виявлення небезпеки.
- 2) Друга концепція розглядає безпечну навігацію, засновану на само-локації.
- 3) Третя концепція заснована на відомій карті з певним маршрутом. Віртуальні датчики у вигляді бездротових сенсорних мереж, розташовані на заводі, замінюють фізичні датчики на мобільних роботах. Для забезпечення безпеки при роботі мобільних роботів у промисловому середовищі гарантовано виявлення перешкод з урахуванням

необхідного гальмівного шляху і можливості застосування аварійної зупинки.

У сучасних промислових умовах використання автономних мобільних роботів дуже поширене, і в статті [12] показано, як проектувати і впроваджувати мобільні робото-технічні системи, що здатні забезпечити безпеку праці в складному виробничому середовищі. У Індустрії 4.0 мобільні роботи використовуються для транспортування товарів між різними робочими станціями, машинами і мають повну автономію дій. А це означає вміння обходити перешкоди і планувати свій маршрут. Мобільний робот має бути спроектований і запрограмований таким чином, щоб він ні в якому разі не заподіяв шкоди людям або іншим машинам.

Взаємодія людини і промислового робота розвивається стрімко. Авторами роботи [13] виконувалося моделювання та аналіз спільної роботи людини і роботів, моніторинг безпеки системи за допомогою невеликих промислових роботів з вбудованими датчиками сили. Взаємодія людини і робота дає безліч можливостей, які можна використовувати у виробництві та інших суміжних областях. Просунута багаторівнева система моніторингу процесів спільної роботи дозволяє

досягти найвищого рівня безпеки людини з мінімальним часом простою.

Щорічно у світі відбуваються сотні тисяч нещасних випадків на виробництві, переважна частина з яких є результатом недотримання вимог безпеки і порушення правил роботи з обладнанням. На небезпечних виробництвах нещасні випадки в основному викликані зіткненнями з транспортними засобами і рухомими механізмами. Основними причинами нещасних випадків і смертей є:

- порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання (машин, механізмів, транспортних засобів);
- порушення технічного обслуговування обладнання;
- незадовільне виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Традиційний підхід забезпечення безпеки включає системи попередження: датчики, сигналізацію і автоматизовані робочі місця, на які подається сигнал або ведеться відеоспостереження. Поступово впроваджуються нові технології, засновані на принципах і алгоритмах машинного

зору, для прогнозування та постійного моніторингу ситуації. Крім функцій виміру, обробки, прогнозування та документування параметрів ситуації, такі технології забезпечують:

- оперативний розрахунок меж небезпечних зон;
- відображення небезпечних зон на екрані;
- відображення небезпечних зон на робочих місцях за допомогою лазерних покажчиків;
- контроль доступу персоналу до небезпечних зон зі зміною кордонів і планування безпечного пересування на цих територіях.

Об'єктивне прогнозування ситуації можливе лише з використанням інтелектуальних датчиків і систем технічного зору.

Цифрові технології, що використовуються в охороні праці, повинні вирішувати завдання оцінювання промислового ризику (табл. 1). Найбільш популярні подібні технології можуть бути на небезпечних виробничих об'єктах і на промислових об'єктах, де аварії є результатом зіткнення рухомих транспортних засобів або мобільної техніки.

Таблиця 1.

Інструменти реалізації впровадження цифрових технологій для забезпечення безпеки виробничих процесів (складено авторами)

Підсистема	Призначення
Мережа датчиків (детектори, відеокамери, сигналізація) Аналітика для робочого місця (за допомогою системи датчиків)	Стеження за станом обладнання, дотриманням норм безпеки, використанням засобів індивідуального захисту Оцінка показників ефективності, оптимізація робочого місця. Рішення питань ергономіки.
Штучний інтелект і машинне навчання (AI and Machine Learning)	Відеокамери можуть бути оснащені модулями для аналізу роботи персоналу за певними параметрами. Нейромережа має змогу ідентифікувати співробітників у касках і спецодезді, як це передбачено нормами охорони праці.
Машинний зір (Computer Vision)	При виявленні порушень модуль відеоаналітики підсвітить «проблемні» місця в кадрі і відправить повідомлення керівнику цеху, фахівцю з охорони праці.
Мобільні роботизовані засоби моніторингу території Дрони (безпілотні пристрої) і роботи	Для виконання небезпечних і складних робіт або у небезпечних умовах (погодних або фізичних), для проникнення у важкодоступні райони, наприклад, у разі надзвичайної ситуації. Для економії часу та сил при дослідженні великих територій. Для навігації і спілкування; для виявлення небезпечних, аварійних ситуацій на територіях, не охоплених стаціонарними датчиками.
Коллаборативні роботи (коботи, екзоскелети)	Автоматичні пристрої, які можуть працювати спільно з людиною. Екзоскелети повторюють форму кінцівок, суглобів і м'язів оператора, при цьому працюють з ним у тандемі, посилюючи його фізичні можливості або скорочуючи втому і напругу.
Великі дані (Big Data)	Для попередження травматизму і аварій, викликаних людським фактором, для управління ризиками аварій (до допомогою датчиків).
Хмарні технології	Для моніторингу переміщень персоналу і мобільного устаткування на основі технологій бачення і радіочастотної ідентифікації (RFID).

Підсистема	Призначення
Технології віртуальної (Virtual Reality, VR) та доповненої (Augmented Reality, AR) реальності	Для швидкого формування необхідних навичок у працівників, для підвищення ефективності навчання, для навчання управлінню різними видами техніки та механізмів (віртуальні симулятори). Новачка не потрібно допускати до кошового або небезпечного обладнання. Можна максимально точно зімітувати небезпечну ситуацію, наприклад пожежу. Для ремонту і обслуговування складного обладнання за допомогою візору доповненої реальності.
Чат-Боти зі штучним інтелектом і віртуальні помічники (Bots and Virtual Assistants)	Для автоматизації складних завдань Чат-Боти вбудовуються у додатки в якості помічника користувачів, в т.ч. для індивідуального навчання працівників прийомам виконання ручних робіт.
Термінальні пристрої (Terminal Equipment) Портативні пристрої і технологія зв'язку	Перетворюють призначену для користувача інформацію в дані для передачі по лінії зв'язку, і здійснюють зворотне перетворення. Формування оперативної карти небезпечних зон стосовно цифрової просторової моделі місцевості і підприємства.
Персональні цифрові інтерфейси (гаджети) Біометричні прилади	Для вимірювання ступеню втоми і температуру тіла в режимі реального часу і відправлення попередження працівникам і їх роботодавцям. Датчики контролю ручної праці використовуються для оцінки «ризикованих» рухів тіла.
Розумні гаджети для спілкування (наушники внутрішнього типу)	Для допомоги користувачам чути або виконувати завдання, які передбачають необхідність слухати інших. Наприклад пристрої для синхронного перекладу. Автентична ефективна комунікація є найважливішою складовою забезпечення охорони праці.
Інтернет речей (IoT – Internet of Things) Датчики Розумні засоби індивідуального захисту – Smart PPE (окуляри, каски)	Використання IoT-модулю для каски дозволяє контролювати носіння засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), ідентифікує співробітників і визначає їх місцезнаходження навіть в умовах обмеженої видимості. Світлова індикація і вібросигнал на касці попереджають співробітника про небезпеку, а тривожна кнопка на пристрої дозволяє оперативно викликати допомогу. Акселерометр фіксує удари, падіння або тривалу нерухомість людини, вбудовані датчики визначають критичні зміни параметрів зовнішнього середовища. В якості одного з «розумних» ЗІЗ запропонований шолом зварника з автоматичним затемненням світлофільтром і примусовою подачею повітря [14]. Захисні окуляри з технологією доповненої реальності VisionAR Univet із застосуванням «голографічної хвилеводної технології» від Sony, що призначені для підвищення ефективності працівників.

Використання цифрових інструментів для забезпечення промислової безпеки буде сприяти підвищенню ефективності СУОП, скороченню втрат від штрафних санкцій, промислових аварій, зниженню травматизму, а також:

- переведенню процесу забезпечення виробничої безпеки в русло цифрової економіки;
- переходу на ризик-орієнтований підхід в управлінні підприємством;
- скороченню числа нещасних випадків і надзвичайних ситуацій;
- спрощенню процесу попереджень та планування на випадок непередбачених обставин в сфері безпеки;
- розширенню можливості управління безпекою за рахунок аналізу тенденцій для кращого розуміння передумов для нещасних випадків;
- зміцненню здоров'я, благополуччя і

продуктивності працівників;

- проведенню необхідних заходів з виробничої безпеки вчасно і відповідно до вимог чинного законодавства;
- реалізації ряду превентивних заходів і впливу на причину подій, а не реагування на наслідки;
- виявленню і усуненню невідповідності, а також зниженню кількості порушень;
- вдосконаленню управління ризиками у сфері охорони праці, що забезпечує зниження травматизму і поліпшення умов праці;
- підвищенню ефективності та вдосконаленню процесів техніки безпеки з вивільненням ресурсів, що дозволяють зосередити увагу на актуальних питаннях;
- підвищенню якості прийнятих рішень на основі надійних даних, отриманих у режимі

реального часу, для більш ефективного розподілу ресурсів;

– розширенню можливостей для застосування працівниками новітніх технологій в області безпеки праці, що призводить до трансформації технологій і формування навичок, необхідних для вирішення різноманітних завдань;

– підвищенню рівня культури безпеки і створенню сприятливих умов праці, що, безсумнівно, призведе до підвищення продуктивності.

В перспективі слід очікувати зростання розвитку технологій: вони будуть створюватися у співпраці з постачальниками найсучаснішого обладнання та програмного забезпечення і ставати все більш доступними.

Вважаємо, що головними складовими успішного впровадження цифрових рішень у забезпечення безпеки праці є:

– Досвід впровадження унікальних технологій в галузі безпеки праці.

– Експертиза рішень у сфері охорони праці, збереження здоров'я, захисту середовища.

– Вдосконалення процесів управління, комунікації та обміну знаннями.

– Цифрові технології, взаємодія із постачальниками найсучаснішого обладнання та програмного забезпечення.

– Формування культури безпеки працівників, сприяння розвитку їх компетенцій.

Впровадження диджиталізації у систему управління охороною праці має включати такі умови:

1) Традиційні стаціонарні джерела тривожної і аварійної інформації (детектори, сигналізація, телекамери) слід доповнити мобільними роботизованими засобами моніторингу території (наземними і повітряними). Оскільки стан кожного елементу устаткування (вимкнено, увімкнено, холостий хід) може бути проконтрольовано цифровими технологіями, на підставі обробки таких даних можуть бути сформовані оперативні карти небезпечних зон. Також корисним стане впровадження засобів контролю за використанням ЗІЗ на основі систем технічного зору. Нові системи безпеки праці у вигляді сигнальних пристроїв, можуть «доповідати» про те, що працівник не використовує засоби захисту. Такі системи допомагають запобігти травматизму, гибелі на виробництві. Якщо працівник зняв каску, то у інженера з охорони праці спрацьовує сигнал, що саме цей співробітник зняв екіпіровку. Він відразу може відреагувати і вживати заходів, щоб усунути порушення.

2) Засоби навігації і зв'язку повинні забезпечувати безперервний моніторинг переміщень персоналу і мобільної техніки на основі технологій технічного зору і радіочастотної ідентифікації

(RFID) [15].

3) За допомогою хмарних технологій повинно бути передбачено створення оперативної карти небезпечних зон стосовно цифрової просторової моделі підприємства, багатокритерійний аналіз поточної ситуації, прогнозування можливої аварійної ситуації.

4) На рівні мобільних пристроїв слід розробити спеціальні засоби інформування персоналу. Концепція пристроїв «розумний шолом», «розумні окуляри» забезпечать оперативне відображення небезпечних зон, подачу попереджувального звукового сигналу при наближенні співробітника, вибір найбільш безпечного маршруту пересування.

Висновки

Труднощі з впровадженням інформаційних технологій ми бачимо у тому, що питання охорони праці носять міжгалузевий характер. Тому фахівці з безпеки праці мають найрізноманітніший досвід, але цей досвід рідко пов'язаний з цифровими технологіями, даними або статистикою, як у фахівців з фінансів або ІТ.

Різні нововведення, починаючи від автоматизації процесів і, закінчуючи розповсюдженням «польових» датчиків і переходом на прогнозу аналітику, дозволять працівникам та організаціям добитися значних покращень в області охорони праці, якщо їм вдасться скористатися перспективними можливостями.

У найближчі роки буде відбуватися поворот від пасивного моніторингу до конкретних рекомендацій, які будуть видавати людині програмні додатки. Дані про стан здоров'я працівників, що зібрані гаджетами, почнуть використовувати при оцінці виробничого ризику та страхуванні від професійних захворювань. Вже зараз є приклади апробування цих технологій для підвищення продуктивності праці і зниження травмування співробітників.

Розглянуті технології не з'являються і не використовуються порізно, зазвичай спостерігається взаємопов'язаний і комплексний, системний підхід. Прикладом синергії є підключені до мережі автомобілі, що збирають дані про водіїв, їх стан, поведінку (за допомогою різних датчиків, систем відеоспостереження, машинного зору), де і як використовується автомобіль, які проблеми виникають, як функціонують складові частини машини. Потім на основі зібраного масиву великих даних (BigData) створюються системи і сервіси – цифрові помічники водія, вбудовані в систему відображення інформації.

Всі перераховані вище інструменти впровадження цифрових технологій у модернізацію СУОП спрямовані, насамперед, на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі

трудової діяльності та зниження кількості нещасних випадків.

Література

1. Крайнюк, О.В. Підвищення безпеки виробництва за допомогою цифрових технологій / Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Богатов О.И. // *Theory, science and practice. Abstracts of III International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan.* – 2020. – PP. 421-423. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.
2. Романова, Л.О. Цифровые технологии в сфере охраны труда / Л.О. Романова // *Перспективы инновационного развития угольных регионов России: сб. трудов 7 междунар. науч.-практ. конф, Прокопьевск, 30 апр. 2020.* – Прокопьевск: фил. КузГТУ. – 2020. – С. 276-280.
3. Chen B., Wan J., Shu L., Li P., Mukherjee M., Yin B. “Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges” *IEEE Access*, volume 6, pp.6505-6518, 2018.
4. Тарасов, И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития / Тарасов И.В. // *Стратегии бизнеса.* – 2018. – №6 (50). – С. 57-62.
5. An annual overview of the Ukrainian tech investment industry [Електронний ресурс] // *A Ventures DealBook 2020.* – Режим доступу: <https://tech.liga.net/technology/novosti/investitsii-v-ukrainskiy-it-v-2019-m-prevysili-500-mln>.
6. Китляйн, Е. Спасительная автоматизация: современные тенденции в сфере охраны труда / Китляйн Е. // *Control Engineering Россия.* – 2019. – №2 (80). – С. 82-84.
7. Guda, V. K., Chablat, D., & Chevallereau, C. (2020). Safety in a human robot interactive: Application to haptic perception // *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Design and Interaction: 22nd International Conference on Human-Computer Interaction.* – 2020. – С. 562-581. doi:10.1007/978-3-030-49695-1_38
8. Bi, Z. M., Luo, M., Miao, Z., Zhang, B., Zhang, W. J., & Wang, L. (2020). Safety assurance mechanisms of collaborative robotic systems in manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67 doi:10.1016/j.rcim.2020.102022.
9. Швець, Н. Електронна форма трудового договору в контексті реформування законодавства про працю / Швець Н., Черняченко Д. // *Підприємство, господарство і право.* – 2019. – №1. – С. 84-89.
10. Stuja, K., Poszyvek G., Wolfel W., Markl E. (2018) “Integrated method for design and evaluation of safety and secure manufacturing systems”, *Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium*, pp.0157-0163.
11. Papa M., Kaselautzke D., Stuja K., Wolfel W. (2018) “Different safety certifiable concepts for mobile robots in industrial environments”, *Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium*, pp.0791-0800.
12. Papa M., Kaselautzke D., Radinger T., Stuja K. (2017) “Different safety certifiable concepts for mobile robots in industrial environments”, *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium*, pp.0981-0987.
13. Kuts V, Sarkans M., Otto T., Tahemaa T., (2017) “ Collaborative work between human and industrial robot in manufacturing by advanced safety monitoring system”, *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium*, pp.0996-1001.
14. Зубкова, Е.В. Совершенствование управления охраной труда на основе внедрения “умных” средств

индивидуальной защиты / Зубкова Е.В., Самарина В.П. // *Фундаментальные исследования.* – 2020. – №7. – С. 36-41.

15. Lu S., Xu C., Zhong R.Y., Wang L. A RFID-enabled positioning system in automated guided vehicle for smart factories // *Journal of Manufacturing Systems.* – 2017. – 44. – PP. 179-190.

References

1. Krainiuk O.V. Buts Yu.V. Bogatov O.Y. (2020) / Improving production safety with digital technologies // *Theory, science and practice. Abstracts of III International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan.* – 421–423. DOI: 10.46299/ISG.2020.II.III.
2. Romanova L.O. Digital technologies in the field of labor protection (2020). *Prospects for innovative development of coal regions of Russia: collection of articles. works of 7 international. scientific-practical conf, Prokopyevsk.* – 276–280.
3. Chen B., Wan J., Shu L., Li P., Mukherjee M., Yin B. Smart Factory of Industry 4.0: Key (2018). *Technologies, Application Case, and Challenges IEEE Access.* – 6. – 6505–6518.
4. Tarasov Y.V. Industry 4.0: concept, concepts, trends развития (2018). *Business strategies.* – №6 (50). – 57–62.
5. An annual overview of the Ukrainian tech investment industry (2020). *A Ventures DealBook.* – Retrieved from: <https://tech.liga.net/technology/novosti/investitsii-v-ukrainskiy-it-v-2019-m-prevysili-500-mln>.
6. Kytliain E. Rescue automation: current trends in occupational safety (2019). *Control Engineering Russian.* – 2019. – №2 (80). – С. 82–84.
7. Guda, V. K., Chablat, D., & Chevallereau, C. (2020). Safety in a human robot interactive: Application to haptic perception. *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Design and Interaction: 22nd International Conference on Human-Computer Interaction.* – 562-581. doi:10.1007/978-3-030-49695-1_38
8. Bi, Z. M., Luo, M., Miao, Z., Zhang, B., Zhang, W. J., & Wang, L. (2020). Safety assurance mechanisms of collaborative robotic systems in manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 67 doi:10.1016/j.rcim.2020.102022.
9. Shvets N. Cherniachenko D. Electronic form of employment contract in the context of labor law reform (2019). *Entrepreneurship, economy and law.* – №1. – С. 84–89.
10. Stuja, K., Poszyvek G., Wolfel W., Markl E. (2018) “Integrated method for design and evaluation of safety and secure manufacturing systems”, *Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium.* – 0157-0163.
11. Papa M., Kaselautzke D., Stuja K., Wolfel W. (2018) “Different safety certifiable concepts for mobile robots in industrial environments”, *Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium.* – 0791-0800.
12. Papa M., Kaselautzke D., Radinger T., Stuja K. (2017) “Different safety certifiable concepts for mobile robots in industrial environments”, *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium.* – 0981-0987.
13. Kuts V., Sarkans M., Otto T., Tahemaa T. (2017) “ Collaborative work between human and industrial robot in manufacturing by advanced safety monitoring system”, *Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium.* – 0996-1001.

14. Zubkova E.V. Samaryna V.P. Improving labor protection management through the introduction of "smart" personal protective equipment (2020). *Fundamental research*. – №7.– 36–41.

15. Lu S., Xu C., Zhong R.Y., Wang L. A RFID-enabled positioning system in automated guided vehicle for smart factories (2017). *Journal of Manufacturing Systems* 44.– 179–190.

Рецензент: д-р географічних наук, проф., проф. каф. екологічної безпеки та екологічної освіти О.М. Крайнюков, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 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: БУЦЮрїй Васильович
доктор технічних наук, доцент
Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця
E-mail – yurii.buts@hneu.net
ID ORCID: <https://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: ДІДЕНКО Наталя Вікторівна
кандидат технічних наук
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – nataly.v.didenko@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3318-438X>

PROSPECTS OF DIGITALIZATION IN THE FIELD OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

O.V. Krainiuk¹, Yu.V. Buts², V.V. Barbachin³, N.V. Didenko¹

¹Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

²Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine

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

The modern world is impossible to imagine without digital technologies that are implemented in all areas of activity, including helping to address occupational safety.

The purpose of this work was to consider the prospects and problems of implementation of information technology in the field of occupational safety, as well as ways to improve the use of digital technologies by health and safety professionals for more effective risk management and safety.

Digitalization (digitalization) in labor protection is a transformation of OSH, which involves the use of digital technologies to optimize management, increase company productivity and improve working conditions and reduce the number of occupational diseases and accidents. The main procedures of digitalization, which are implemented in the field of labor protection, are highlighted.

The main components of successful implementation of digital solutions in occupational safety are highlighted.

The conditions for the introduction of digitalization in the management system of labor protection are formed.

Various innovations, from process automation to the proliferation of field sensors and the transition to predictive analytics, will allow employees and organizations to make significant improvements in health and safety if they are able to take advantage of the opportunities that open up.

In the coming years, there will be a shift from passive monitoring to specific recommendations that will give people software applications. Gadget data collected by gadgets will be used to assess occupational risk and occupational disease insurance. There are already examples of testing these technologies to increase productivity and reduce employee injuries.

The considered technologies do not appear and are not used alone, the interconnected and complex, system approach is usually observed.

Thus, all the tools listed in the introduction of digital technologies in the modernization of occupational safety management contribute to reducing the number of accidents.

Keywords: digitalization, video surveillance system, electronic employment contract, personal protective equipment.