

© В.А. Цопа¹, С.І. Чеберячко^{2,3}, І.М. Луценко², О.В. Дерюгін²,
О.О. Шустов², Л.Д. Чеберячко²

¹ Приватний вищий навчальний заклад "Міжнародний інститут менеджменту (МІМ-Київ)", Київ, Україна

² Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

³ Технічний університет ТОВ "Метінвест Політехніка", Запоріжжя, Україна

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ РИЗИКАМИ ЗГІДНО ISO 31000:2018 ТА З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ ІНДУСТРІЇ 5.0

© V. Tsopa¹, S. Cheberiachko^{2,3}, I. Lutsenko², O. Deryugin²,
O. Shustov², L. Cheberiachko²

¹ MIM-Kyiv, Kyiv, Ukraine

² Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

³ Technical University "Metinvest Polytechnic" LLC, Zaporizhzhia, Ukraine

IMPROVING THE RISK MANAGEMENT PROCESS ACCORDING TO ISO 31000:2018 AND WITH THE IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 5.0 PRINCIPLES

Мета. Вдосконалення процесу з керування ризиками за стандартом ISO 31000:2018 з урахуванням принципів Індустрії 5.0.

Методика. Для досягнення поставленої мети був використаний метод індукції згідно з яким на підставі знань про окремі принципи з оцінювання ризиків, що наведені в стандарті ISO 31000:2018 зроблена спроба у їх переході до загального процесу оцінювання ризиків в Індустрії 5.0.

Результати. Проаналізовані принципи розбудови Індустрії 5.0 та принципи керування ризиками згідно ISO 31000:2018, що дозволило встановити їх синергетичні взаємозв'язки для підвищити результативності та дієвості керування ризиками небезпек за рахунок використання принципів Індустрії 5.0: віртуалізації, інтероперабельності та децентралізації. Виконано порівняння принципів керування ризиками з принципами Індустрії 5.0 для виявлення взаємозв'язків, які дозволять синергетично підвищити результативність і дієвість керування ризиками небезпек за рахунок використання принципів Індустрії 5.0, які значно розширяють можливості процесу керування ризиками. Розроблено рекомендації для удосконалення процесу керування з урахуванням принципів Індустрії 5.0, які створюють умови для обміну інформації між людиною і машиною на основі віртуального фабричного середовища, аналізу безпечності спілкування машини і людини через Інтернет речей та прийняття рішень щодо обґрунтування вибору захисних і запобіжних заходів штучним інтелектом не залежно від діяльності людини. Удосконалено процес керування ризиками за рахунок змін, які передбачають дослідження взаємодії між людиною і машиною.

Наукова новизна. Встановлені взаємозв'язки між існуючими принципами з керування ризиками за стандартом ISO 31000:2018 та принципами розбудови Індустрії 5.0, що дозволило вдосконалити процес керування.

Практична значимість. Полягає у аналізі основних етапів процесу керування ризиками в організації згідно з ISO 31000:2018 і концепції Індустрії 5.0, а також розробці рекомендацій щодо удосконалення процесу керування ризиками.

Ключові слова: принципи, ризик, здоров'я працівника, Індустрія 5.0.

Вступ. Світ стоїть на порозі чергової п'ятої промислової революції, яка з новими можливостями для розвитку промисловості. І хоча Індустрія 5.0, на відміну від Індустрії 4.0 характеризується людиноцентричністю, збереженням навколишнього середовища та соціальною користю, все ж таки виникає необхідність у напрацюванні нових та удосконалення існуючих принципів безпечної взаємодії між машиною і людиною для уникнення надзвичайних ситуацій, небезпечних подій чи інцидентів [1].

Для завчасної розробки превентивних та запобіжних заходів від небезпек широко застосовується процес оцінювання ризиків, який потребує структурованого підходу. Рекомендується застосовувати стандарти ISO 31000:2018 [1] та ISO 45001:2018 [2], в яких наведені принципи з управління ризиків, що базуються на циклі «Демінгу» [3].

Разом з тим, встановити всі необхідні складові процесу керування ризиками та заходи для своєчасного їх зменшення на промислових організаціях. Незважаючи на те, що всі зацікавлені сторони розуміють статус поточної ситуації для досягнення головної мети в кожній діяльності, часто виникають суперечливі ситуації з невідповідністю чи застарілістю принципів та структури керування ризиків в нових реаліях. Іншими словами, керування ризиками для забезпечення дієвого управління сучасною організацією, що динамічно розвивається потребує постійного пошуку нових емпіричних знань для забезпечення запобігання, готовності та своєчасного реагування на нові виклики і загрози. Звідси виникає актуальна задача з визначення відповідності існуючих принципів з керування ризиками з урахуванням принципів Індустрії 5.0.

Аналіз літературних джерел за темою дослідження. У роботі [4] на основі зібраної з різних джерел інформації, визначено та охарактеризовано шість груп методів з оцінювання ризику, які дозволяють виявити небезпечні події. При цьому автори намагались виділити найбільш універсальний метод, який би дозволяв проводити й ідентифікацію небезпек й оцінювання небезпечної події та дієвість запобіжних заходів. Разом з тим, автори не визначили можливість розвитку проаналізованих методів з оцінювання ризиків для оцінювання можливих нових загроз у зв'язку з постійним розвитком прогресу. Разом з тим, в іншій роботі [5] автори зазначили, що завдяки системному підходу процес управління ризиками можна постійно вдосконалювати для визначення альтернативних запобіжних заходів для зниження ймовірності небезпечних подій. Системний підхід дозволяє розглянути певний об'єкт, як цілісну множину елементів із сукупністю різних взаємозв'язків між ними. Змінюючи, один із елементів можна прослідити весь ланцюг змін системи в цілому. Звідси, виникає невирішена задача, що стосується наскільки запроваджені зміни дозволять отримати об'єктивний результат. Так, автори роботи [6] зазначають про необхідність розробки нових динамічних методів з оцінювання ризику соціально-економічних процесах, які характеризуються значним ступенем невизначеності. В роботі говориться про динамічне управління ризиками передбачає, що система (тобто цілі та спосіб оцінки

альтернативного майбутнього) буде постійно змінюватися в часі, що потребує постійного передбачення появи нових викликів. Втім, автори іншої роботи [7] говорять, що динамічне управління ризиком являється природним аспектом, який визначається як безперервний процес ідентифікації небезпеки та дій щодо усунення або зменшення ризику, моніторингу та перегляду в умовах оперативної події, що швидко змінюються. Однак, як відслідкувати ці зміни, наскільки часто потрібно переглядати запобіжні заходи, автори не вказують. Найбільшу складність з оцінювання ризиків представляють кіберфізичні системи, оскільки вони не тільки динамічно змінюються, а й постійно створюють нові непередбачувані загрози [8]. До загроз належать програми-вимагачі, ботнети, неправильна конфігурація хмари, атаки на веб-додатки та фішинг. Хмарні недоліки та помилки конфігурації, атаки на веб-додатки, бот-мережі: шкідливі боти, метою яких є крадіжка даних із веб-сайтів, розповсюдження спаму або завантаження шкідливого програмного забезпечення, також є серйозною проблемою [9]. При цьому існуючі моделі часто спрощують комунікаційний рівень [9], використовуючи часові статичні моделі, розглядаючи потенційні кібератаки просто як непередбачені випадки [10].

Огляд наукової літератури щодо управління ризиками та механізмів оцінювання ризиків дозволяє говорити, що вони зосереджені насамперед на дослідженні конкретного середовища і контексту [8–11]. Можна зазначити, що існуючі підходи для управління ризиками потребують певного удосконалення для визначення впливів від динамічних небезпек. Крім того, виникає задача із розробки відповідного інструментарію для оцінювання кіберфізичних небезпек, які мають певні відмінності від фізичних чи хімічних [12, 13].

Формулювання мети та задач дослідження. Вдосконалення процесу з керування ризиками за стандартом ISO 31000:2018 з урахуванням принципів Індустрії 5.0.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні **задачі дослідження**:

- проаналізувати принципи Індустрії 5.0
- проаналізувати принципи керування ризиками згідно ISO 31000:2018
- порівняти принципи керування ризиками з принципами Індустрії 5.0 для виявлення взаємозв'язків, які дозволять синергетично підвищити результативність і дієвість керування ризиками небезпек за рахунок використання принципів Індустрії 5.0;
- розробити рекомендації для удосконалення процесу керування з урахуванням принципів Індустрії 5.0.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети був використаний метод індукції згідно з яким на підставі знань про окремі принципи з оцінювання ризиків, що наведені в стандарті ISO 31000:2018 зроблена спроба у поєднанні з принципами Індустрії 5.0, на основі емпіричного пізнання, що дозволяє виявити нові факти і залежності. Сутність дослідження полягає в постановці та вирішенні задач технічної творчості шляхом застосування поширених

інформаційних баз, процедур обробки інформації та порядку їх виконання на основі використанні лінійної послідовності приписів, призначених для обробки інформації. Порядок дій такий: Попередня постановка задачі – дослідити небезпеки притаманні Індустрії 5.0, що передбачає з'ясування наявності необхідних ознак для забезпечення і підтримки керованого процесу гармонічних, закономірних, цілеспрямованих змін, основним результатом якого є економічне зростання та суспільний добробуту працівників. Далі досліджувались вимоги стандарту ISO 31000, як один із напрямків сталого розвитку людства; для виявлення необхідних ознак, які вказують на забезпечення функціонування системи із заданими параметрами в певних умовах протягом тривалого проміжку часу, з урахуванням гармонізації факторів виробництва та поліпшення якості життя працівників. На основі виявлених закономірностей відбувалось уточнення деталізація постановка задачі, що передбачає складання списку вимог до процесу оцінювання ризиків, які найбільше задовільняють сформовані принципам. Далі відбувався пошук нових ідей та рішень щодо удосконалення наявних процедур, які описані в стандарті.

Результати дослідження. Перелік основних принципів Індустрії 5,0 наведені в табл. 1. Їх аналіз дозволяє охарактеризувати Індустрію 5,0 як повністю автоматизоване виробництво, яке потребує управління в режимі реального часу з урахуванням мінливих зовнішніх умов на основі ризик орієнтованого підходу. При цьому наявні кіберфізичні системи, які створюють віртуальні копії об'єктів фізичного світу потребують для контролю над виробничими процесами та прийняття децентралізованих рішень динамічний та швидкий збір різних даних, їх аналіз та обробку для забезпечення стійкого розвитку організації. Це потребує створення відповідного інструментарію з ідентифікації загроз, небезпек чи невідповідностей для гнучкого оцінювання ризику, що дозволяє швидко опрацювати запити в реальному часі. Звідси виникає потреба у вирішенні декількох задач: підготовка кваліфікованих працівників з новими навичками для виявлення причинно-наслідкових зв'язків у складних і динамічних системах з використанням штучного інтелекту, які дозволять приймати ефективні управлінські рішення; створення нових запобіжних і захисних заходів для підвищення безпеки при експлуатації кіберфізичних систем; розробка етичних цінностей взаємодії людини і штучного інтелекту, щодо упередженості та дискримінації працівників.

Також в Індустрії 5.0 з'являється новий рівень взаємодії між людиною і машиною, що потребує абсолютно іншої стратегії з безпеки праці, яка передбачає формування людоцентричного підходу [14]. Тобто виникає потреба в оцінюванні впливу небезпек, які притаманні Індустрії 5.0 не тільки на фізичне, а й психічне та духовне здоров'я людини. В останньому, іноді виділяють соціальну складову, яка характеризує взаємозв'язок між людьми, відношення до навколишнього середовища [15]. Тоді як духовна складова здоров'я – характеризується стійкістю духу, жагою до життя і творчості, прагненням до пізнання, самопізнання, самовдосконалення [16].

Таблиця 1

Зміст принципів Індустрії 5.0

Принцип	Зміст принципу
Принцип 1 Ризикорієнтований	Здатність забезпечити процеси управління ризиками в системах управління на основі прогнозування та запобігання несприятливим наслідкам для бізнесу.
Принцип 2 Віртуалізації	Здатність в режимі реального часу збирати та аналізувати дані, які необхідні для створення віртуального фабричного середовища
Принцип 3 Інтероперабельний (сумісність)	Здатність машин і людей підключатися та спілкуватися один з одним через Інтернет речей (IoT), а потім використовувати одержану інформацію для вдосконалення
Принцип 4 Швидкий	Здатність успішно адаптуватися до внутрішніх та зовнішніх змін, що дозволяє швидко створення та розгортання нових програм.
Принцип 5 Гнучкий	Здатність приймати та реалізовувати рішення на основі створення віртуальних моделей або цифрових двійників фізичних активів і процесів не залежно від людини.
Принцип 6 Стійкий	Здатність проектування Industry 5.0, яка б могла легко адаптуватися до створення позитивних змін на основі передових технологій аналітики.
Принцип 7 Людиноцентричний	Здатність вимірювати ефективність і результативність систем на основі добробуту, стійкості та загальної сталості
Принцип 8 Модульний	Здатність проектування систем і процесів, які легко інтегруються, модифікуються та масштабуються

Наступною задачею являється аналіз принципів керування ризиками, які наведені в табл. 2. Їх аналіз дозволяє з'ясувати, що дієвість процесу керування ризиками залежить від:

- інтегрування, коли керування ризиками є невід'ємною частиною діяльності організації.
- застосування структурованого і комплексного підходу, що приводить до узгоджуваних і порівнянних результатів;
- адаптованості, співвідношення структури і процесу керування ризиками відповідно до зовнішнього і внутрішнього середовища організації, пов'язаного з її завданнями;
- інклюзивності, своєчасного залучення зацікавлених сторін для вираховування їх різних поглядів і думок на поточну ситуацію;
- динамічності, зміни, ризиків залежно від зовнішньої і внутрішньої чинників;
- своєчасній інформативності, для достовірності прогнозного розвитку ситуації;
- людиноцентричності;
- постійного поліпшення.

Зміст принципів керування ризиками за стандартом ISO 31000:2018

Принцип	Зміст принципу
Принцип 1. Інтегрування управління ризиками	Структура менеджменту ризику повинна бути реалізована шляхом інтеграції її компонентів у загальну систему менеджменту та у процес прийняття рішень організації, незалежно від того, чи є система менеджменту організації документованою чи ні, при цьому процес управління ризиком має бути невід'ємною частиною дій, що створюють ризик.
Принцип 2. Структурований та всеосяжний ризик	Послідовний підхід до управління ризиком у процесі прийняття рішення допомагає забезпечити ефективність роботи та створює атмосферу довіри та успіху в організації, для цього необхідно застосування організаційних методів, які дозволяють враховувати ризик, пов'язаний з усіма прийнятими рішеннями, та використовувати послідовні критерії ризику, пов'язані з досягненням цілей організації та відповідністю сфери застосування її діяльності.
Принцип 3. Адаптований	Менеджмент ризику повинен враховувати особливості організації та задовольняти її потреби, що потребує дослідження впливу багатьох аспектів, включаючи розмір, культуру, сферу діяльності, конфігурацію та стиль управління організації.
Принцип 4. Інклюзивний	Ефективність та підвищення достовірності менеджменту ризику потребує залучення всіх зацікавлених сторін для створення процесу консультацій та обміну інформацією; звідси виникає можливість всебічного розгляду проблеми, пов'язаної з конфіденційністю, безпекою та приватним життям.
Принцип 5. Динамічний	Процеси управління ризиком мають бути розроблені з урахуванням динаміки змін організації (наприклад, швидкості зміни). Організація повинна проводити аналіз своїх методів управління ризиком, щоб забезпечити їхню безперервну результативність при реагуванні на зміни.
Принцип 6. Заснований на найкращій доступній інформації	Достовірність оцінки ризику залежить, частково, від якості та прецизійності критеріїв ризику. Збір сучасних даних, пов'язаних із ризиком може допомогти статистичному прогнозуванню.
Принцип 7. Що враховує людські та культурні фактори	Цей принцип допомагає врахувати уявлення та потреби зацікавлених осіб. При цьому необхідно розуміти, що на такі уявлення та потреби можуть впливати соціальні, культурні та інші характеристики.
Принцип 8. Постійно покращувань	Удосконалений процес менеджменту ризику, який ґрунтується на оцінці ризику прийнятих рішень, може допомогти знизити невизначеність у досягненні цілей, мінімізувати мінливість та підвищити адаптивність організації.

Таблиця 3

Аналіз доповнення принципів керування ризиками принципами Індустрії 5.0

Принципи керування ризиками	Принципи Індустрії 5.0	В чому полягає відповідність
Принцип 1. Інтегрування управління ризиками	Принцип 8 Модульність	Здатність прийняття рішень організації на основі управління ризиками, які легко інтегруються, модифікуються та масштабуються
Принцип 2. Структурований та всеосяжний ризик	Принцип 1 Ризикорієнтований	Здатність забезпечити процеси управління ризиками для п прогнозного розвитку ситуації з урахуванням
Принцип 3. Адаптований	Принцип 5 Гнучкий	Здатність приймати та реалізовувати рішення на основі створення віртуальних моделей або цифрових двійників фізичних активів і процесів.
Принцип 4. Інклюзивний	Принцип 5 Гнучкий	Здатність приймати та реалізовувати рішення на основі створення віртуальних моделей або цифрових двійників фізичних активів і процесів.
Принцип 5. Динамічний	Принцип 4 Швидкий	Здатність успішно адаптуватися до внутрішніх та зовнішніх змін,
Принцип 6. Заснований на найкращій доступній інформації	Принцип 2 Віртуалізації	Здатність в режимі реального часу збирати та аналізувати дані, які необхідні для створення віртуального робочого середовища
	Принцип 3 Інтероперабельність (сумісність)	Здатність машин і людей підключатися та спілкуватися один з одним через Інтернет речей (IoT)
Принцип 7. Що враховує людські та культурні фактори	Принцип 7 Людиноцентричний	Здатність вираховування різних поглядів і думок на поточну ситуацію
Принцип 8. Постійно покращувань	Принцип 6 Стійкий	Здатність проектування Industry 5.0, яка б могла легко адаптуватися до створення позитивних змін на основі передових технологій аналітики.

Основною задачею управління ризиками являється забезпечення раціонального розподілу ресурсами організації, забезпечення дієвого процесу прийняття рішень для досягнення цілей організації з мінімальними матеріальними збитками.

Застосування вище зазначених принципів дозволяє забезпечити стійкість організації через адаптацію до мінливих умов; швидке досягнення поставлених цілей на основі проактивного підходу з вирішення потенційних проблем; а також створення потужної системи контролю за організаційними активами (цілі, процеси, звіти) через швидке вживання заходів для зменшення ризиків.

Порівнюючи принципи керування ризиками та принципи на яких базується Індустрія 5.0 бачимо, що існує необхідність у їх синергії для розробки процесу керування ризиками в організаціях із застосуванням штучного інтелекту (табл. 3). Виходячи з проведеного аналізу бачимо, що процес керування ризиками загалом відповідає принципам Індустрії 5,0 через врахування людських та культурних чинників, виявлення впливів на поведінку працівників, постійне поліпшення, динамічності аналізу даних та їх адаптованості. Крім того, принцип інтегрування ризиками дозволяє забезпечити модульність проектування систем і процесів в організаціях.

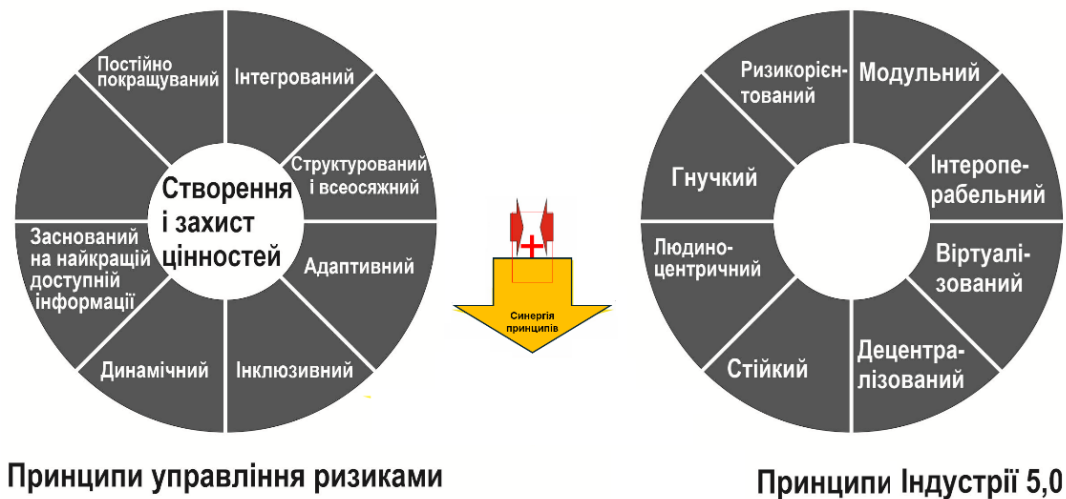


Рис. Взаємозв'язок між принципами керування ризиками і Індустрії 5.0 для створення процесу керування ризиками

Також, необхідно зазначити принцип інклюзивної для керування ризиками, який можна представити як створення індивідуального підходу до кожного робочого місця, специфіки виконання завдання кожним працівником. Цікаво, що принцип динамічності, загалом відповідає принципу швидкий в Індустрії 5, через виявлення змінних чинників при оцінюванні ризиків, що дозволяє адаптуватися до внутрішніх та зовнішніх змін. Разом з тим, виникає відсутність подібних принципів при керування ризиками – віртуалізації, інтероперабельності та децентралізації що потребує розробки відповідних додаткових кроків (див. рис.).

Звідси вдосконалений процес керування ризиками передбачає додавання на етапі обміну інформації між людиною і машиною для створення віртуального робочого середовища. На другому етапі визначення ситуації виникає потреба у аналізі безпечності спілкування машини і людини через Інтернет речей. На четвертому етапі вплив на ризик необхідно розглянути можливість децентралізації обґрунтування вибору захисних і запобіжних заходів штучним інтелектом, який самостійно проводить вибір найбільш відповідного варіанту (варіантів) впливу на ризик включає зіставлення витрат, зусиль і недоліків реалізації обраного способу впливу з вигодами, які отримують завдяки досягненню цілей впливу на ризик. Відповідність етапів вдосконаленого процесу керування ризиками відповідно до принципів Індустрії 5.0 і ISO 31000:2018 наведена в табл. 4.

Обговорювання результатів дослідження. Цифрову трансформацію та інновації в Індустрії 5,0 слід розуміти не лише з точки зору людоцентрованого підходу при використанні технологій (хмарні обчислення, віртуальна та доповнена реальність, блокчейн), ай як шлях переходу до сталого розвитку [17, 18]. Це потребує формування нових підходів до оцінювання ризиків, які б враховували різні впливи технологій на життя і здоров'я людини.

Оцінюючи ризик у відповідності ISO 31000:2018 потрібно розглянути поточну ситуацію, виявити внутрішні і зовнішні небезпечні чинники середовища, які можуть збільшити ймовірність небезпечної події. Але у зв'язку появою людоцентричного підходу, виникає необхідність розробити критерії оцінювання згаданих груп небезпечних чинників на важкість наслідків не тільки для фізичного здоров'я, ай психічного, соціального і навіть духовного.

Зазначемо, що загальні загрози, які притаманні кіберфізичним системам потребують пошуку системних рішень для захисту людини її персональних даних в цифрових середовищах. Це створює необхідність аналізу взаємодії людини і машини, особливо для з'ясування втрат конфіденційності працівника через доступність даних, посилення ментального навантаження на людину через взаємодію з роботами і збільшення відповідальності, краудсорсинг, або розподілена співпраця, або відкритий аутсорсинг завдань та інше.

Таблиця 4

Відповідність етапів процесу керування ризиками відповідно до принципів Індустрії 5.0 і ISO 31000:2018

Етап	Мета етапу	Принципи Індустрія 5.0
1. Обмін інформацією та консультування між людиною і машиною	Метою обміну інформацією та консультування є сприяння зацікавленим сторонам у розумінні ризику, основи для прийняття рішень і причин, у зв'язку з якими потрібні певні дії, а також створення віртуального робочого середовища.	Принцип 2 Віртуалізації Принцип 7 Людиноцентричний
2. Визначення ситуації (контексту) між людиною і машиною	Метою визначення контексту є адаптація процесу керування ризиками, що забезпечує результативність та ефективність оцінки ризику і відповідний вплив на ризик від небезпек Індустрії 5.0 в тому числі з визначення безпечності спілкування машини і людини через Інтернет речей	Принцип 3 Інтероперабельність (сумісність)
3. Оцінка ризику	Оцінка ризику – це сукупний процес ідентифікації, аналізу та оцінювання ризику небезпеки на основі встановлення ймовірності настання небезпечної події від зовнішніх і внутрішніх небезпечних чинників, а також на важкість наслідків для фізичного, психічного, соціального та духовного здоров'я людини.	Принцип 1 Ризикорієнтований Принцип 8 Модульність Принцип 4 Швидкий
4. Вплив на ризик	Мета впливу на ризик полягає у виборі і застосуванні ризик-варіантів впливу на ризик. Вплив на ризик являє собою ітеративний процес: визначення і вибору варіантів впливу на ризик; планування і виконання впливу на ризик; оцінки ефективності такого впливу; прийняття рішення про прийнятність залишкового ризику; подальшого впливу в разі, якщо ризик не прийнятний.	Принцип 6 Стійкий Принцип 5 Гнучкий
5. Моніторинг і перевірка	Мета моніторингу та перевірки полягає в забезпеченні та підвищенні якості та ефективності розробки, реалізації та результатів постійного моніторингу та періодичних перевірок.	Принцип 2 Віртуалізації
6. Документування та звітність з керування ризиками	Документування результатів и надання зворотного зв'язку.	Принцип 2 Віртуалізації
7. Перегляд карт ризиків періодично чи при суттєвих змінах в робочому середовищі	Результати перегляду карти ризиків мають бути частиною діяльності щодо загального управління організацією, оцінки результативності.	Принцип 6 Стійкий Принцип 5 Гнучкий
8. Перегляд самої процедури процесу керування ризиками	Документування результатів аудитів процесу керування ризиків надання зворотного зв'язку з поліпшення процесу керування ризиками.	Принцип 1 Ризикорієнтований Принцип 8 Модульність Принцип 4 Швидкий

Звідси виникає потреба в удосконаленні існуючого інструментарію керування ризиками. Принаймні розробки нового процесу з ідентифікації небезпек і небезпечних чинників в кіберфізичних мережах, де без спеціальних інструментів загрози виявити складно. Виникає потреба у в інтелектуальному управлінні за допомогою алгоритмів на основі збору значної кількості різних даних, які надають відповідні індикатори [13]. Відмітимо, що для забезпечення результативності процесу керування ризиком можливо представити штучному інтелекту самостійно в таких системах приймати рішення щодо застосування запобіжних заходів, а для контролю за цим процесом створити умовами для віртуалізації виробничого простору. Разом з тим, з'являються нові виклики пов'язані з нестабільністю, непередбачуваністю і невизначеністю у роботі організацій через не розуміння функціонування роботи штучного інтелекту [12]. Наприклад, передача завдань традиційно виконувалися працівниками або постачальниками, залишаючи їм відповідальність за велику групу процесів, в Індустрії 5.0 за це буде відповідати нейронна мережа, результативність необхідно контролювати. При цьому, вона піддається крадіжкам технологій, оцифрованих робочих систем і технологічних рішень.

Включення цифровізації в Індустрії 5.0 пропонує нові можливості для інновацій, які дозволяють контролювати різні виробничі процеси. Разом тим, соціальна і духовна сфера взаємодії людини і машини потребує отримання нових знань та розробки нейрокогнітивних комп'ютерних технологій, які дозволять всебічно оцінювати різні аспекти впливу на здоров'я працівників в інтелектуальних середовищах, при взаємодії зі штучним інтелектом [19, 20]. Звідси виникає також необхідність у розробці програм з адаптації індивідуальної складової кожного працівника, наприклад, підбір методів навчання, виходячи із розвитку розумових здібностей людини [21].

Додатковим питанням розбудови Індустрії 5.0 являється визначення впливу на різні рівні здоров'я людини [22] інтеграції різних систем управління якістю, охороною навколишнього середовища, енергоефективністю, безпекою праці, безпекою дорожнього руху, що потребує визначення критеріїв для створення інтелектуальних інформаційних панелей різних елементів, які дозволять забезпечити необхідний рівень профілактики травматизму і професійних захворювань.

Вбачаємо, що саме формування профілактичної, зрілої культура безпеки та її інтеграція з принципами Індустрії 5.0» являється ключовим елемент створення складних та інтелектуальних моделей для оцінювання ризиків в соціально-технічних кіберфізичних системах. Це потребує розробки політики та оновлення законодавства у сфері безпеки праці, які дозволять врахувати зміни цифровізації, віртуалізації, циклічності й ефективності, а також оцінити впливи не тільки на фізичне і психічне здоров'я людини.

Отже, необхідно розвивати різні інституції за змінювати ставлення до включення цифровізації в політику, стратегію, управління та правила з безпеки праці.

Висновки. Проаналізовані принципи розбудови Індустрії 5.0 та принципи керування ризиками згідно ISO 31000:2018, що дозволило встановити їх синергетичні взаємозв'язки для підвищити результативності та дієвості керування ризиками небезпек за рахунок використання принципів Індустрії 5.0: віртуалізації, інтегрованості та децентралізації.

Розроблені рекомендації для удосконалення процесу керування з урахуванням принципів Індустрії 5.0, які створюють умови для обміну інформації між людиною і машиною на основі віртуального робочого середовища, аналізу безпечності спілкування машини і людини через Інтернет речей та прийняття рішень щодо обґрунтування вибору захисних і запобіжних заходів штучним інтелектом не залежно від діяльності людини.

Перелік посилань

1. *Standard ISO 31000:2018. Risk Management Guidelines.* (2018). <https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html>
2. *Standard ISO/IEC 31010:2019. Risk Management—Risk Assessment Techniques.* (2019). <https://www.iso.org/standard/72140.html>
3. Filippetti A., Gkotsis P., Vezzani A., & Zinilli A. (2019). How to survive an economic crisis? Lessons from the innovation profiles of EU regions. *Seville, Spain: European Commission.* <https://iri.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/contentype/publication/reports/1568800248/How%20to%20survive%20an%20economic%20crisis.pdf>
4. Folch-Calvo, M., Brocal-Fernández, F., González-Gaya, C., & Sebastián, M.A. (2020). Analysis and Characterization of Risk Methodologies Applied to Industrial Parks. *Sustainability, 12*, 7294. <https://doi.org/10.3390/su12187294>
5. Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 3*, 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.006>
6. Akundi, A., Euresi, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., & Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0 - Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation, 5*(1), 27. <https://doi.org/10.3390/asi5010027>
7. Zizic, M.C., Mladineo, M., Gjeldum, N., & Celent, L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies, 15*(14), 5221. <https://doi.org/10.3390/en15145221>
8. Golovianko, M., Terziyan, V., Branytskyi, V., & Malyk, D. (2023). Industry 4.0 vs. Industry 5.0: Co-existence, Transition, or a Hybrid. *Procedia Computer Science, 217*, 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.206>
9. Gladysz, B., Tran, T.a., Romero, D., van Erp, T., Abonyi, J., & Ruppert, T. (2023). Current development on the Operator 4.0 and transition towards the Operator 5.0: A systematic literature review in light of Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems, 70*, 160–185. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.07.008>
10. Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: Human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing, 11*, 40. <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>
11. Wang, B., Zhou, H., Li, X., Yang, G., Zheng, P., Song, C., Yuan, Y., Wuest, T., Yang, H., & Wang, L. (2024). Human Digital Twin in the context of Industry 5.0. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 85*, 102626. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2023.102626>
12. Sindhvani, R., Afridi, S., Kumar, A., Banaitis, A., Luthra, S., & Singh, P.L. (2022). Can industry 5.0 revolutionize the wave of resilience and social value creation? A multi-criteria framework to analyze enablers. *Technology in Society, 68*, 101887. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101887>

13. Longo, F., Padovano, A., & Umbrello, S. (2020). Value-Oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: A Human-Centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Applied Sciences*, 10(12), 4182. <https://doi.org/10.3390/app10124182>
14. Crombez, G. (2022). Introduction to Volume 8: Health Psychology. *Comprehensive Clinical Psychology (Second Edition)*, lvii-lviii. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818697-8.02008-2>
15. Lutgendorf, S.K., & Costanzo, E.S. (2003). Psychoneuroimmunology and health psychology: An integrative model. *Brain, Behavior, and Immunity*, 17(4), 225–232. [https://doi.org/10.1016/S0889-1591\(03\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0889-1591(03)00033-3)
16. Adib-Hajbaghery, M., & Faraji, M. (2015). Comparison of Happiness and Spiritual Well-Being among the Community Dwelling Elderly and those who Lived in Sanitariums. *International Journal of Community Based Nursing and Midwifery*, 3(3), 216–226. <https://europepmc.org/article/med/26171410>
17. Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Mubarak, M.F., Mubarik, M., Rejeb, A., Nilashi, M. (2022). Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716–737. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.003>
18. Grabowska, S., Saniuk, S. & Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: improving humanization and sustainability of Industry 4.0. *Scientometrics*, 127, 3117–3144. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04370-1>
19. Moroa, S., Cauchick-Miguela, P., de Sousa-Zomerb, T., & de Sousa Mendesc, G. (2023). Design of a sustainable electric vehicle sharing business model in the Brazilian context. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 14, 147161. <http://ijiemjournal.uns.ac.rs/>
20. Jankovic-Zugic, A., Medic, N., Pavlovic, M., Todorovic, T., & Rakic, S. (2023). Servitization 4.0 as a Trigger for Sustainable Business: Evidence from Automotive Digital Supply Chain. *Sustainability*, 15(3), 2217. <https://doi.org/10.3390/su15032217>
21. Sofic, A., Rakic, S., Pezzotta, G., Markoski, B., Arioli, V., & Marjanovic, U. (2022). Smart and Resilient Transformation of Manufacturing Firms. *Processes*, 10(12), 2674. <https://doi.org/10.3390/pr10122674>
22. Dave, D.M. (2023). Advancing Resilience and Agility in Manufacturing through Industry 5.0: A Review of Digitization, Automation, and Advanced Analytics. *International Journal of New Technology and Research*, 9, 5–12. <http://dx.doi.org/10.31871/IJNTR.9.6.22>

ABSTRACT

Purpose. Improving the risk management process according to the ISO 31000:2018 standard, taking into account the principles of Industry 5.0.

The methods. To achieve the goal, the induction method was used, according to which, on the basis of knowledge about the individual principles of risk assessment given in the ISO 31000:2018 standard, an attempt was made to transfer them to the general process of risk assessment in Industry 5.0.

Findings. The principles of Industry 5.0 development and risk management principles according to ISO 31000:2018 were analyzed, which made it possible to establish their synergistic relationships to increase the effectiveness and efficiency of hazard risk management through the use of Industry 5.0 principles: virtualization, interoperability, and decentralization. A comparison of risk management principles with Industry 5.0 principles was made to identify relationships that will synergistically increase the effectiveness and efficiency of hazard risk management through the use of Industry 5.0 principles, which will significantly expand the capabilities of the risk management process. Recommendations have been developed to improve the management process taking into account the principles of Industry 5.0, which create conditions for the exchange of information between man and machine based on a virtual factory environment, analysis of the safety of machine-human communication via the Internet of Things, and decision-making on substantiating the choice of protective and

preventive measures by artificial intelligence, regardless of human activity. The risk management process has been improved through changes that involve the study of human-machine interaction.

The originality. Relationships were established between the existing risk management principles according to the ISO 31000:2018 standard and the principles of developing Industry 5.0, which allowed us to improve the management process.

Practical implementation. The practical implementation lies in the analysis of the main stages of the development and implementation of the risk management structure in the organization according to ISO 31000:2018.

Keywords: *principles, risk, employee health, Industry 5.0.*