

РОЗДІЛ 5. ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА УПРАВЛІННЯ ОСВІТОЮ

ІНДУСТРІЯ 5.0 ТА ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ:
КОНЦЕПЦІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВИКЛИКИ МАЙБУТНЬОГОINDUSTRY 5.0 AND THE TRANSFORMATION OF HIGHER EDUCATION:
CONCEPTS, APPLICATIONS AND CHALLENGES OF THE FUTURE

Стаття присвячена одній з актуальних проблем сьогодення, а саме трансформації вищої освіти в контексті індустрії 5.0. Індустрія 5.0 – це нова хвиля промислової еволюції, що продовжує та поглиблює ідеї, започатковані Індустрією 4.0, але орієнтована на соціальний добробут та ефективну співпрацю між людиною та машинами. Основним акцентом Індустрії 5.0 є не тільки автоматизація та технологічна досконалість, але й персоналізація. Це включає інтеграцію штучного інтелекту, робототехніки та цифрових технологій з урахуванням інтересів суспільства, захисту довкілля та індивідуальних потреб. Таким чином, Індустрія 5.0 представляє собою не просто технічний прогрес, але й соціально-економічну трансформацію, що робить технології доступними для всіх, підвищує якість життя та сприяє гармонійному розвитку людства.

У сфері вищої освіти ця нова індустріальна парадигма вимагає докорінного перегляду підходів до навчання та передачі знань. Виникає необхідність глибшої інтеграції між наукою та практикою, розширення міждисциплінарного підходу та створення умов для розвитку інноваційних навичок у студентів. Ця стаття досліджує вплив Індустрії 5.0 на вищу освіту, зосереджуючись на ключових концепціях, застосуваннях та викликах, які можуть виникнути в майбутньому.

Фокус проведеного аналізу зосереджений на основних напрямках трансформації освіти в контексті Індустрії 5.0. Авторами були визначені базові виклики у сфері вищої освіти, які характерні для трансформаційного періоду від Індустрії 4.0 до Індустрії 5.0., зокрема значні інвестиції в інфраструктуру, навчальні матеріали та підвищення кваліфікації викладачів, а також суттєве переосмислення, щоб відповідати новим вимогам ринку праці.

Таким чином, трансформація освітньої системи повинна бути спрямована на підготовку нових поколінь до майбутнього, де людські та технологічні ресурси працюватимуть в унісон, сприяючи сталому розвитку та добробуту всього суспільства.

Ключові слова: Індустрія 4.0, Індустрія 5.0, вища освіта, штучний інтелект, цифровізація.

The article is devoted to one of the most pressing issues of our time, namely the transformation of higher education in the context of Industry 5.0. Industry 5.0 is a new wave of industrial evolution that continues and deepens the ideas launched by Industry 4.0, but focuses on more human and socially-oriented cooperation between humans and machines. The main focus of Industry 5.0 is not only automation and technological sophistication, but also personalization. This includes the integration of artificial intelligence, robotics, and digital technologies, taking into account the interests of society, environmental protection, and individual needs. Thus, Industry 5.0 is not just a technological advancement, but also a socio-economic transformation that makes technology accessible to all, improves the quality of life and contributes to the harmonious development of humanity.

In the field of education, this new industrial paradigm requires a fundamental revision of approaches to learning and knowledge transfer. There is a need for deeper integration between science and practice, expanding interdisciplinary approaches, and creating conditions for students to develop innovative skills. This article explores the intersection of Industry 5.0 and education, focusing on key concepts, applications, and challenges that may arise in the future.

The analysis focuses on the main directions of education transformation in the context of Industry 5.0. The authors have identified the main challenges that are characteristic of the transformation period from Industry 4.0 to Industry 5.0, including significant investments in infrastructure, teaching materials and teacher training, as well as a significant rethinking to meet the new requirements of the labor market.

Thus, the transformation of the educational system should be aimed at preparing new generations for a future where human and technological resources work in unison, contributing to the sustainable development and well-being of the entire society.

Key words: Industry 4.0, Industry 5.0, higher education, artificial intelligence, digitalization.

УДК 378.14

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/75.45>

Школьник І.А.,

докт. екон. наук,
професор кафедри фінансових
технологій і підприємництва
Сумського державного університету

Люта О.В.,

канд. екон. наук,
доцент кафедри фінансових технологій
і підприємництва
Сумського державного університету

Дейнека О.В.,

канд. екон. наук,
доцент кафедри фінансових технологій
і підприємництва
Сумського державного університету

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Глобальні зміни клімату, пандемія COVID-19, військові дії кардинально порушують рівновагу світового середовища, змінюючи політичний та економічний ландшафт і створюючи підґрунтя для фундаментальних змін у політиці, економіці та освіті. Окрім того, сучасний світ також змінюється під впливом трансформаційних технологічних процесів, які суттєво впливають на економічну та

соціальну реальність. Стрімкий розвиток нових технологій створив підґрунтя для переходу від Індустрії 4.0 до Індустрії 5.0.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема переходу від Індустрії 4.0 до Індустрії 5.0, а також трансформації освіти, в тому числі вищої, в контексті цих процесів розглядається на сьогоднішній день в численних публікаціях, як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. Зокрема

В. В. Россоха [6] наголошує на тому, що п'ята промислова революція передбачає синергію між людським інтелектом і творчими здібностями з можливостями машин. Ця концепція відображає зміну парадигми, коли людський фактор стає не менш важливим, ніж технології, а їх співпраця веде до більшої продуктивності та інноваційності. Саме ця синергія стає ключовим аспектом у розвитку як промисловості, так і освіти.

Такої ж думки дотримуються і Y. Supriya та колектив авторів [4], які пропонують акцентувати увагу на тому, що Індустрія 5.0 дозволяє ефективну співпрацю з передовими технологіями та зацікавленими сторонами в освітньому секторі для забезпечення ефективності та результативності процесу викладання та навчання в усіх сферах, зокрема таких як: медичній освіті, інженерній освіті та навчанні на виробництві. Окрім того, трансформації в освіті, пов'язані із переходом до Індустрії 5.0 дозволяють також підвищити якість дистанційної освіти.

Al-Emran, M., Al-Sharafi, M.A. [1] досліджують співпрацю між технологіями, викладачами та студентами у контексті Індустрії 5.0. Їхній підхід базується на тому, що ця співпраця дозволяє підвищити ефективність процесу навчання. За допомогою новітніх технологій студенти отримують можливість більше інтерактивно і персоналізовано підходити до процесу здобуття знань, а викладачі можуть краще адаптувати навчальні програми під потреби кожного студента.

Н. Бахмат [2] робить акцент на інтеграції штучного інтелекту в систему вищої освіти. Вона розглядає це як поворотний момент у процесі навчання і викладання, що охоплює адаптацію освітніх програм, розвиток технологічної інфраструктури, підвищення кваліфікації викладачів, а також інноваційні ініціативи у співпраці з промисловістю. Цей процес дозволяє підвищити якість освіти, роблячи її більш гнучкою та актуальною для сучасного ринку праці.

С. Бушуєв та колектив співавторів [3] підтверджують важливість адаптації освітніх програм і готовності викладачів до використання нових технологій, а також підкреслюють значення інновацій та співпраці з промисловістю. Вони зазначають, що успішна інтеграція Індустрії 5.0 в освіту залежить від багатьох чинників, включаючи дослідницькі ініціативи та відповідні зміни в освітній інфраструктурі.

П. Саух та І. Саух [7] звертають увагу на те, що перехід до п'ятої промислової революції потребує не лише технічних змін, але й розробки адаптивних стратегій для пом'якшення соціально-економічних наслідків. Вони підкреслюють, що необхідно забезпечити конкурентоспроможність освітніх систем у європейському та світовому контекстах, а також виховати нове покоління молоді, здатне

адаптуватися до змін на ринку праці, володіючи компетенціями для навчання протягом життя.

Таким чином, проведений аналіз свідчить про те, що в літературних джерелах висвітлюється широкий спектр аспектів, пов'язаних з інтеграцією Індустрії 5.0 в освіту.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сьогоднішній день у наукових дослідженнях переважно висвітлюються питання позитивних змін у суспільстві, пов'язаних із переходом до Індустрії 5.0, а також звертають увагу на необхідні трансформації у системі вищої освіти. Проте поряд із позитивними наслідками, система вищої освіти може зіткнутися із рядом викликів, які потребують більш глибокого дослідження. Одним із ключових викликів є недостатній рівень фінансування, що вимагає пошуку нових джерел фінансових ресурсів. Важливим аспектом також є готовність викладачів до роботи в нових умовах, що вимагає суттєвого підвищення кваліфікації та удосконалення підходів до викладання. Окрім цього, викликом стає і необхідність радикальних змін у освітніх курсах, які повинні швидко адаптуватися до нових компетенцій, затребуваних на ринку праці Індустрії 5.0. Проблематика забезпечення конфіденційності даних та кібербезпеки в цифровому освітньому середовищі залишається недостатньо дослідженою, хоча вона є критичною у контексті постійного зростання використання технологій у навчанні. Питання академічної доброчесності використання штучного інтелекту в освіті також потребує значної уваги науковців. Саме тому, детальний аналіз цих питань є надзвичайно актуальним на шляху успішної адаптації вищої освіти до нової індустріальної епохи.

Метою статті є дослідження впливу Індустрії 5.0 на систему вищої освіти, аналізі основних концепцій та інноваційних підходів, які можуть бути впроваджені в освітній процес, а також основних викликів щодо трансформації вищої освіти в контексті впровадження глобальних технологічних змін.

Виклад основного матеріалу. При цьому, необхідно звернути увагу на те, що зміна моделі суспільства відбувається дуже швидкими темпами: та охоплює не тисячоліття, як на аграрному етапі, не століття, як на індустріальному, а всього кілька десятиків років.

Індустрія 5.0 або п'ята промислова революція – це концепція, яка прагне поєднати людські здібності, передові технології та турботу про екологію. Характерною ознакою Індустрії 4.0 є те, що людська праця замінюється автоматизованими технологіями, штучним інтелектом і якщо її головною метою є отримання найбільшої вигоди та підвищення ефективності, то Індустрія 5.0 прагне повернути людські, соціальні та екологічні аспекти у виробництво (рис. 1).

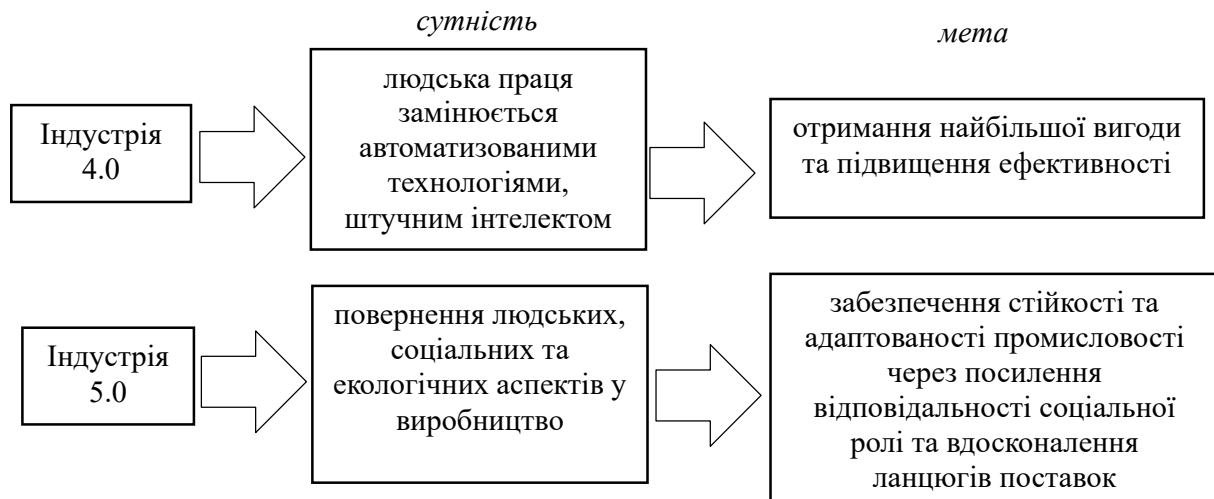


Рис. 1. Порівняльні характеристики Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0

Європейська комісія розглядає Індустрію 5.0 як можливість для промисловості стати стійкішою та більш адаптованою через посилення відповідальності своєї соціальної ролі та вдосконалення ланцюгів поставок. Таким чином, Індустрія 5.0 не замінює Індустрію 4.0, а покращує і доповнює її, акцентуючи увагу на досягненні цілей сталого розвитку, стійкості та «зеленого переходу».

Характерні ознаки Індустрії 5.0 наведені на рис. 2.

Слід зазначити, що в умовах Індустрії 5.0 передбачається, що робота працівників буде зосереджена на виконанні інтелектуальних завдань, що потребують критичного мислення та креативних рішень. В той же час, складні завдання, що потребують швидкого вирішення, а також небезпечні операції будуть автоматизовані. Тому, під впливом Індустрії 5.0 відбувається зміна виробничої ролі фахівців, яка передбачає:

- глибоке розуміння роботи роботів та їх взаємодії з людьми;
- моделювання людського фактору та взаємодії людини з машиною;

- досвід роботи в галузі робототехніки, штучного інтелекту;
- знання у галузі обчислень для управління виробничими процесами та захисту навколишнього середовища, зменшення забруднення та утворення відходів;
- прийняття рішень щодо залучення або вилучення роботів з навколишнього середовища/виробничого цеху для досягнення оптимальної продуктивності та ефективності [6].

Таким чином, на сьогоднішній день діяльність закладів вищої освіти має бути спрямована на підготовку висококваліфікованих кадрів нової форми, знання та навички яких дозволяють забезпечити ефективно поєднання людської праці, інноваційних технологій та штучного інтелекту (ШІ). Досягнення цього завдання можливе лише через впровадження змін, спрямованих на трансформацію освітнього процесу.

Ключові структурні елементи освітнього процесу, що потребуватимуть змін в контексті переходу до Індустрії 5.0 наведені в таблиці 1.

Проте, необхідно зазначити, що трансформація вищої освіти в контексті переходу до Індустрії

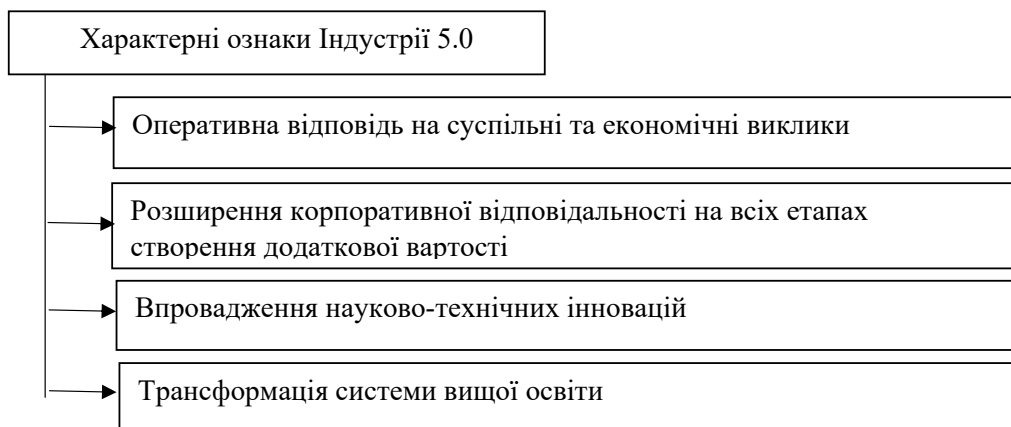


Рис. 2. Характерні ознаки Індустрії 5.0

Характеристика структурних елементів освітнього процесу, що потребуватимуть змін в контексті переходу до Індустрії 5.0

Елементи освітнього процесу	Складові	Результат впровадження
Технічне забезпечення освітнього процесу	Інтеграція ШІ	допомагає оптимізувати процеси, підвищувати продуктивність та створювати інтелектуальні рішення
	Мережеві технології	дозволяє забезпечувати швидкий обмін даними, синхронізацію процесів та моніторинг обладнання
	Hardware	забезпечують технічну інфраструктуру та програмні засоби для ефективно організації навчання, взаємодії викладачів і студентів, а також доступу до цифрових ресурсів
	Software	
	Надійні інструменти аналізу даних	забезпечує швидке оброблення швидко обробляти і аналізувати дані дозволяє приймати точні рішення, передбачати несправності або оптимізувати процеси
Дизайн силабусів	Розробка курсів, присвячених ШІ	забезпечує надання студентам базових та поглиблених знань з машинного навчання, обробки даних, автоматизації процесів і створення інтелектуальних систем
	Інтеграція концепцій ШІ в освітні компоненти	дозволяє студентам застосовувати знання про ШІ у різних галузях та розуміти, як штучний інтелект може допомогти оптимізувати процеси і покращити рішення в реальному світі
	Відповідність освітньому стандарту	забезпечує співставний рівень підготовки студентів і дозволяє їм успішно інтегруватися в глобальну економіку
	Цілі навчання	забезпечує підготовку фахівців, здатних не лише користуватися інструментами AI, але й розвивати та впроваджувати нові інноваційні рішення
Трансформація навчального середовища	Студентосуб'єктність	дозволяє: оцінити цінність отриманих знань, освітньої програми тощо. прогнозувати рівень ризику для кожного студента з врахуванням спеціальності, розкладу занять, оцінок та відгуків викладачів. формувані індивідуальні стратегії (індивідуальні освітні траєкторії); здійснювати управління навчанням студентів, включаючи аналітику навчання, послідовність навчальних програм, тощо
	Інтелектуальні навчальні помічники	забезпечує надання допомоги у навчанні студентів в режимі реального часу із застосуванням чат-ботів та віртуальних помічників
	Адаптивне тестування	створює завдання за допомогою ШІ, що відповідають рівню знань студента, забезпечуючи більш точне оцінювання його результатів навчання
	Аналіз успішності здобувачів	дозволяє проводити аналіз академічного прогресу студентів, емоцій щодо навчання, здійснювати індивідуальне та групове оцінювання
	Автоматизація поточної роботи	дозволяє генерувати інноваційні інтегровані навчальні матеріали, такі як інтерактивні лекційні, практичні та лабораторні заняття, мультимедійні презентації та відеокурси
	Імерсивні технології	дозволяють створювати віртуальні симулятори, де майбутні фахівці можуть відпрацьовувати практичні навички в різних ситуаціях
	Розробка мобільних додатків	допомагає оволодіти цифровими навичками та адаптуватися до світу технологій, які швидко змінюються
Дослідження і інновації	Міждисциплінарні дослідження	дозволяє об'єднати знання з різних галузей для розробки комплексних рішень, які відповідають на виклики взаємодії людини та технологій, сталого розвитку та соціального добробуту
	Пояснюваний ШІ	сприятиме розумінню процесів прийняття рішень ШІ, що дозволить зміцнити довіру до нього та вирішити проблеми щодо упередженості використання
	Надійні системи оцінювання роботи ШІ	дозволяє підвищити точність та надійність не тільки з точки зору технічних показників, але й точки зору соціального, етичного та економічного впливу через створення комплексних систем оцінки результатів роботи ШІ
	Сприяти відкритим науковим практикам	сприятиме розширенню спілкування між дослідниками та забезпечуватиме комунікацію із суспільством в цілому за рахунок відкритого доступу до результатів досліджень, наукових публікацій програмного забезпечення тощо

Складено авторами на основі [2], [3], [5]

5.0 може бути пов'язана з низкою викликів, які стосуються різних аспектів організації освітнього процесу (рис. 3).

Слід зазначити, що трансформація вищої освіти в умовах Індустрії 5.0 вимагає від закладів вищої освіти значних інвестиційних ресурсів. Основні потреби у фінансуванні пов'язані, перш за все, із впровадженням нових технологій, розробкою нових освітніх курсів, підтримкою викладачів та студентів. Крім того, в університетах необхідно оновлювати інфраструктуру для інтеграції штучного інтелекту, автоматизації, Інтернету речей та інших цифрових інструментів. Це, в свою чергу, вимагає значних витрат на програмне забезпечення, сервери, сенсори та інші технологічні рішення. Для забезпечення ефективної підготовки студентів до потреб Індустрії 5.0 необхідно створювати та оновлювати освітні курси, додатково залучати експертів, впроваджувати науково-дослідні проекти, що, в свою чергу, також потребує додаткового фінансування. Дефіцит фінансових ресурсів, для більшості закладів вищої освіти може спричинити затримку впровадження необхідних змін і технологічних рішень. А тому, одним із варіантів подолання цього виклику може стати успішне партнерство з приватним сектором і міжнародна фінансова допомога.

Викладачі, які відіграють ключову роль у трансформації вищої освіти, також стикаються з необхідністю своєчасної адаптації до нових вимог, що пов'язані з впровадженням Індустрії 5.0. Перш за все вони мають бути готовими до впровадження нових технологій, інтеграції у освітній процес інноваційних методів навчання, активної участі у дослідженнях. Крім того, викладачі повинні бути ознайомлені з принципами функціонування штучного інтелекту, великих даних, машинного навчання

та інших інноваційних технологій. Недостатній професійний розвиток може призвести до відставання у якості освіти і неспроможності викладачів ефективно передати студентам сучасні знання. Це вимагає спільних зусиль як з боку менеджменту університету, так і з боку науково-педагогічних працівників.

Вагомим викликом, що постає перед закладами вищої освіти, є готовність студентів до активної роботи зі штучним інтелектом, який стає невід'ємною частиною Індустрії 5.0. Основними напрямками для вирішення даної проблеми є забезпечення студентів доступом до сучасних технологій як в частині обладнання, так і до відповідних навчальних матеріалів. Крім того, студенти повинні вміти критично аналізувати дані, працювати з алгоритмами ШІ і розуміти етичні аспекти його застосування. Для цього важливо впроваджувати освітні курси, які будуть не лише вчити використанню ШІ, але й навичкам інноваційного мислення. В даних умовах особливого значення набувають формування у студентів soft skills, зокрема в частині володіння адаптаційними навичками та гнучкістю у навчанні.

Недостатня готовність студентів до роботи з новітніми технологіями може сповільнити їх професійний розвиток і знизити їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Тому, в студенти в колаборації з викладачами та за підтримки керівництва університету мають бути професійно та психологічно готовими до динамічних вимог нової індустріальної революції.

Слід також звернути увагу на той факт, що використання штучного інтелекту та великих обсягів даних в освітньому процесі тісно пов'язане із питанням про захист персональних даних як здобувачів вищої освіти, так і викладачів. Важливими

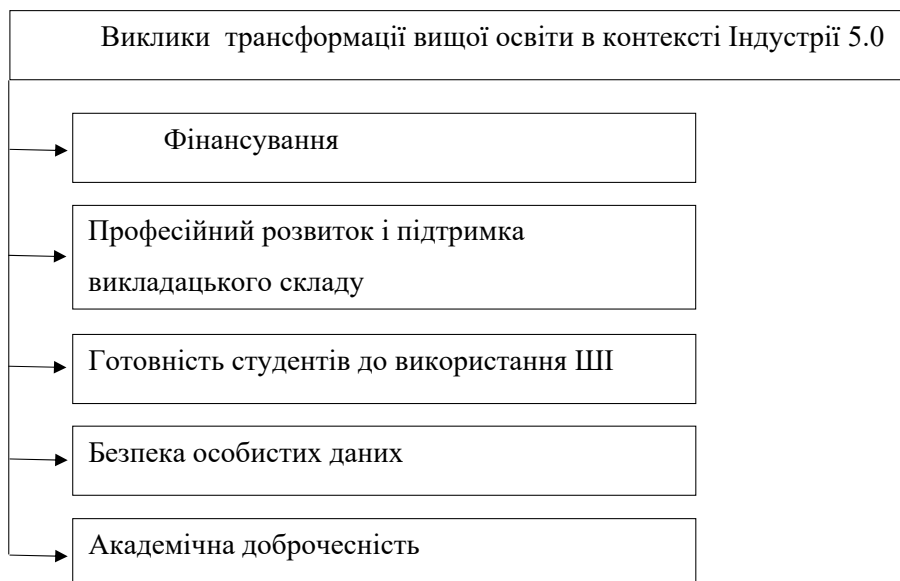


Рис. 3. Виклики трансформації вищої освіти в контексті Індустрії 5.0

аспектами при цьому є конфіденційність інформації та етичні питання. Так, використання хмарних технологій, аналітики даних і онлайн-систем навчання вимагає чіткого дотримання законодавства щодо захисту особистих даних (наприклад, GDPR). Тому, надзвичайно важливо своєчасно вжити необхідні заходи, що спрямовані на забезпечення безпеки даних з метою уникнення їх витоку або зловживання.

Недосконалість питань безпеки даних може підірвати довіру до університетських систем і завадити впровадженню нових технологій, а тому перед менеджментом університету саме питання безпеки мають стати одними із першочергових для вирішення.

Таким чином, стрімкий розвиток Індустрії 5.0, що характеризується співпрацею людини та машин, а також інтелектуальною автоматизацією, потребує суттєвих змін в освітньому ландшафті та спільних зусиль з боку влади, керівництва університетів, викладачів та студентів.

Висновки. Отже, Індустрія 5.0 передбачає ефективного поєднання людських ресурсів, інноваційних технологій та штучного інтелекту. Це вимагає зміни підходів до підготовки фахівців нової формації, знання та навички яких відповідатимуть потребам нової індустріальної революції. Основними аспектами, що потребують трансформації є технічне забезпечення освітнього процесу, дизайн силабусів, освітнє середовище, а також сфера наукових досліджень та інновацій. Успішна реалізація основних принципів Індустрії 5.0 у вищій освіті можлива за умови подолання викликів, які перш за все пов'язані із необхідністю пошуку значних фінансових ресурсів, здатністю викладачів до впровадження інноваційних методів навчання та викладання, гнучкістю та адаптованістю студентів до мінливих умов, забезпеченням безпеки баз даних із конфіденційною інформацією, етичністю у використанні штучного

інтелекту та академічною доброчесністю всіх учасників освітнього процесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Al-Emran, M., Al-Sharafi, M.A. Revolutionizing Education with Industry 5.0: challenges and future research agendas. *International Journal of Information Technology*, 2022. 6(3), 1–5. URL: <http://surl.li/arygfa>
2. Bakhmat N. Artificial intelligence in higher education: possibilities of using. Collection of research papers «Pedagogical Education: Theory and Practice», 2024, p. 161–173 <https://doi.org/10.32626/2309-9763.2023-161-173>
3. Bushuyev S., Bushuyeva N., Kozlov V., Chernova O. & Liashchenko, T. Development Maturity of Educational Institutions in Industry 5.0: An Evaluation Framework. *Management of Development of Complex Systems*, 2024. 58, P. 110–118, <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.110-118>.
4. Y. Supriya et al. Industry 5.0 in Smart Education: Concepts, Applications, Challenges, Opportunities, and Future Directions. in *IEEE Access*, vol. 12, pp. 81938-81967, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3401473.
5. Коломієць А.М. Кушнір О.І. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 2024. 70, С. 45–57. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
6. Россоха В. В. Парадигма «Індустрії 5.0» як чинник формування нових освітніх та професійних компетенцій. *Нові компетенції для Індустрії 5.0 та управління даними для закладів вищої освіти* : збірник матеріалів круглого столу / під заг. ред. Храпкіної В. В., Пічик К. В. Київ : НаУКМА, 2023. С. 108–111. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/ec4401ff-6571-4312-821b-4ad78f49a935/content>
7. Саух, П.Ю., Саух, І.В. «Суспільство 5.0». архітектоніка освіти в умовах п'ятої промислової революції: виклики та перспективи. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 5(2), 1–7. URL: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5223>