

РОЗВИТОК ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

©2023 Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С., Ілляшенко Н. С.

УДК 378.4:331.5:338.4:004
JEL: I29; J21; O15; O33

Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С., Ілляшенко Н. С. Розвиток закладів вищої освіти в умовах четвертої промислової революції

Метою статті є визначення та систематизація перспективних напрямів і проблем розвитку закладів вищої освіти в умовах четвертої промислової революції (ПР4.0) з урахуванням впливу її основних технологій і створюваних на їх базі інновацій на ринок праці та систему підготовки кадрів. За результатами аналізу відповідно до запропонованої послідовності процедур (технології; створені на їх базі інновації; наслідки їх впровадження; впливи на ринок праці та систему підготовки кадрів) визначено і систематизовано можливості та загрози розвитку закладів вищої освіти, що спричинені впровадженням технологій ПР4.0. З їх урахуванням визначено перспективні напрями розвитку закладів вищої освіти, окреслено проблеми їх реалізації. Виконано систематизацію виділених напрямів за спонукальними причинами, що створюють умови для їх реалізації. Запропоновано принципову схему функціонування закладу вищої освіти в умовах ПР4.0 як самокерованої системи, яка за аналогією з промисловими підприємствами дозволяє об'єднати за допомогою технологій ПР4.0 в єдиний комплекс: людський потенціал (персонал і осіб, що навчаються); ресурсний потенціал (матеріальні та нематеріальні ресурси); процеси (наукові, навчальні та допоміжні) тощо. Розглянуто практичні аспекти використання передовими університетами України сприятливих можливостей інноваційного розвитку на базі технологій ПР4.0. Отримані результати в сукупності поглиблюють засадничі аспекти інноваційного менеджменту закладу вищої освіти в частині вдосконалення підходу до формування методологічної бази організаційно-економічного механізму управління стратегіями його інноваційного розвитку в умовах ПР4.0. Подальші дослідження мають бути спрямованими на розроблення методичних підходів до управління за формалізованими процедурами вибором і реалізацією стратегій інноваційного розвитку закладів вищої освіти в умовах ПР4.0, яка стрімко набирає силу.

Ключові слова: університет, економічний розвиток, ринок праці, четверта промислова революція, інформаційно-комунікаційні технології

Рис.: 2. **Табл.:** 1. **Бібл.:** 18.

Ілляшенко Сергій Миколайович – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки бізнесу і міжнародних економічних відносин, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна), доктор габілітований, професор Економіко-гуманітарного університету (WSEH) (вул. Сікорського, 4, м. Бельсько-Бяла, 43-300, Польща)

E-mail: Illiasenko.s@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5484-9788>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1712837>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=41261363300>

Шипуліна Юлія Сергіївна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри маркетингу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна)

E-mail: shipulina.j@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8133-578X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/A-5020-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56294042800>

Ілляшенко Наталя Сергіївна – доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри бізнес-економіки і адміністрування, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка (вул. Роменська, 87, Суми, 40002, Україна)

E-mail: nat.illiasenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1426-1215>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/H-5728-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216819878>

UDC 378.4:331.5:338.4:004

JEL: I29; J21; O15; O33

Illiasenko S. M., Shypulina Yu. S., Illiasenko N. S. The Development of Higher Education Institutions in the Context of the Fourth Industrial Revolution

The purpose of the article is to identify and systematize promising directions and problems of development of higher education institutions in the context of the fourth industrial revolution (IR4.0), taking into account the influence of its main technologies and the innovations created on their basis for both the labor market and the personnel training system. According to the results of the carried out analysis, in accordance with the proposed sequence of procedures (technologies; innovations created on their basis; consequences of their introduction; impacts on the labor market and the personnel training system), the possibilities and threats to the development of higher education institutions caused by the introduction of IR4.0 technologies are identified and systematized. Taking account of them, promising directions for the development of higher education institutions are defined, the problems of their implementation are outlined. A systematization of the selected directions is carried out according to the incentives that create conditions for their implementation. A schematic diagram of the functioning of a higher education institution in the conditions of IR4.0 as a self-managed system is proposed, which, by analogy with industrial enterprises, allows combining with the help of IR4.0 technologies into a single complex the following: human potential (staff and students); resource potential (tangible and intangible resources); processes (scientific, educational and auxiliary), etc. The practical aspects of using favorable opportunities for innovative development based on IR4.0 technologies by leading universities of Ukraine are considered. The obtained results together deepen the fundamental aspects of innovative management of a higher education institution in terms of improving the approach to the formation of the methodological base of the organizational and economic mechanism for managing strategies for its innovative development in the context of IR4.0. Further research should be aimed at developing methodological approaches to management according to formalized procedures for the selection and implementation of strategies for the innovative development of higher education institutions in the context of IR4.0, which is rapidly gaining strength.

Keywords: university, economic development, labor market, fourth industrial revolution, information and communication technologies

Fig.: 2. **Tabl.:** 1. **Bibl.:** 18.

Illiashenko Sergii M. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Business Economics and International Economic Relations, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine), Dr. Hab., Professor, University of Economics and Humanities (4 Sikorskogo Str., Bielsko-Biala, 43-300, Poland)

E-mail: illiashenko.s@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5484-9788>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1712837>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=41261363300>

Shypulina Yuliia S. – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Marketing, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (2 Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: shipulina.j@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8133-578X>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/A-5020-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56294042800>

Illiashenko Nataliia S. – D. Sc. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business Economics and Administration, Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko (87 Romenska Str., Sumy, 40002, Ukraine)

E-mail: nat.illiashenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1426-1215>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/H-5728-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216819878>

Світова практика свідчить, що четверта промислова революція (ПР4.0) ініціює радикальні зміни практично в усіх сферах людської діяльності. Її характерною рисою є об'єднання в єдині самокеровані системи інтелекту людини, інформаційних комп'ютерних технологій (ІКТ), автоматизованого виробництва [17]. На їх базі створюються інноваційні технології, які активно впроваджуються у промисловості, сфері послуг, побуті, державному, регіональному та місцевому управлінні тощо [3]. Нові технології потребують нових знань і навичок як товаровиробників і надавачів послуг, так і їх споживачів. Їх наявні знання та навички швидко старіють і стають незатребуваними, необхідна їх актуалізація. За цих умов виникає необхідність у перманентному оновленні напрямів і спеціальностей підготовки фахівців, актуалізації їх знань і умінь, особливо в галузі вищої освіти. У цьому контексті ІКТ ПР4.0 надають нові можливості щодо організації та змісту навчального процесу закладів вищої освіти (ЗВО), сприяють підвищенню його якості, формують умови оперативної зміни профілю підготовки/перепідготовки фахівців актуальних професій.

Таким чином, ПР4.0 безпосередньо впливає на ринки праці, діяльність ЗВО та систему вищої освіти в цілому. Аналіз множини різноманітних впливів дозволяє обґрунтовано обирати стратегії розвитку ЗВО, підвищити їх конкурентоспроможність на вітчизняному та міжнародних ринках науково-освітніх послуг в умовах технологічних трансформацій, спричинених ПР4.0. Відповідно, актуалізується проблема аналізу впливу ПР4.0 на ринок праці та систему підготовки фахівців з вищою освітою, визначення на цій основі перспективних напрямів науково-освітньої діяльності, а також окреслення існуючих проблем їх реалізації. Розв'язання цієї проблеми дозволить цілеспрямовано управляти науково-освітньою діяльніс-

тю ЗВО як важливих елементів інфраструктурного забезпечення інноваційного розвитку національної економіки в умовах ПР4.0.

Вплив ПР4.0 на ринок праці та систему підготовки кадрів досліджувався в роботах науковців багатьох країн. Зокрема, в роботі [15] показано, що ПР4.0 впливає на всі сектори економіки та соціальну систему країни. Основну увагу приділено аналізу впливу ПР4.0 на робочу силу й обґрунтуванню необхідності її перекваліфікації в нових умовах. На основі експертної оцінки, із залученням лідерів бізнесу, співробітників університетів, урядових чиновників тощо окреслено основні проблеми кадрового забезпечення національних економік в умовах ПР4.0 і визначено нові напрями підготовки фахівців.

У роботі [7] досліджено проблеми трансформації ринку трудових ресурсів в умовах ПР4.0, виконано прогнозування появи нових професій і відмирання низки існуючих. Відзначено зростання попиту на фахівців з навичками роботи в умовах цифровізації, окреслено компетенції, які необхідні фахівцям нових професій. Отримані результати дослідження можуть бути використаними для внесення коректив у напрями і технології підготовки фахівців, орієнтованих на умови ПР4.0.

У публікації [14] окреслено напрями впливу ПР4.0 на вищу освіту В'єтнаму, які стосуються: навчального процесу, навчальних програм і методів навчання, вступу на навчання, університетського середовища тощо. Запропоновано рекомендації стосовно розвитку системи вищої освіти В'єтнаму в умовах ПР4.0 у розрізі: університетів, команди менеджерів і викладачів, студентів.

Автори роботи [10] аналізують можливості та загрози для вищої освіти Південної Африки, спричинені ПР4.0. Ними виділено основні проблеми адап-

тації вищої освіти до нових умов: недостатнє фінансування, нерозвинена інфраструктура, недостатня готовність викладачів. Запропоновано заходи державної підтримки для вирішення існуючих проблем розвитку вищої освіти в умовах ПР.0.

У праці [8] запропоновано нову концепцію «університет 4.0», яка орієнтована на діяльність університету в умовах ПР4.0. Ця концепція передбачає об'єднання в єдину систему трьох підсистем: викладачів, навчально-допоміжний персонал і студентів; ІКТ; процес навчання. Запропоновано впровадити автоматизацію процесу навчання за аналогією з виробництвом, що базується на ІКТ ПР4.0. Стверджується, що це дозволить впровадити сучасні цифрові та педагогічні інновації, підвищити якість навчального процесу, адаптувати його до умов ПР4.0.

У статті [12] розглянуто теоретичні аспекти використання технологій ПР4.0 як платформи для реалізації ідеалів позитивних змін у постколоніальній південноафриканській системі вищої освіти.

У роботі [13] виконано порівняльний аналіз розвитку системи вищої освіти в Україні та Алжирі. Зокрема розглянуто дисбаланси масової освіти, які зводяться до низького рівня підготовки випускників, орієнтації на застарілі концепції розвитку, що не відповідають вимогам ПР4.0. Запропоновано науково обґрунтований підхід до вибору оптимальної стратегії усунення існуючих дисбалансів у сфері вищої освіти країн, що розвиваються, у руслі ПР4.0.

У публікації [18] висвітлено основні виклики освітнього середовища стосовно ПР4.0. Розглянуто вплив трансформацій, спричинених симбіозом людини і машини, на формування нової парадигми освітнього середовища. Розглядаються основні перетворення в системі освіти, спрямовані на реалізацію людського капіталу в умовах ПР4.0, зокрема: формування нових навичок; розвиток креативності; розвиток адаптивних здатностей до змін навколишнього середовища тощо.

У роботі [16] розглянуто проблему мобільності студентів в умовах ПР4.0 з позицій структури корисності їх витрат на навчання за кордоном. Вплив ПР4.0 на мобільність аналізується за допомогою запропонованої теоретико-економічної моделі. Показано, що збільшення глобального обсягу знань збільшує попит на навчання за кордоном. При цьому швидке старіння знань і відносно висока вартість навчання за кордоном знижують попит. Як спосіб вирішення проблеми запропоновано розвивати навички студентів, необхідні для роботи, які машини не в змозі виконати.

В [11] розглянуто управління інформацією як спосіб підвищення конкурентоспроможності університетів Індонезії в умовах ПР4.0. Проаналізовано проблеми університетів, спричинені ПР4.0. Для їх вирішення запропоновано використовувати ІКТ ПР4.0, які використовуються у промисловості.

У роботі [1] розглянуто сутність змін парадигми вищої освіти під впливом ПР4.0. Виявлено основні тенденції зміни розвитку сучасної вищої освіти в умовах мережевої економіки і ПР4.0.

Автори роботи [2] досліджують вплив цифровізації на функціонування ринку праці, зниження ризику дисбалансу професій, адаптацію персоналу організацій різних галузей до інноваційних векторів розвитку економіки.

У монографії [6] розкрито роль вищої освіти в системі формування універсальних компетенцій, необхідних працівникам в умовах ПР4.0. Розглянуто вплив матеріального та віртуального середовища на університет і університетську освіту.

Результати аналізу літературних джерел свідчать, що в них досліджено низку важливих аспектів впливу ПР4.0 на систему вищої освіти різних країн. Визначено як позитивні аспекти, які сприяють розвитку, так і проблемні, що несуть йому загрози. Розроблено ряд пропозицій стосовно використання технологій і підходів ПР4.0 у навчальному процесі ЗВО. Запропоновано заходи щодо вдосконалення системи вищої освіти на державному рівні для її адаптації до вимог ПР4.0. Проте практично відсутнє визначення та систематизація перспектив і проблем розвитку ЗВО, спричинених упровадженням ІКТ ПР4.0 в різних галузях людської діяльності, що впливає на ринок праці та систему вищої освіти. Це ускладнює розроблення стратегій розвитку ЗВО, які дозволяють їм успішно конкурувати на ринку науково-освітніх послуг в умовах ПР4.0.

Метою статті є визначення та систематизація перспективних напрямів і проблем розвитку закладів вищої освіти в умовах четвертої промислової революції з урахуванням впливу її основних технологій і створюваних на їх базі інновацій на ринок праці та систему підготовки кадрів.

Для досягнення поставленої мети було використано такі *методи дослідження*: літературний аналіз і метод логічного узагальнення – для окреслення набору основних ІКТ ПР4.0, створених на їх основі інновацій, визначення їх позитивних і негативних впливів на різні сфери людської діяльності. Метод синтезу – при побудові структурної моделі дослідження, а також при розробленні схеми функціонування ЗВО на базі ІКТ ПР4.0. Літературний і системно-структурний аналіз – для визначення впливів основних ІКТ ПР4.0 і створюваних на їх основі інновацій на ринок праці та систему підготовки кадрів, визначення перспектив і проблем розвитку ЗВО в умовах ПР4.

Спираючись на результати аналізу сутності основних ІКТ ПР4.0, створених на їх основі інновацій і практики їх впровадження в різних сферах людської діяльності, визначено характер і напрямки впливу ІКТ ПР4.0 на ці сфери. Враховуючи тематику дослідження, особливу увагу було приділено аналізу тен-

денцій розвитку ринку трудових ресурсів, оскільки вони безпосередньо впливають на сферу вищої освіти. Структурно-логічну схему дослідження наведено на рис. 1.

Розглянемо далі зміст процедур аналізу, виконаного згідно зі схемою на рис. 1, та їх результати.

1. Сукупність технологій «промисловий інтернет речей», «предикативна аналітика (big data)», «хмарні обчислення», «машинне навчання» надають можливість управління виробничими процесами в реальному масштабі часу, що дозволяє створювати заводи-автомати, які через Інтернет взаємодіють зі своїми економічними контрагентами. Позитивним результатом є зниження собівартості, підвищення продуктивності, адаптивне виробництво та логістика, кастомізація продукції тощо. Негативним – поглиблення технологічної й економічної нерівності країн, зникнення традиційних професій і поява нових.

Для системи вищої освіти негативним є необхідність оперативної зміни напрямів і спеціальностей підготовки фахівців, формування відповідного кадрового потенціалу ЗВО, їх матеріальної та інформаційної бази, трансформації системи управління відповідно до умов ПР4.0. Позитивним є можливість посилення ринкових позицій ЗВО та їх виходу на позиції лідерів ринку стосовно нових напрямів і спеціальностей підготовки.

2. Технологія «адитивного виробництва» (3D-друку) знаходить широке впровадження в різних сферах діяльності: машинобудуванні, будівництві, медицині, військовій сфері тощо. Її перевагами є зниження собівартості та підвищення продуктивності виробництва, адаптивність. Особливо актуальною вона є для дрібносерійного й одиничного виробництва. Проте наслідком її широкого впровадження є радикальні трансформації виробництв, галузей, ринків тощо. Це супроводжується втратами актуальності існуючих

професій і виникненням нових. Впливи на сферу вищої освіти аналогічні зазначеним у п. 1.

3. Технології «доповненої реальності» та «цифрове клонування виробів» дозволяють створювати голографічні зображення та цифрові копії об'єктів, які можна вивчати, випробовувати й удосконалювати. Вони дозволяють різко підвищити оперативність, продуктивність і якість проектування та випробування різноманітних об'єктів. Проте впровадження зазначених технологій спричиняє функціональне і технологічне безробіття, зникнення традиційних професій і потреби в нових. Впливи на сферу вищої освіти аналогічні п. 1, проте до них слід додати: зростання попиту на перепідготовку та перекваліфікацію фахівців; можливість створення на базі розглянутих технологій віртуальних тренажерів, створення цифрових (голографічних) аналогів об'єктів, які вивчають чи проектують студенти, проведення їх віртуальних випробувань тощо.

4. Сукупне використання зазначених у пп. 1–3 технологій дозволяє створювати технологічні, організаційні, управлінські та інші інновації в різних сферах людської діяльності. Серед них: паралельне моделювання бізнес-процесів у віртуальній і фізичній реальності, що дозволяє оперативно їх оптимізувати; горизонтальна та вертикальна інтеграція бізнес-процесів, яка дозволяє узгоджувати їх взаємодію; застосування в управлінні штучного інтелекту, що надає можливість підвищити швидкість реагування, якість і об'єктивність управлінських рішень тощо. Впровадження зазначених інновацій різко прискорить технологічні зміни, що забезпечить зростання економіки, підвищення якості життя, підвищення попиту на креативних творчих фахівців (загострення протиріччя між талантом і посередністю). Однак це потребуватиме зміни форм і видів бізнесу, організаційних структур управління і форм організації праці, впровадження нових форм трудових відносин, зміни потреб щодо фахової підготовки персоналу тощо.

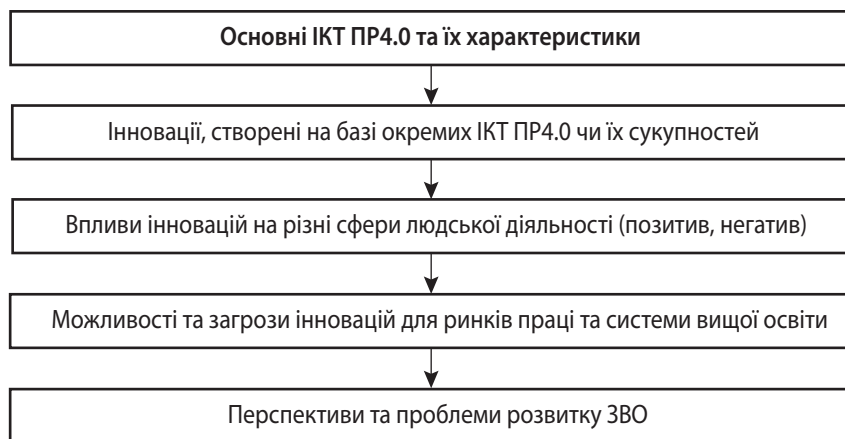


Рис. 1. Структурно-логічна схема дослідження впливу ІКТ ПР4.0 на розвиток ЗВО

Джерело: авторська розробка.

Впливи на систему вищої освіти аналогічні зазначеним у пп. 1–3.

Узагальнення результатів аналізу, виконане з позицій систематизації перспектив і проблем розвитку ЗВО в умовах ПР4.0, наведено в *табл. 1*.

Спираючись на результати виконаного відповідно до схеми на рис. 1 аналізу, наведеного в *табл. 1*, а також розвиваючи розглянуту в аналізі літературних джерел концепцію «університет 4.0» [8], зроблено висновок про можливість на рівні окремого ЗВО об'єднати за допомогою ІКТ ПР4.0 в єдину систему:

- ✦ *кадровий потенціал*: менеджмент, викладачі, науковий персонал, навчально-допоміжний персонал (їх знання, досвід, креативні здатності, трудові та морально-психологічні характеристики тощо);

- ✦ *потенціал осіб, що навчаються*, адже вони є не лише споживачами науково-освітніх послуг, але й беруть участь у їх створенні та вдосконаленні: виконують наукові дослідження, проводять їх оприлюднення й апробацію, у взаємодії з викладачами сприяють удосконаленню форм і методів навчання, формуванню позитивного іміджу ЗВО, що впливає на його конкурентоспроможність;
- ✦ *ресурсний потенціал* (матеріально-технічна база та нематеріальні ресурси): приміщення й обладнання; фінанси; організаційно-управлінські ресурси, у т. ч. інноваційна культура; навчально-методичне забезпечення; інформаційно-аналітичні ресурси; об'єкти інтелектуальної власності тощо;
- ✦ *процеси ведення науково-освітньої діяльності ЗВО*.

Таблиця 1

Перспективні напрями інноваційного розвитку ЗВО в умовах ПР4.0

Проблеми на ринку праці та в системі підготовки кадрів, які ініціюють зміни у діяльності ЗВО	Перспективні напрями інноваційного розвитку ЗВО	Проблеми реалізації виділених напрямів
Втрата актуальності існуючих професій і поява нових, зміни вимог до знань і навичок фахівців	Пропозиція нових актуальних в умовах ПР4.0 напрямів і спеціальностей підготовки фахівців	Необхідність постійної актуалізації (відповідно до умов застосування ІКТ ПР4.0 у діяльності ЗВО і галузях, на які орієнтовані випускники) кадрового потенціалу ЗВО: знань і умінь, креативних здатностей персоналу. Розширення джерел і збільшення обсягів фінансування, актуалізація матеріально-технічної, інформаційно-аналітичної та програмно-апаратної бази ЗВО. Постійне вдосконалення на базі ІКТ ПР4.0 системи управління ЗВО. Формування та розвиток інноваційної культури ЗВО
Перманентні зміни на ринку праці потребують високої оперативності перепідготовки фахівців, скорочення її термінів при дотриманні високої якості навчання, його інтенсифікації	Розширення форм і методів підготовки з використанням можливостей ІКТ ПР4.0: навчання в аудиторіях, на майбутніх робочих місцях (реальних чи віртуальних), дистанційні online-курси, екзаменаріум, консультації online, offline тощо. Гнучкість часу та місця навчання: часового поясу, географічного регіону, місця знаходження (вдома, на відпочинку, в транспорті тощо)	
Зникнення потреб у професіях, що передбачають виконання рутинних, алгоритмізованих робіт, – як фізичних, так і інтелектуальних	Орієнтація на підготовку фахівців креативних, творчих професій, які неможливо автоматизувати	
Розширення використання ІКТ ПР4.0 у різних сферах людської діяльності, що потребує відповідної підготовки фахівців	Розширення практики використання викладачами та студентами в навчальному процесі ІКТ ПР4.0. Створення та використання в навчальному процесі програмно-апаратних комплексів з використанням ІКТ ПР4.0 для проєктування, створення, вивчення, випробувань об'єктів, технологій, процесів тощо (комп'ютерна симуляція, віртуальні об'єкти та процеси тощо). Зростання інформаційного насичення навчального процесу: електронні бібліотеки, бази знань, відкриті курси дисциплін і т. ін.	
Поширення практики використання в різних галузях самокерованих систем, що поєднують людський інтелект, ІКТ ПР4.0 і автоматизоване виробництво, потребує відповідної адаптації ЗВО до вимог ПР4.0	Трансформація університетів у самокеровані системи, що поєднують і забезпечують взаємозгоджену взаємодію за допомогою ІКТ ПР4.0 їх людського потенціалу, ресурсного потенціалу, процесів (управлінських, науково-освітніх, внутрішньоорганізаційної взаємодії, взаємодії із зовнішніми контрагентами тощо)	

Джерело: авторська розробка.

Схему взаємодії зазначених підсистем наведено на *рис. 2*.

Потовщеними стрілками позначено напрямки взаємодії ЗВО із зовнішнім мікросередовищем – суб'єктами ринку науково-освітніх послуг.

Тонкими стрілками показано схему взаємодії за допомогою ІКТ ПР4.0 зазначених на *рис. 2* потенціалів у процесах провадження ЗВО науково-освітньої діяльності.

Слід зазначити, що ЗВО України реагують на виклики ПР4.0 і використовують можливості, що відкриваються. Зокрема, у НУ «Львівська політехніка» в рамках спеціальності «Комп'ютерна наука» провадиться підготовка бакалаврів за програмою «Системна інженерія (Інтернет речей)» [5]. Підготовка фахівців актуальних в умовах ПР4.0 спеціальностей провадиться і в інших ЗВО.

Елементи наведеної на *рис. 2* системи активно впроваджуються в ряді університетів України. В них створено персональні електронні кабінети, до яких викладачі та студенти можуть зайти зі своїх гаджетів і отримати доступ до розкладу занять, бази відомостей з оцінками по предметах, списків студентів груп і т. п. Вони також мають доступ до електронних баз з навчально-методичними матеріалами, курсами дисциплін, чинною нормативною базою ЗВО, програмним забезпеченням, що використовується для плану-

вання та проведення занять, комунікації студентів і викладачів, контролю знань тощо.

Цифровізація навчального процесу за допомогою ІКТ показала свою високу ефективність в умовах війни з Росією. ІКТ дозволили сформувати віртуальні групи з окремих студентів, які вимушено знаходяться в різних регіонах країни або за кордоном, і проводити з ними заняття, а відеозаписи занять і необхідні методичні матеріали у відкритому доступі дозволили знайомитися з ними студентам, що в силу ряду причин не могли підключитися в означений час [4]. Викладачі та студенти за допомогою відповідних програмних сервісів мають можливість повною мірою використати зазначені можливості.

Створено програмні моделі об'єктів, процесів і явищ, які використовуються в навчальному процесі та наукових дослідженнях. Зазначені ресурси доступні з персональних гаджетів викладачів чи студентів у режимі відкритого доступу чи за умови отримання прав доступу. Апробовано інноваційні організаційні структури підрозділів університету, які показали свою високу ефективність в умовах технологічних трансформацій [9]. Проте широке використання зазначених розробок – достатньо віддалена перспектива. Основні причини, що стримують ці процеси, зазначено в *табл. 1*.

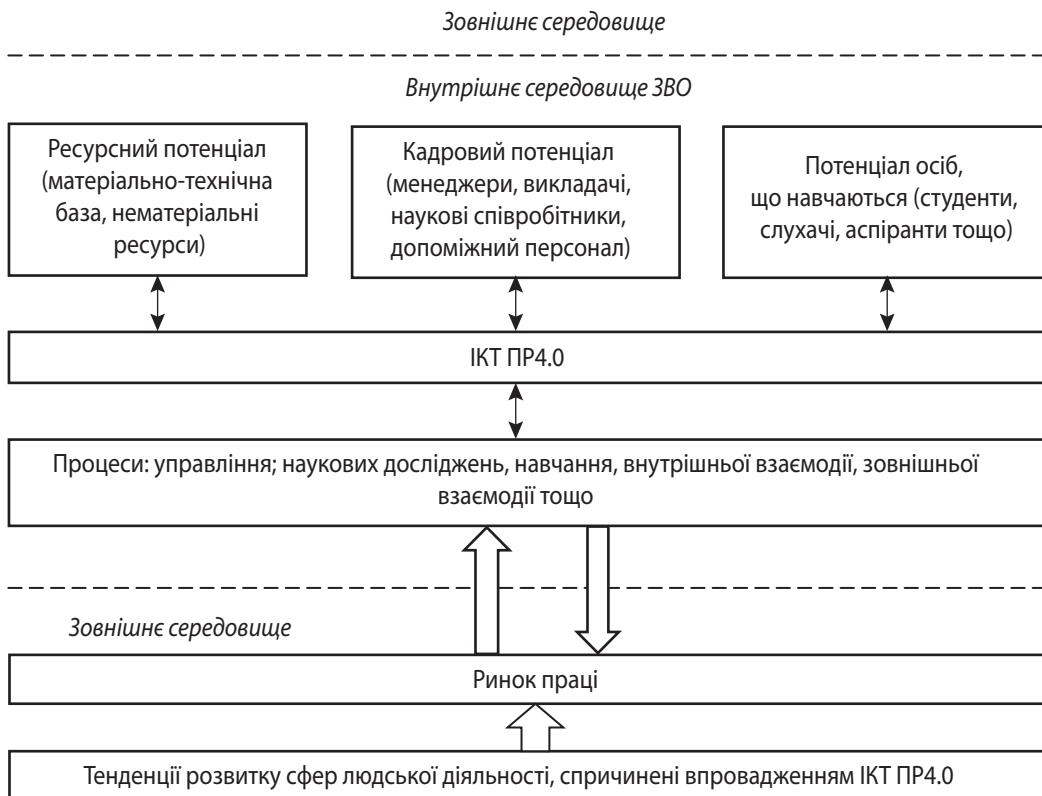


Рис. 2. Схема взаємодії підсистем ЗВО, що функціонує в умовах ПР4.0

Джерело: авторська розробка.

ВИСНОВКИ

Показано, що четверта промислова революція (ПР4.0) впливає практично на всі сфери людської діяльності, у т. ч. на систему вищої освіти. У статті запропоновано й апробовано деталізовану схему аналізу впливу ПР4.0 на ринок праці та систему вищої освіти, яка, на відміну від існуючих, надає можливість визначити вплив основних ІКТ ПР4.0 (їх комбінацій), а також інновацій, створених на їх основі на діяльність ЗВО. Зазначена схема дозволила проаналізувати ланцюжки:

- ✦ сутність основних ІКТ ПР4.0;
- ✦ сутність створених на їх базі інновацій, що впроваджені в різних галузях (переважно у промисловості);
- ✦ наслідки їх впровадження;
- ✦ впливи інновацій, створених на базі ІКТ ПР4.0 на ринок праці та систему підготовки кадрів;
- ✦ можливості та загрози розвитку ЗВО в умовах ПР4.0.

Визначено перспективні напрями розвитку ЗВО в умовах ПР4.0 з урахуванням впливу її основних технологій і створюваних на їх базі інновацій на ринок праці та систему підготовки кадрів, окреслено проблеми їх реалізації. Виконано систематизацію цих напрямів за спонукальними причинами, що створюють умови для їх реалізації. Розглянуто практичні аспекти використання провідними університетами України сприятливих можливостей інноваційного розвитку в умовах ПР4.0.

Запропоновано принципову схему функціонування ЗВО в умовах ПР4.0 як самокерованої системи, яка за аналогією з промисловими підприємствами дозволяє об'єднати за допомогою ІКТ в єдиний комплекс: людський потенціал (персонал і осіб, що навчаються); ресурсний потенціал; наукові, навчальні та допоміжні процеси діяльності ЗВО.

Отримані результати розвивають теоретико-методологічні засади інноваційного менеджменту ЗВО в умовах ПР4.0. Вони можуть бути покладені в основу формування методологічної бази організаційно-економічного механізму управління стратегіями інноваційного розвитку ЗВО, які забезпечують їх високу конкурентоспроможність на ринку науково-освітніх послуг в умовах ПР4.0. На розроблення такого механізму і будуть спрямовані подальші дослідження. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Брусенцева О. А. Вплив Industry 4.0 на сучасний освітній простір. Науковий вісник УМО «Економіка та управління». 2016. № 2. URL: http://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/visnyk_umo/ekonomika/V_2/Брусенцева.pdf
2. Гулей А. І., Гулей С. А. Соціально-економічні ефекти розвитку Індустрії 4.0. в державі. *Український жур-*

- нал прикладної економіки*. 2018. Т. 3. № 4. С. 96–105. URL: http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/ujae_2018_r04_a13.pdf
3. Ілляшенко С. М., Ілляшенко Н. С. Перспективи і загрози четвертої промислової революції та їх урахування при виборі стратегій інноваційного зростання. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2016. № 1. С. 11–21. URL: https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2016_1_11_21.pdf
 4. Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С., Ілляшенко Н. С. Цифрова трансформація освітньої діяльності закладів вищої освіти України в умовах війни // Вища освіта за новими стандартами: виклики у контексті диджиталізації та інтеграції в міжнародний освітній простір: матеріали Міжнародної науково-методичної конференції (м. Харків, 10 травня 2022 р.). Харків, 2022. С. 7–10. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/56918/3/Illiashenko_Tsyfrova_transformatsiia_2022.pdf
 5. «Інтернет речей» у Львівській політехніці – унікальна програма, в якій оновлено понад 70% предметів. URL: <https://lpnu.ua/news/internet-rechei-u-lvivskii-politekhni-tsi-unikalna-programa>
 6. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків: монографія / за наук. ред. А. І. Крисоватого, О. М. Сохацької. Тернопіль: Осадця Ю. В., 2018. 478 с.
 7. Eberhard B., Podio M., Alonso A. P. et al. Smart work: The transformation of the labour market due to the fourth industrial revolution (I4.0). *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*. 2017. Vol. 10. Iss. 3. P. 47–66. DOI: <http://dx.doi.org/10.25103/ijbesar.103.03>
 8. Gueye M. L., Exposito E. University 4.0: The Industry 4.0 paradigm applied to Education. *IX Congreso Nacional de Tecnologías en la Educación*. Oct. 2020. Puebla (Mexico). France. fhal02957371f. URL: <https://hal-univ-pau.archives-ouvertes.fr/hal-02957371/document>
 9. Illiashenko S. M. Rationalization of organizational structure at the graduate department. In: *Human Capital Management: innovative aspects in the transformational economy: monograph* / ed. by Prokopenko O., Homberg R., Kotenko O. Ruda Śląska: Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium, 2018. P. 7–17. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68998/1/Illiashenko_Department.pdf;jsessionid=AAA7D913E6827DC7D5DC4B7ED9E5B2F4
 10. Kayembe C., Nel D. Challenges and Opportunities for Education in the Fourth Industrial Revolution. *African Journal of Public Affairs*. 2019. Vol. 11. No. 3. P. 79–94. URL: <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC-19605d342e>
 11. Komara E. The Challenges of Higher Education Institutions in Facing the Industrial Revolution 4.0. *HONAI: International Journal for Educational, Social, Political & Cultural Studies*. 2020. Vol. 3. No. 1. P. 15–26. DOI: <https://doi.org/10.2121/v3i1.1313>
 12. Krishnannair A., Krishnannair. S. Learning environments in higher education: their adaptability to the 4th industrial revolution and the “social transformation” discourse. *South African Journal of Higher Education*. 2021. Vol. 35. No. 3. P. 65–82. DOI: <https://dx.doi.org/10.20853/35-3-4098>
 13. Levchenko A., Plynkos D., Tsarenko I., Boussadia A., Bouaita S-E. Transformation of the higher education

system of Ukraine and Algeria in the context of the impact of the Fourth Industrial Revolution. *IV International Scientific Congress "Society of Ambient Intelligence – 2021"* (ISCSAI 2021). Vol. 100. Art. 01011. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110001011>

14. Quyet N. T. Higher Education in the Fourth Industrial Revolution Age. *American Journal of Educational Research*. 2020. Vol. 8. Iss. 6. P. 420–426. DOI: [10.12691/education-8-6-9](https://doi.org/10.12691/education-8-6-9).
15. Rotatori D., Lee E. J., Sleeva S. The evolution of the workforce during the fourth industrial revolution. *Human Resource Development International*. 2021. Vol. 24. Iss. 1. P. 92–103. DOI: [10.1080/13678868.2020.1767453](https://doi.org/10.1080/13678868.2020.1767453).
16. Sekiyama T. The Impact of the Fourth Industrial Revolution on Student Mobility from the Perspective of Education Economics. *Creative Education*. 2020. Vol. 11. No. 4. P. 435–446. DOI: [10.4236/ce.2020.114031](https://doi.org/10.4236/ce.2020.114031).
17. Schwab K. The fourth industrial revolution. Penguin, 2017. 192 p.
18. Zavera I. C. The analysis of the response from tertiary education programs to the challenges of the Fourth Industrial Revolution. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*. 2019. Vol. 13. Iss. 1. P. 1261–1266. DOI: <https://doi.org/10.2478/picbe-2019-0111>

REFERENCES

- Brusientseva, O. A. "Vplyv Industry 4.0 na suchasnyi osvitnii prostir" [Influence Industry 4.0 on the Modern Educational Space]. *Naukovyi visnyk UMO «Ekonomika ta upravlinnia»*, no. 2 (2016). http://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/visnyk_umo/ekonomika/V_2/Брусенцева.pdf
- Chetverta promyslova revoliutsiia: zmina napriamiv mizhnarodnykh investytsiinykh potokiv* [The Fourth Industrial Revolution: Changing the Direction of International Investment Flows]. Ternopil: Osadtsa Yu. V., 2018.
- Eberhard, B. et al. "Smart work: The transformation of the labour market due to the fourth industrial revolution (I4.0)". *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, vol. 10, no. 3 (2017): 47-66. DOI: [http://dx.doi.org/10.25103/ijbesar.103.03](https://doi.org/10.25103/ijbesar.103.03)
- Gueye, M. L., and Exposito, E. "University 4.0: The Industry 4.0 paradigm applied to Education". *IX Congreso Nacional de Tecnologías en la Educación*. Oct. 2020. Puebla (Mexico). France. <https://hal-univ-pau.archives-ouvertes.fr/hal-02957371/document>
- Hulei, A. I., and Hulei, S. A. "Sotsialno-ekonomichni efekty rozvytku Industrii 4.0. v derzhavi" [Socio-economic Effects of the Development of Industry 4.0. in the State]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*, vol. 3, no. 4 (2018): 96-105. http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/ujae_2018_r04_a13.pdf
- "«Internet rechei» u Lvivskii politekhnitsi – unikalna prohrama, v yakii onovleno ponad 70% predmetiv" ["Internet of Things" at Lviv Polytechnic Is a Unique Program in Which More Than 70% of Subjects Have Been Updated]. <https://lpnu.ua/news/internet-rechei-u-lvivskii-politekhnitsi-unikalna-prohrama>
- Illiashenko, S. M. "Rationalization of organizational structure at the graduate department". *Human Capital Management: innovative aspects in the transformational economy*, 2018. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68998/1/Illiashenko_Department.pdf; https://essuir.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2016_1_11_21.pdf
- Illiashenko, S. M., and Illiashenko, N. S. "Perspektyvy i zahrozy chetvertoi promyslovoi revoliutsii ta yikh urakhuвання pry vybori stratehii innovatsiinoho zrostannia" [Opportunities and Threats of the Fourth Industrial Revolution and Their Reflection in the Selection of Innovative Growth Strategies]. *Marketynh i menedzhment innovatsii*, no. 1 (2016): 11-21. https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2016_1_11_21.pdf
- Illiashenko, S. M., Shypulina, Yu. S., and Illiashenko, N. S. "Tsyfrova transformatsiia osvitnyoi diialnosti zakladiv vyshchoi osvity Ukrainy v umovakh viiny" [Digital Transformation of Educational Activities of Higher Education Institutions of Ukraine in the Conditions of War]. *Vyshcha osvita za novymy standartamy: vyklyky u konteksti dydzhytalizatsii ta intehratsii v mizhnarodnyi osvitnii prostir*. 2022. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/56918/3/Illiashenko_Tsyfrova_transformatsiia_2022.pdf
- Kayembe, C., and Nel, D. "Challenges and Opportunities for Education in the Fourth Industrial Revolution". *African Journal of Public Affairs*, vol. 11, no. 3 (2019): 79-94. <https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/EJC-19605d342e>
- Komara, E. "The Challenges of Higher Education Institutions in Facing the Industrial Revolution 4.0". *HONAI: International Journal for Educational, Social, Political & Cultural Studies*, vol. 3, no. 1 (2020): 15-26. DOI: <https://doi.org/10.2121/v3i1.1313>
- Krishnannair, A., and Krishnannair, S. "Learning environments in higher education: their adaptability to the 4th industrial revolution and the "social transformation" discourse". *South African Journal of Higher Education*, vol. 35, no. 3 (2021): 65-82. DOI: <https://dx.doi.org/10.20853/35-3-4098>
- Levchenko, A. "Transformation of the higher education system of Ukraine and Algeria in the context of the impact of the Fourth Industrial Revolution". *Society of Ambient Intelligence – 2021* (ISCSAI 2021), art. 01011, vol. 100. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110001011>
- Quyet, N. T. "Higher Education in the Fourth Industrial Revolution Age". *American Journal of Educational Research*, vol. 8, no. 6 (2020): 420-426. DOI: [10.12691/education-8-6-9](https://doi.org/10.12691/education-8-6-9)
- Rotatori, D., Lee, E. J., and Sleeva, S. "The evolution of the workforce during the fourth industrial revolution". *Human Resource Development International*, vol. 24, no. 1 (2021): 92-103. DOI: [10.1080/13678868.2020.1767453](https://doi.org/10.1080/13678868.2020.1767453)
- Schwab, K. *The fourth industrial revolution*. Penguin, 2017.
- Sekiyama, T. "The Impact of the Fourth Industrial Revolution on Student Mobility from the Perspective of Education Economics". *Creative Education*, vol. 11, no. 4 (2020): 435-446. DOI: [10.4236/ce.2020.114031](https://doi.org/10.4236/ce.2020.114031)
- Zavera, I. C. "The analysis of the response from tertiary education programs to the challenges of the Fourth Industrial Revolution". *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, vol. 13, no. 1 (2019): 1261-1266. DOI: <https://doi.org/10.2478/picbe-2019-0111>