

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШАПОВАЛ ОЛЕКСІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 005:378:004.9(477)

ДИСЕРТАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ В ВИЩІЙ ОСВІТІ УКРАЇНИ В
УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

Спеціальність – 073 Менеджмент

Галузь знань – Управління та адміністрування

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. В. Шаповал

Науковий керівник: Решетняк Олена Іванівна, доктор економічних наук, доцент

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Шаповал О. В. Управління трансформаціями в вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 «Менеджмент», галузь знань 07 «Управління та адміністрування». – Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України, Харків, 2026.

Концепція Індустрії 4.0, а також технології та процеси, пов'язані з нею, є однією з основних рушійних сил розвитку сучасного індустріального суспільства, справляючи значний вплив на цілу низку як прикладних, так і теоретичних сфер. Трансформаційні процеси, що притаманні їй, потребують ефективного контролю для забезпечення належного рівня конкурентоспроможності й релевантності закладів вищої освіти під впливом сил висококонкурентного середовища, у якому вони існують.

Дослідження сутності понять «промисловість», «промислове суспільство», «трансформація», «трансформаційний процес», «освіта», «вища освіта» дозволило виявити зв'язки між ними й уточнити роль системи вищої освіти в сучасному промисловому суспільстві.

Виходячи з бачення системи вищої освіти як такої, що взаємодіє з іншими секторами, у межах моделей потрійної і чотириланкової спіралі узагальнено класифікацію основних груп стейкхолдерів: внутрішні, до яких входить керівництво, науково-педагогічний склад, адміністративний склад; зовнішні, до яких входить влада, представники приватного сектора, представники громадськості.

Наведено узагальнення промислових революцій та визначено роль вищої освіти в них, уточнено визначення поняття Індустрії 4.0, продемонстровано її міждисциплінарну природу. За результатами аналізу публікаційної діяльності науковців світу, за даними наукометричної бази Scopus, виявлено основні кластери наукових досліджень за тематикою Індустрії 4.0: організаційно-соціальна трансформація виробництва, управління даними та аналітика даних, цифрова

інфраструктура, розумні системи та автоматизація, сучасні методи виробництва та прикладне застосування технологій Індустрії 4.0.

Уточнено розрізнення між зміною першого та другого порядку; визначено трансформацію як зміну другого порядку; узагальнено її властивості; виконано розмежування із суміжними категоріями «зміна», «реформа», «модернізація», «адаптація». Уточнено сутність поняття «управління трансформаціями у вищій освіті».

Узагальнено трансформаційні процеси, що протікають у вищій освіті країн світу: цифровізація, персоналізація, розширення переліку освітніх послуг; маркетингізація; інтернаціоналізація.

Виходячи з окреслених трансформаційних процесів, а також огляду літератури та бібліографічного аналізу, запропоновано концептуальну карту поняття «Освіта 4.0» з основними компонентами: цінності, компетентності, технології Індустрії 4.0, процес навчання, інфраструктура. На основі наведеної концептуальної карти уточнено перелік технологій Індустрії 4.0, що є релевантними для трансформації закладів вищої освіти: віртуальна й доповнена реальність, штучний інтелект і машинне навчання, Інтернет речей, великі дані, кіберфізичні системи, хмарні обчислення, блокчейн і розподілені реєстри.

Виходячи з розуміння мети, механізму та складових діяльності закладів в умовах Індустрії 4.0 узагальнено категорії викликів трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0: стратегія, компетентності, технології, кібербезпека. Згідно з представленими викликами сформульовано вимоги до трансформації.

Відповідно до наведеного переліку технологій Індустрії 4.0 в межах трансформації вищої освіти узагальнено їх характеристику за основними видами діяльності закладів: планування і розробка навчальних програм (курикулум), викладання, оцінка знань, науково-дослідницька діяльність. Виявлено ключові рушійні фактори та виклики впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу. За результатами аналізу технологій через модель SAMR виявлено, що найбільший потенціал вони мають на рівнях модифікації та переосмислення, а також

при комплексному впровадженні. Моделювання за методом системної динаміки дозволило виявити існування циклів зворотного зв'язку, пов'язаних із впровадженням технологій Індустрії 4.0, працездатністю випускників і посиленням партнерських відносин із представниками промислового сектора.

У межах аналітичного забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України, на основі проведеного аналізу, що включав у себе оцінку показників діяльності промисловості в Україні та світі, місця України у міжнародних рейтингах, показників інноваційної діяльності промисловості України, розподілу факторів, що стримують промислове виробництво, виявлено основні блоки проблем: об'єм та діяльність промислового сектора, обмежений рівень інноваційного потенціалу промисловості, низька сприйнятливість промислового середовища для залучення інвестицій та міжнародної співпраці, висока чутливість промислового сектора до негативних факторів зовнішнього середовища.

Обґрунтовано недостатній рівень розвитку інструментарію оцінки діяльності системи вищої освіти в умовах Індустрії 4.0. У межах такого інструментарію запропоновано індекс освітньо-індустріальної діяльності, що охоплює показники за субіндексами освітньої діяльності, наукової діяльності та промислової діяльності. Також визначено необхідність існування релевантного інструментарію стратегічного позиціонування закладів вищої освіти в індустріальному середовищі, у межах якого запропоновано матрицю освітньо-індустріального позиціонування суб'єктів системи вищої освіти.

Індекс освітньо-індустріальної діяльності використано для оцінки системи вищої освіти України. Згідно з розрахунками за 28 країнами ЄС і кандидатами за період 2010–2019 рр. Україна посіла 8-ме місце за субіндексом освітньої діяльності, 25-те місце – за субіндексом наукової діяльності, 21-ше місце – за субіндексом промислової діяльності. За загальним значенням індексу Україна посіла 25-те місце.

Рейтингування країн ЄС і кандидатів дозволило виявити дві групи: країни-лідери та наздоганяючі. Україна увійшла до другої групи, що свідчить про необхідність розбудови інноваційного потенціалу та поглинальної здатності

промислового сектора, а також поглиблення взаємодії між вищою освітою та промисловістю.

За результатами аналізу 592 закладів вищої освіти країн-членів ЄС і кандидатів з використанням матриці освітньо-індустріального позиціонування, у якій формується чотири квадранти залежно від профілю діяльності закладу (базовий, індустріально-орієнтований, освітньо-орієнтований, комплексний), усі 22 вітчизняних заклади у вибірці ввійшли до першого квадранта, що становить базовий профіль. За всіма показниками THE World University Rankings серед закладів України було виявлено, що їх значення менші за середні. Отриманий результат свідчить про необхідність розробки та впровадження стратегій, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності згідно з осяжними і релевантними векторами розвитку профілів діяльності.

Розглянуто організаційно-економічний механізм управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 для забезпечення ефективної діяльності закладу, збереження його релевантності й конкурентоспроможності шляхом досягнення стану динамічної рівноваги між організаційним стагісом і стратегічним оновленням. Описано структуру організаційно-економічного механізму та його процесів.

Розглянуто важелі впливу як інструмент управління трансформаціями шляхом цілеспрямованих втручань, узгоджених зі стратегічним баченням та місією закладу. Охарактеризовано основні риси важелів впливу: локус, модальність, цілеспрямованість, масштаб, динаміка часу, плече. Наведено перелік організаційних і економічних важелів впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0: організаційні (організаційна структура, кадрова політика, організаційна культура, системи контролю якості, політики, управлінські структури), макроекономічні (пряма державна підтримка, податкові пільги та стимулювання, цільове фінансування, матеріальне забезпечення, формування сприятливого економічного поля), мікроекономічні (матеріальна зацікавленість стейкхолдерів, формування резервних коштів, стратегії ціноутворення на освітні послуги, моделі розподілу ресурсів, механізми розподілу витрат).

На основі оцінки положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі сформовано рекомендації щодо осяжних і актуальних векторів розвитку для СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка.

Представлено метод оцінки відповідності складу освітньої програми до навичок і компетентностей, затребуваних на ринку праці в межах аналітичного забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0

На основі описаного методу виконано аналіз освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», що надається на базі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Виявлено загалом високий рівень технічних компетентностей і навичок, але недостатньо чітку окресленість деяких когнітивних і соціальних. За отриманими результатами сформовано перелік рекомендацій, спрямованих на поліпшення програми відповідно до вимог Індустрії 4.0.

Наведено теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України, у межах якого передбачається розбудова підсистем забезпечення (організаційного, кадрового, педагогічного, матеріально-технічного, фінансового). Сформульовано ключові рекомендації з урахуванням основних проблем трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0 та визначено основні завдання.

Отримані в процесі дослідження теоретичні результати та методичні положення знайшли впровадження в таких організаціях та установах: Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія» – використовується теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України, інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти й аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України в межах розробки рекомендацій, спрямованих на актуалізацію складу освітніх програм, і визначення пріоритетів розвитку НУА (довідка № 2-а від 02.06.2026); ННІ «Каразінський інститут міжнародних відносин та туристичного бізнесу» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна – використовуються інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти,

теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України та рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0 для визначення конкурентних переваг на ринку освітніх послуг, підвищення ефективності управлінських рішень щодо розвитку портфоліо проєктів, удосконалення системи управління освітньою діяльністю, оновлення освітніх програм відповідно до сучасних вимог Індустрії 4.0 (довідка № 0201/1486 від 30.06.2026); Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» – використовується аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України, рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України у відповідності до вимог Індустрії 4.0, інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти при перегляді компонентів освітніх програм «Міжнародний бізнес», «Проектний менеджмент», «Менеджмент організацій і адміністрування» і переліку компетентностей у їх складі, а також для вироблення комплексу дій, направлених на поглиблення відносин Навчально-наукового інституту економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу НТУ «ХПІ» з підприємствами приватного сектору регіону (довідка № 66-04/76 від 08.07.2026); Українська асоціація з розвитку менеджменту та бізнес-освіти (УАРМБО) – використовується аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України, інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти в межах діяльності, спрямованої на розвиток партнерства між бізнесом і закладами вищої освіти, впровадження сучасних навчальних та управлінських технологій, підвищення кваліфікації викладачів і управлінського персоналу університетів, експертне обґрунтування напрямів модернізації вищої освіти відповідно до потреб ринку праці та розвитку вітчизняної промисловості.

Ключові слова: вища освіта, Індустрія 4.0, трансформаційні процеси, управління трансформаціями, промислове суспільство, Освіта 4.0, Університет 4.0, цифрова трансформація, освітні технології, інноваційна діяльність.

ABSTRACT

Shapoval O. V. Transformation management in higher education of Ukraine in the Industry 4.0 environment. – Qualifying scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 073 «Management» (07 «Management and Administration») – Research Center for Industrial Development Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, 2026.

The Industry 4.0 paradigm, as well as its technologies and associated processes are one of the main forces contributing towards the development of present-day industrial society, having significant influence on a number of both practical and theoretical areas. Transformation processes that are associated with Industry 4.0 require effective control to ensure an adequate level of competitiveness and relevance for higher education institutions under the influence of the highly competitive environment in which they operate.

Investigating the essence of terms “transformation”, “transformation process”, “industry”, “industrial society”, “education”, and “higher education” allowed identifying relationships between them and clarifying the role of higher education within present-day industrial society.

Based on the view of a higher education system as such that interacts with other sectors within the models of triple and quadruple helix, a classification of the main groups of stakeholders was presented: internal, which include management, pedagogical and research staff, administrative staff; external, which include government, private sector, and members of the public.

A generalization of industrial revolutions was provided and the role of higher education in them was established; the essence of the term Industry 4.0 was clarified, as well as its multidisciplinary nature. Based on the publication activity results from the world researchers using Scopus database contents, the main clusters of research papers on Industry 4.0 were identified: organizational-social transformation of manufacturing, data management and analytics, digital infrastructure, smart systems and automation, modern manufacturing methods and practical applications of Industry 4.0 technologies.

A distinction between first- and second-order change was established, transformation was defined as a second-order change, its features were generalized, differentiation with adjacent categories, namely “change”, “reform”, “modernization”, "adaptation", was provided. The essence of the term “transformation management in higher education” was clarified.

The following transformation processes in higher education of the countries of the world were generalized: digitalization; personalization; broadening of education services; marketization; internationalization.

Following from the outlined transformation processes, as well as the literature overview and bibliographic analysis, a conceptual map of the term “Education 4.0” was provided with the following main components: values, competencies, Industry 4.0 technologies, education process, infrastructure. Based on the presented conceptual map, a list of Industry 4.0 technologies that have relevance for higher education institutions transformation was clarified: virtual and augmented reality, artificial intelligence and machine learning, internet of things, big data, cyber-physical systems, cloud computing, blockchain and distributed ledger technology.

Following from the understanding of the purpose, mechanism, and components of higher education institutions activity in Industry 4.0 context, the main categories of challenges in higher education transformation for Industry 4.0 demands was generalized: strategy, competencies, technologies, cybersecurity. In accordance with these challenges, transformation requirements were formulated.

For the set of relevant Industry 4.0 technologies, their characteristic was provided according to the main components of higher education institutions activities: curriculum development, teaching, assessment, research and development. The main driving factors and challenges of incorporating Industry 4.0 technologies in higher education of the countries of the world were identified. Following from the SAMR analysis results, it was identified that Industry 4.0 technologies have high potential on modification and redefinition levels, as well as during comprehensive implementation. System dynamics modeling allowed identifying the existence of feedback loops related to the introduction of Industry 4.0

technologies, the employability of graduates, and the strengthening of partnerships with representatives of the industrial sector.

Within the analytical provision of identifying the problems of transformation processes in the industry of Ukraine, an analysis was performed, which included evaluation of industrial activity indicators for Ukraine and countries of the world, position of Ukraine in international rankings, innovation activity indicators in the industrial sector of Ukraine, and the distribution of factors that inhibit industrial production, the following main problem blocks were identified: volume and activity of industrial sector, limited level of innovative potential of the industry, low perceptiveness of industrial environment to investment attraction and international collaboration development, high sensitivity of the industrial sector to negative factors of the external environment.

The insufficient level of development of instrumentation for the evaluation of higher education system performance in the context of Industry 4.0 was elaborated. In the role of such instrumentation, an education-industry activity index was proposed, which includes indicators for sub-indices of educational activity, research activity, and industrial activity. Additionally, the need for relevant instrumentation for strategic positioning of higher education institutions in the industrial environment was elaborated; for such instrumentation, the matrix of educational-industrial positioning of higher education system institutions was proposed.

The education-industry activity index was applied for evaluating the higher education system in Ukraine. According to the results for 28 countries of the EU and candidates within the period of 2010–2019, Ukraine had 8th place for educational potential sub-index, 25th place for research activity, 21st place for industry activity. For general index value, Ukraine had 25th place.

Ranking countries of the EU and candidates allowed identifying two groups: leader countries and catching-up countries. Ukraine was attributed to the second group, which indicates the need for developing the innovative potential and absorptive capacity of the industrial sector, as well as strengthening collaboration between higher education and the industry.

Following from the results of the analysis of 592 institutions in EU countries and candidates using the matrix of educational-industrial positioning of higher education system institutions, in which four quadrants are formed depending on the activity profile of the institution (basic, industry-oriented, education-oriented, complex), all 22 Ukrainian institutions were attributed to the first quadrant, which constitutes basic profile. For all metrics of THE World University Rankings for Ukrainian institutions, the negative difference from the average values was identified. The obtained results suggest the need for developing and implementing strategies aimed at increasing competitiveness in accordance with feasible and relevant vectors of development of these activity profiles.

The organizational and economic mechanism for managing transformations in higher education in the context of Industry 4.0 for ensuring the effective functioning of the institution, maintaining its relevance and competitiveness through achieving the state of dynamic equilibrium between organizational stasis and strategic renewal was described. The structure of the organizational and economic mechanism and its processes was described.

Levers of influence were described as a tool for managing transformations through targeted interventions, which are aligned with the strategic vision and mission of the institution. The main characteristics of levers were described: locus, modality, purposefulness, scale, temporal dynamics, and leverage. Organizational and economic levers of influence on transformation processes in higher education system of Ukraine in the context of Industry 4.0 were described: organizational (organizational structure, human resources policy, organizational culture, systems of quality control, policies, management structures), macroeconomic (direct government support, tax incentives and subsidies, targeted funding, material support, creation of a favorable economic environment), microeconomic (material interests of stakeholders, formation of reserve funds, pricing strategies for educational services, resource allocation models, cost-sharing mechanisms).

Based on the assessment of the position of higher education institutions within the education-industry dimensions, recommendations have been formulated regarding feasible and relevant vectors of development for Sumy State University, V. N. Karazin Kharkiv National University, and Taras Shevchenko National University of Kyiv.

Within the analytical provision of the transformation of educational programs of higher education institutions of Ukraine in accordance with the requirements of Industry 4.0, a method for evaluating the correspondence of the educational program contents to skills and competencies required in the labor market was presented.

Based on the proposed method, the educational program “Automation and Computer-Integrated Technologies” provided at the Education and Research Institute of Computer Sciences and Artificial Intelligence of V. N. Karazin Kharkiv National University was analyzed. An overall high level of technical competencies and skills was observed with some cognitive and social ones not clearly defined. Based on the results, a list of recommendations was developed, aimed at improving the program according to Industry 4.0 requirements.

A theoretical-methodological approach to substantiating the directions for implementing Industry 4.0 technologies in higher education in Ukraine was presented, which includes the development of relevant provision subsystems (organizational, personnel, educational, logistical, and financial). The key recommendations and objectives were formulated with the consideration of the main challenges in transformation of higher education according to the needs of Industry 4.0.

The theoretical results obtained and methodological recommendations made as a result of the research have been implemented in the following organizations and institutions: 1) Kharkiv University of Humanities “People’s Ukrainian Academy” – uses the theoretical-methodological approach to substantiating the directions for implementing Industry 4.0 technologies in higher education in Ukraine, instrumentation for the evaluation of higher education system performance, analytical provision of the transformation of educational programs of higher education institutions of Ukraine in accordance with the requirements of Industry 4.0 for developing recommendations for actualization of the educational program contents and identifying the priorities for development of the university (Memorandum No 2-a dated 02 June 2026); 2) Education and Research Institute “Karazin Institute of International Relations and Travel Business” – uses the instrumentation for strategic positioning of higher education institutions in the industrial environment, the theoretical-methodological approach to substantiating the directions for implementing

Industry 4.0 technologies in higher education of Ukraine, recommendations for transformation of the learning process and study programs of higher education institutions of Ukraine according to Industry 4.0 needs for determining competitive advantages on the educational services market, increasing the effectiveness of managerial decisions regarding the development of the project portfolio, improving the educational process management system, updating study programs in accordance with the present needs of Industry 4.0 (Memorandum No 0201/1486 dated 30 June 2026); 3) National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" – uses the analytical provision of the transformation of educational programs of higher education institutions of Ukraine, recommendations for transformation of the learning process and study programs of higher education institutions of Ukraine according to Industry 4.0 needs, the instrumentation for strategic positioning of higher education institutions for reevaluating components of study programs “International business”, “Project management”, “Management of organizations and administration” and their competencies, as well as for developing a set of activities aimed at deepening the relationship of Educational and Scientific Institute of Economics, Management and International Business NTU “KhPI” with the private sector organizations in the region (Memorandum No 66-04/76 dated 08 July 2026); 4) Ukrainian Association for Management Development and Business Education (UAMDBE) – uses the analytical provision of identifying the problems of transformation processes in the industry of Ukraine, instrumentation for the evaluation of higher education system performance for developing partnerships between the business and higher education institutions, integrating modern educational and managerial technologies, improving qualifications of the pedagogical and managerial personnel in higher education institutions, expert substantiation of the directions for modernizing higher education according to the needs of the market and development of the domestic industry.

Key words: higher education, Industry 4.0, transformation processes, transformation management, industrial society, Education 4.0, University 4.0, digital transformation, educational technologies, innovative development.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації в закордонних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

1. Shapoval O. Managing educational processes using blockchain technology: the example of stackable micro-credentials acquisition. *Information systems for intelligent systems* / ed. by T. Ganokratanaa et al. Cham, 2026. Vol. 467. P. 331–341. (Scopus) (0,7 ум. друк. арк.)

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-032-12983-3_32

Посилання: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-032-12983-3_32

2. Shapoval O. Perspectives of using artificial intelligence as an automated knowledge assessment instrument. *Journal of educational technology development and exchange*. 2025. Vol. 18, no. 4. P. 169–196. (Scopus) (2,3 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.18785/jetde.1804.08>

Посилання: <https://aquila.usm.edu/jetde/vol18/iss4/8/>

3. Shapoval O. A market-driven assessment of Industry 4.0 competencies in EU electrical engineering curricula. 2025 *IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2025. (Scopus) (0,7 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.1109/KhPIWeek61436.2025.11288675>

Посилання: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11288675>

Публікації в наукових виданнях України, що входять до переліку фахових видань:

4. Шаповал О. В. Роль системи вищої освіти в інноваційному розвитку промислового середовища країн світу та України. *Економіка та суспільство*. 2026. № 83. (Фахове видання, категорія «Б») (0,9 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-123>

Посилання: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/7511>

5. Шаповал О. В. Інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти в умовах промислової інтеграції. *Економіка та суспільство*. 2025. № 72. (Фахове видання, категорія «Б») (0,9 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-89>

Посилання: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5716>

6. Shapoval O. V. Assessing the Innovative dynamics of Ukraine's industrial sector in the context of crisis processes. *Business Inform.* 2025. No. 3. P. 129–137. (Фахове видання, категорія «Б») (1,1 ум. друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-3-129-137>

Посилання: https://www.business-inform.net/article/?year=2025&abstract=2025_3_0_129_137

7. Решетняк О. І., Шаповал О. В. Технології Education 4.0 та їх роль у трансформації навчального процесу вищих навчальних закладів. *Ефективна економіка*. 2024. № 7. (Фахове видання, категорія «Б») (2,5 ум. друк. арк.)

Особистий внесок: проведено аналіз технологій штучного інтелекту, великих даних і аналітики даних, кіберфізичних систем, хмарних обчислень, віртуальної та змішаної реальності, Інтернету речей, блокчейн та розподілених реєстрів із використанням методу SWOT (1,1 ум. друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.25>

Посилання: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/4201>

8. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education in Ukraine: challenges and opportunities. *Business Inform.* 2023. Vol. 10, no. 549. P. 184–190. (Фахове видання, категорія «Б») (0,8 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-184-190>

Посилання: https://www.business-inform.net/article/?year=2023&abstract=2023_10_0_184_190

Публікації підтверджуючі апробацію результатів дослідження:

1. Шаповал О. В. Стратегічне управління конкурентоспроможністю у закладах вищої освіти за моделлю мультистейкхолдерів. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики*: ватеріали XX Міжнар. наук--практ. інтернет-конф., м. Харків, 21 листоп. 2025 р. Харків, 2025. С. 498–501 (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_21_11_2025.pdf

2. Шаповал О. В. Молодий викладач як агент змін у моделі трансформацій вищого навчального закладу. *День науки* : програма та матеріали, м. Харків, 12 квіт. 2025 р. Харків, 2025. С. 146–148 (0,4 ум. друк. арк.)

Посилання: <https://philcult.chnu.edu.ua/media/iklpeojd/kharkiv-2025-materialy-stud-konf.pdf>

3. Khaustova V., Reshetniak O., Shapoval O. The role of multilevel trust in explainable artificial intelligence for higher education. *Data processing and networking* : Proceedings of ICDPN 2025, České Budějovice, 7–8 November 2025 / ed. by A. Swaroop et al. 2026. (0,7 ум. друк. арк.)

Особистий внесок: узагальнено використання технологій штучного інтелекту й машинного навчання в межах освітнього процесу закладів вищої освіти. (0,1 ум. друк. арк.)

Посилання: <https://link.springer.com/book/9783032276902>

4. Shapoval O. V. Determinants of Industry 4.0 adoption in global higher education: a cross-national assessment. *Bereznevyi naukovyi dyskurs 2025 na temu: «synerhiia osvity, nauky ta biznesu v epokhu hlobalnykh transformatsii»* : Zbirnyk materialiv III Mizh-narodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Chernihiv, 27 February 2025 / ed. by H. V. Starchenko, A. P. Duka. Chernihiv, 2025. P. 103–106 (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання:

https://reicst.com.ua/asp/issue/view/conf_reicst_27_02_25/conf_reicst_27_02_25

5. Шаповал О. В. Вплив та практичні перспективи використання великих мовних моделей у модернізації навчального процесу вищих навчальних закладів. *Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії* : зб. матеріалів VI Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму, м. Київ, 12 листоп. 2024 р. Київ, 2025. С. 232–235 (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання:

https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/51233/1/V_Shcherbyna_VSUN_IPO.pdf

6. Шаповал О. В. Інструменти забезпечення конкурентоспроможності вищих навчальних закладів. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки*

та практики: матеріали Міжнар. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 22 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 680–683 (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання:

https://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35042/4/%2BTEZU_2024.pdf

7. Решетняк О. І., Шаповал О. В. Модернізація навчальних програм вищих навчальних закладів в умовах економіки платформ: виклики і тенденції. *І Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток економічних систем в умовах глобалізації»*: тези доп. І міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 14–16 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 165–167 (0,4 ум. друк. арк.)

Особистий внесок: узагальнено тенденції, виклики, затребувані компетентності економіки платформ (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання: <https://ekhnuir.karazin.ua/items/5b9de455-4648-457a-9126-87a03a07cd7f>

8. Shapoval O. The role of micro-credentials in bridging the skills gap between higher education and the platform economy. *The 28th international scientific conference «Competitiveness and innovation in the knowledge economy»*, Chişinău, 20–21 September 2024. Chişinău, 2025. P. 156–162 (0,8 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.53486/cike2024.14>

Посилання: <https://irek.ase.md/xmlui/handle/123456789/3715>

9. Shapoval O. The influence of Education 4.0 technologies on digital transformation of higher education institutions. *Development through research and innovation IDSC-2024*: Collection of articles, Chişinău, 23 August 2024. Chişinău, 2024. P. 131–136 (0,7 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.53486/dri2024.14>

Посилання: <https://irek.ase.md/xmlui/handle/123456789/3760>

10. Shapoval O. V. Challenges of transformation management in higher education institutions. *Upravlinnia yak chynnyk ekonomichnoi rivnovahy*: Prohrama ta materialy xvii konferentsii molodykh uchenykh kafedry ekonomiky ta prava, Kharkiv, 7 December 2023. Kharkiv, 2023. P. 130–133 (0,5 ум. друк. арк.)

Посилання: <http://dspace.nua.kharkov.ua/jspui/handle/123456789/2611>

11. Shapoval O. V. Practical challenges of managing Education 4.0 transformations in higher and continuous education. *Ekspertni otsinky elementiv navchalnoho protsesu*: Prohrama i materialy XXV mizhvuzivskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Kharkiv, 23 November 2023 / ed. by V. A. Kirvas. Kharkiv, 2023. P. 91–94 (0,4 ум. друк. арк.)

Посилання:

http://dspace.nua.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/2557/1/%D0%AD%D0%9E%D0%AD%D0%A3%D0%9F-2023_v5.pdf

12. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education of Ukraine: challenges and opportunities. *Konkurentospromozhnist ta innovatsii: problemy nauky ta praktyky*: Tezy dopovidei VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, Kharkiv, 24 November 2023. Kharkiv, 2023. P. 868–871 (0,2 ум. друк. арк.)

Посилання: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_2023_DynJqcC.pdf

13. Шаповал О. В. Напрями трансформації вищої освіти в країнах світу в умовах індустрії 4.0. *Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи*: Матеріали III міжнар. науково-практ. конф., м. Полтава, 20–21 берез. 2023 р. 2023. С. 217–219 (0,3 ум. друк. арк.)

Посилання:

https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/11986/1/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97%2020-21_03_2023%20%D1%84%D1%96%D0%BD.pdf

ЗМІСТ

ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ВИЩІЙ ОСВІТІ КРАЇН СВІТУ	30
1.1 Сутність і роль системи вищої освіти в індустріальному суспільстві.....	30
1.2 Характеристика світових трансформаційних процесів у вищій освіті	43
1.3 Визначення ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0	55
Висновки до розділу 1	65
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1	67
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0	82
2.1 Оцінка стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу.....	82
2.2 Аналіз тенденцій та визначення основних проблем розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0.....	93
2.3 Оцінка положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі.....	107
Висновки до розділу 2.....	123
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2.....	125
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ У ВИЩІЙ ОСВІТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0.....	133
3.1 Обґрунтування організаційних та економічних важелів впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0..	133

3.2 Напрями трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0	144
3.3 Рекомендації для сприяння впровадженню технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті в Україні.....	158
Висновки до розділу 3.....	169
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3.....	172
ВИСНОВКИ.....	181
ДОДАТКИ.....	185

ВСТУП

Актуальність теми. Концепція Індустрії 4.0, а також технології і процеси, пов'язані з нею, є однією з основних рушійних сил розвитку сучасного промислового суспільства, а її вплив поширюється на цілу низку як прикладних, так і теоретичних сфер. У таких умовах заклади вищої освіти відіграють складну, але важливу роль. Вони виступають не тільки джерелом кваліфікованих працівників, яких потребує промисловість, але й мозковими центрами, на базі яких розробляються нові технології, підходи та ноу-хау.

Водночас освітні заклади самі отримують змогу використовувати технології Індустрії 4.0, що дозволяє поліпшити ряд процесів, які в них протікають, а також приводить до появи якісно нових підходів до ведення діяльності, які в інших умовах були б неможливими. Сучасні парадигми, як-от Освіта 4.0 й Університет 4.0, які значною мірою спираються на технологічні досягнення четвертої промислової революції, уже сьогодні дають змогу побачити, як виглядають заклади, що стоять в авангарді розвитку системи вищої освіти.

Однак трансформаційні процеси, що є невід'ємною частиною промислового суспільства Індустрії 4.0, ведуть до появи ряду викликів, до яких освітні заклади не завжди можуть бути повною мірою готові, особливо в умовах глобалізації, високого рівня соціоекономічної невизначеності та кризових процесів [1]. Так, за даними звіту Всесвітнього економічного форуму «Future of Jobs Report 2025», очікується, що до 2030 р. внаслідок стрімкого розвитку технологій, демографічних зрушень, а також геополітичних та економічних тисків піддадуться змінам 22 % робочих місць у світі. Хоча очікується чистий приріст у 7%, нові робочі місця вимагатимуть підвищення кваліфікації і перекваліфікації робітників, що охоплює як технічні, так і перехресні компетентності й навички. Водночас, як йдеться у звіті, саме розрив у навичках є основним бар'єром у трансформації підприємств приватного сектора [2]. Зі свого боку, заклади вищої освіти також стикаються з труднощами трансформації відповідно до вимог навколишнього середовища. Як йдеться у звіті компанії Tata Consultancy

Services, незважаючи на високий рівень визнання ролі технологій і регулярне виділення коштів на їх впровадження і підтримку, 66% серед опитаних закладів знаходяться на базовому або середньому рівнях опанування технологій [3]. А. Фернандез (A. Fernández) та ін. [4] у контексті цифрової трансформації закладів вищої освіти наводять, що стратегія з трансформації присутня тільки в 1 із 4 розглянутих, а 56% з них діють без чіткого плану або стратегічного бачення.

Отже, трансформації потребують ефективного контролю для забезпечення високого рівня релевантності й конкурентоспроможності вищих освітніх закладів під впливом внутрішніх і зовнішніх джерел конкуренції, а також екзогенних сил навколишнього середовища.

Проблематика управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 активно досліджується серед науковців і практиків як України, так і країн світу, зокрема в працях таких авторів: О. Афолалу (O. Afolalu), Є. Беке (E. Beke), Г. Брібієска-Корреа (G. Bribiesca-Correa), Ф. Вера (F. Vera), Л. Водянка, Н. Гогешвілі (N. Gogebashvili), В. Гончарюк, В. Гуменюк, О. Гуцалюк, О. Іляш, М. Кизим, Н. Кобець, Т. Ковалюк, С. Литвин, Є. Михайлова, А. Миколюк, К. Моулз (C. Mowles), Н. Пано (N. Pano), О. Решетняк, Г. Родрігес-Абітія (G. Rodriguez-Abitia), Н. Савіна, А. Тейшейра (A. Teixeira), Н. Трушкіна, В. Хаустова, С. Хітон (S. Heaton), К. Холлі (K. Holley), М. Цоеу (M. Tsoeu) та ін.

З огляду на зазначене, можна зробити висновок про високу загальну актуальність питання управління трансформаціями у вищій освіті світу й України, а також значний практичний потенціал отриманих результатів. Водночас, зважаючи на характер і тенденції трансформаційний процесів в Україні, зокрема в присутності тривалих кризових процесів, засади управління трансформаціями у вітчизняній вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 потребують подальшого розвитку, що обумовило вибір теми дисертації та поставлених у ній завдань.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами наукових досліджень Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України за темами: «Формування механізму вирішення проблемних ситуацій у соціально-економічному розвитку

регіону (на прикладі Харківської області)» (номер державної реєстрації 0121U113503), у межах якої здобувачем розроблено теоретико-методичний підхід до ідентифікації проблемних ситуацій в регіоні, здійснено аналіз тенденцій та визначено основні проблеми розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0; «Реструктуризація економіки України в повоєнний період» (номер державної реєстрації 0123U102453), у межах якої здобувачем розроблено методичний підхід до визначення перспективної моделі економіки України на основі узагальнення досвіду провідних країн світу залежно від їх масштабу, розвитку людського капіталу і науково-технічного потенціалу, а також різноманітності запасів сировини.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розроблення теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо управління трансформаціями системи вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0.

Для досягнення поставленої мети в роботі було сформульовано й вирішено такі наукові та науково-практичні завдання:

- обґрунтувати сутність і роль системи вищої освіти в індустріальному суспільстві;

- узагальнити характеристику світових трансформаційних процесів у вищій освіті;

- визначити ключові вимоги до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0;

- провести оцінку стану і тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу;

- здійснити аналіз тенденцій та визначити основні проблеми розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0;

- провести оцінку положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі;

- обґрунтувати організаційні й економічні важелі впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0;

- сформулювати рекомендації щодо напрямів трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0;

розробити рекомендації щодо сприяння впровадженню технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті в Україні.

Об'єктом дослідження є процеси управління трансформаціями у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0.

Предметом дослідження є теоретичні, науково-методичні та практичні засади управління трансформаціями у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0.

Методологія і методи дослідження. У процесі дослідження було використано такі загальнонаукові та спеціальні методи: *логічного аналізу* – для визначення стану та тенденцій розвитку вищої освіти в країнах світу й Україні; *формалізації та моделювання* – для визначення впливу факторів інноваційної та освітньої діяльності на економічний розвиток країн ЄС і кандидатів у межах розрахунку індексу освітньо-промислової діяльності; *класстерного аналізу* – для виокремлення груп країн світу за освітньо-індустріальною діяльністю та груп ЗВО за освітньо-індустріальним позиціюванням; *групування, порівняння та опису* – для дослідження стейкхолдерів у вищій освіті за моделями потрійної і чотириланкової спіралі, трансформаційних процесів, технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті; *концептуальні карти* – для характеристики поняття «Education 4.0»; *класифікації* – для напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті; *системної динаміки* – для моделювання основних причинно-наслідкових циклів, що виникають при впровадженні технологій Індустрії 4.0 у закладах вищої освіти; *системно-логічний* – для визначення показників, що характеризують трансформаційні процеси в Україні, розвиток вищої освіти в Україні, освітньо-індустріальну діяльність системи вищої освіти України та інших країн, освітньо-індустріального позиціювання суб'єктів системи вищої освіти; *економіко-статистичний та порівняльний аналіз*, що охоплює аналіз динаміки показників доданої вартості промислового сектора як частки ВВП, зайнятості в промисловому секторі, частки товарів виробництва в експорті, притоку зарубіжних інвестицій, субфакторів індексу конкурентоспроможності промислової продукції, субфакторів індексу ефективності логістики, субфакторів індексу економічної свободи, індексу освітньо-індустріальної діяльності; *причинно-наслідковий* – для встановлення взаємозв'язків між різними видами стейкхолдерів у закладах вищої

освіти, трансформаційними процесами у вищій освіті в країнах світу, технологіями Індустрії 4.0 і складовими навчального процесу закладів вищої освіти, рушійними факторами та викликами впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу, організаційно-економічними важелями впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти; *монографічний метод* – для узагальнення світового досвіду використання підходів управління організаційними змінами, мультистейкхолдерного управління, оцінки суб'єктів системи вищої освіти, управління конкурентоспроможністю закладів вищої освіти, управління організаційно-економічними важелями; *графічний* – для ілюстрації висновків, отриманих у результаті дослідження.

Інформаційну базу дослідження склали статистичні дані Державної служби статистики України, Національної асоціації банків України, Всесвітнього банку, Європейської обсерваторії сектора вищої освіти, дані вітчизняних і міжнародних рейтингових агентств, наукові праці вітчизняних і закордонних дослідників, матеріали науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси, власні дослідження та публікації за темою дисертації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці теоретико-методичних засад і практичних рекомендацій щодо впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті в Україні. У процесі дослідження отримано теоретичні, методичні та практичні результати різного ступеня новизни:

дістали подальшого розвитку:

аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України, яке, на відміну від наявного, передбачає виконання кількісного аналізу з елементами порівняльної секторальної оцінки за рядом показників діяльності й конкурентоспроможності промислового сектора, інноваційної діяльності та факторів, що стримують промислове виробництво, в контексті кризових процесів, викликаних наслідками пандемії COVID-19 і військових дій на території країни, що дозволяє оцінити стан інноваційної діяльності промисловості України і визначити основні групи проблем за умови присутності тривалих, персистентних криз;

теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України, який, на відміну від наявних, передбачає розбудову підсистем забезпечення (організаційного, кадрового, педагогічного, матеріально-технічного, фінансового) діяльності освітнього закладу в межах організаційно-економічного механізму управління трансформаціями, що дозволяє сформулювати ключові рекомендації з урахуванням основних проблем трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0 з метою забезпечення конкурентоспроможності й релевантності освітнього закладу;

удосконалено:

інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти, який, на відміну від наявних, передбачає розрахунок індексу, що включає показники освітньої діяльності, наукової діяльності та промислової діяльності, та дозволяє виконувати ранжування країн за рівнем розвитку їх системи вищої освіти, результативності освітньої і наукової діяльності, а також здатності промисловості використовувати ці результати, внаслідок чого може виконуватись класифікація за групами лідерів і наздоганяючих для виявлення проблем і обґрунтування сценаріїв розвитку вищої освіти з урахуванням досвіду країн з високим рівнем розвитку;

інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти, який, на відміну від наявних, передбачає оцінку діяльності суб'єктів за освітнім і промисловим напрямками, що дозволяє класифікувати їх за профілем діяльності (базовий, індустріально-орієнтований, освітньо-орієнтований, комплексний), а також формувати цільові вектори розвитку виходячи з наявного та цільового профілю;

аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0, яке, на відміну від наявних, передбачає формування переліку компетентностей, затребуваних в межах вакансій за цільовими напрямами освітньої програми, виявлення переліку компетентностей, які надаються в межах освітньої програми, і визначення відповідності між ними, що дозволяє враховувати динаміку та флуктуації ринку праці при актуалізації змісту навчальних програм.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в процесі дослідження теоретичні результати та методичні положення знайшли впровадження в таких організаціях та установах:

Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія» – використовується теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України, інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти й аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України в межах розробки рекомендацій, спрямованих на актуалізацію складу освітніх програм, і визначення пріоритетів розвитку НУА (довідка № 2-а від 02.06.2026 р.).

ННІ «Каразінський інститут міжнародних відносин та туристичного бізнесу» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна – використовується інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти, теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України та рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0 для визначення конкурентних переваг на ринку освітніх послуг, підвищення ефективності управлінських рішень щодо розвитку портфоліо проєктів, удосконалення системи управління освітньою діяльністю, оновлення освітніх програм відповідно до сучасних вимог Індустрії 4.0 (довідка № 0201/1486 від 30.06.2026 р.).

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» – використовується аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України, рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України у відповідності до вимог Індустрії 4.0, інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти при перегляді компонентів освітніх програм «Міжнародний бізнес», «Проектний менеджмент», «Менеджмент організацій і адміністрування» і переліку компетентностей у їх складі, а також для вироблення комплексу дій, направлених на поглиблення відносин Навчально-

наукового інституту економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу НТУ «ХПІ» з підприємствами приватного сектору регіону (довідка № 66-04/76 від 08.07.2026 р.).

Українська асоціація з розвитку менеджменту та бізнес-освіти (УАРМБО) – використовується аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України, інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти в межах діяльності, спрямованої на розвиток партнерства між бізнесом і закладами вищої освіти, впровадження сучасних навчальних та управлінських технологій, підвищення кваліфікації викладачів і управлінського персоналу університетів, експертне обґрунтування напрямів модернізації вищої освіти відповідно до потреб ринку праці та розвитку вітчизняної промисловості.

Особистий внесок автора в результати дослідження. Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею, що містить отримані особисто автором положення, висновки й рекомендації. Із наукових праць, виконаних у співавторстві, у дисертаційній роботі використано лише ті здобутки, які запропоновано особисто автором.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження доповідалися на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема: «Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики» (м. Харків, 2025); «International Conference on Data-Processing and Networking» (České Budějovice, Czech Republic, 2025); «2025 IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology» (Kharkiv, Ukraine, 2025); «4th World Conference on Information Systems for Business Management» (Bangkok, Thailand, 2025); «День науки» (м. Харків, 2025); «Синергія освіти, науки та бізнесу в епоху глобальних трансформацій» (м. Чернігів, 2025); «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії» (м. Київ, 2025); «Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики» (м. Харків, 2024); «Розвиток економічних систем в умовах глобалізації» (м. Харків, 2024); «Competitiveness and Innovation in the Knowledge Economy» (Chişinău, Republic of Moldova, 2024); «Development Through Research and Innovation» (Chişinău, Republic of Moldova, 2024); «Управління як чинник економічної рівноваги» (м. Харків, 2023); «Експертні оцінки елементів навчального процесу» (м. Харків, 2023);

«Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики» (м. Харків, 2023); «Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи» (м. Полтава, 2023).

Публікації. Основні наукові результати проведеного дослідження, теоретичні положення та практичні рекомендації опубліковано у 21 науковій праці, серед яких: 8 статей – у наукових фахових виданнях (зокрема 3 у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science, Ulrichsweb Global Serials та ін.); 13 тез – у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (301 найменування) і 6 додатків. Загальний обсяг основного тексту дисертації – 184 сторінки. Робота містить 20 таблиць і 48 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ВИЩІЙ ОСВІТІ КРАЇН СВІТУ

1.1. Сутність і роль системи вищої освіти в індустріальному суспільстві

Положення вищої освіти в індустріальному суспільстві сьогодення має складний характер, а освітні заклади стають суб'єктами, що тісно інтегруються в економічну й інноваційну діяльність країни, і результати діяльності яких відображаються на соціоекономічному середовищі, у якому вони функціонують [5; 6]. Проблематика трансформаційних процесів у вищій освіті, зокрема, має високу актуальність на фоні стрімкого розвитку технологій і зростання складності інноваційних екосистем, що, зі свого боку, призводить до змін у вимогах до освітньої системи. Здатність закладів вищої освіти належним чином адаптуватись до цих вимог і прийняти проактивну роль у своєму розвитку є запорукою забезпечення високого рівня їх актуальності та конкурентоспроможності, а також довготривалого соціоекономічного розвитку загалом.

Зважаючи на це, доцільним є насамперед встановити сутність і відношення релевантних понять, що становлять теоретичну основу вивчення трансформаційних процесів у вищій освіті в умовах сучасного індустріального суспільства. Виходячи з наведеного взаємозв'язку (рис. 1.1) пропонується почати розгляд із понять «освіта» і «вища освіта».

Загалом поняття «освіта» є складним і багатограним, що призводить до формування деяких відмінностей його інтерпретації залежно від сфери знань і контексту, у якому ця інтерпретація відбувається [7]. Так, М. Железняк та О. Іщенко визначають освіту як «процес розповсюдження знань і культури в суспільстві» [8, с. 1]. В. Савіщенко розширює поняття, вбачаючи освіту як «процес і результат зовнішнього і внутрішнього впливу на особистість з метою її вдосконалення,

оволодіння культурним надбанням людської цивілізації, орієнтації на подальший соціальний прогрес» [9, с. 27]. Н. Якса включає до поняття одночасно цінності, що розвиваються, процес навчання, результат та систему закладів, заходів, установ [10]. Отже, у межах дослідження під поняттям «освіта» пропонується розуміти процес, результат і систему розповсюдження знань, метою яких є засвоєння і розбудова знань, навичок, установок і цінностей особистості [8–11].



Рис. 1.1. Взаємозв'язок понять, що обумовлюють трансформацію вищої освіти
Джерело: побудовано автором

Зі свого боку, вища освіта виступає одночасно освітньо-кваліфікаційним рівнем і сукупністю засобів, спрямованих на його досягнення. Так, К. Корсак визначає вищу освіту як «рівень освіти, який здобуває особа у вищому навчальному закладі в результаті послідовного, системного та цілеспрямованого процесу засвоєння змісту навчання, який ґрунтується на повній загальній середній освіті й завершується здобуттям певної кваліфікації за підсумками державної атестації» [12, с. 1]. С Сисоєва пропонує розглядати вищу освіту «з одного боку, як процес навчання у вищій школі, а, з іншого, як результат навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні»

[13, с. 8]. С. Кушнір у своєму визначенні також поєднує результати (отримання знань, умінь, навичок, способів мислення тощо), інституційну структуру (заклади, наділені автономією в нормативних межах) та засвідчення результатів (кваліфікація, що підтверджується документом) [7, с. 24]. На основі наведеного поняття «вища освіта» пропонується узагальнити як освітньо-кваліфікаційний рівень і сукупність інституцій і засобів, спрямованих на його досягнення, результатом отримання якого є здобуття певної кваліфікації [7; 12; 13].

З моменту формування вищої освіти як явища характер діяльності освітніх закладів змінювався і розширювався, однак особливий інтерес у межах дослідження представляє період зародження промислового суспільства і його укорінення як домінантної форми устрою, що призвело до ряду фундаментальних змін в економічних структурах, соціальних структурах і способах виробництва. Зокрема, на відміну від первісного, аграрного й феодального, індустріальне суспільство заклало основу для розвитку вільних ринкових відносин, приватизації власності, глобалізації торгівлі, а також формування складних фінансових систем, що в інших моделях були б неможливими [14; 15]. Для спрощення тлумачення пропонується розглядати «індустрія» (запозичене) та «промисловість» як взаємозамінні [16].

Основою розуміння поняття «промисловість» є визначення його як (1) галузі матеріального виробництва та (2) сукупності підприємств, на яких відбувається видобуток і обробка сировини та виробляються товари вжитку [11; 17]. Можна узагальнити декілька підходів до визначення промисловості. У поведінковому формулюванні, запропонованому автором П. Ендрюс (P. Andrews), промисловість вбачається як угруповання подібних підприємств, поведінка яких впливає одне на одне [18]. Е. Бруннер (E. Brunner) розширює це визначення, у явному вигляді вводячи ключову характеристику П. Ендрюса, а саме технологічну схожість промислових процесів і здібностей [19]: угруповання підприємств зі схожими процесами, які здатні виробляти технологічно ідентичну продукцію. М. Портер (M. Porter) робить акцент на характеристиці підприємств як конкурентів та вироблення ними схожої продукції (субститутів) [20]: група конкурентів, що виробляють субститути та є достатньо близькими, щоби поведінка одного підприємства впливала на інші. Характеризація

промисловості як організованого (тобто такого, що має притаманну йому конфігурацію відносно стабільних економічно-технологічних умов) конкурентного середовища також прослідковується в ранній теорії галузевих ринків авторів Дж. Бейн (J. Bain) та Е. Мейсон (E. Mason) [21].

Отже, спираючись на [18–21], під поняттям «промисловість» (індустрія) пропонується вбачати групу підприємств, що знаходяться в спільному конкурентному середовищі, належність до якого визначається подібністю їх процесів і визначенням товарів чи послуг, які вони постачають на ринок, як субститутів. Водночас суспільство розуміється як значна група людей, яка співіснує в межах певної системи чи спільноти [11; 17]. Отже, індустріальне (промислове) суспільство пропонується визначити як вид соціальної структури, що базується на масовому виробництві товарів і ринкових відносинах [14; 22; 23].

Загальні тлумачення основних компонент цих понять наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Тлумачення термінів основних компонент понять «промисловість» і «промислове суспільство»

Термін	Значення
підприємство	1. окрема виробнича установа (завод, фабрика і т. ін.); 2. діяльність у будь-якій галузі, що дає прибутки
виробництво	1. процес, під час якого люди, зв'язані між собою певними виробничими відносинами, створюють матеріальні блага, необхідні для суспільства; 2. праця над безпосереднім виготовленням продукції
конкуренція	1. суперництво в будь-якій галузі, боротьба за досягнення кращих наслідків; змагання 2. боротьба між приватними підприємцями за вигідніші умови виробництва й збуту товарів при товарному виробництві
ринок	сфера товарного обміну; пропозиція і платоспроможний попит на товари
субститут	замінник або новий промисловий матеріал, виріб, який заміняє існуючий
соціальна структура	спосіб взаємодії, співпраці та взаємної підтримки між членами спільноти
багатство	надлишок цінних ресурсів, у тому числі економічні блага та активи, які мають корисну цінність, є дефіцитними порівняно з попитом та можуть бути передані

Джерело: побудовано автором за матеріалами [11; 24; 25]

Індустріальне суспільство має низку властивостей, які становлять інтерес для дослідження та є релевантними для визначення його зв'язку із системою вищої освіти, а саме такі [15; 23; 26; 27]: урбанізація, технологізація і машинізація виробництва, стандартизація, ускладнення процесів розподілу праці, зростання ролі промислових підприємств як центральної категорії суб'єктів економічної діяльності, формування складних глобальних ринкових відносин.

Унаслідок цього, у період стрімкої індустріалізації змінився характер навичок, що вимагались від робітників, вони стали складнішими, їх перелік зріс, через що звична на той час модель учнівства в складі ремісничих гільдій стала недостатньою для забезпечення промисловості кваліфікованою робочою силою [28]. Зросла також роль конкурентоспроможності робітників та індивідуальна відповідальність за забезпечення власної конкурентоспроможності на ринку праці [29]. Водночас вища освіта стала вбачатись одним із основних інструментів підвищення продуктивності праці, що призвело до загострення акценту на функції освітніх закладів як постачальників кваліфікованих спеціалістів [30]. На тлі технологізації виробництва також посилювався попит на доробки й інновації, що сприяло зростанню продукування та поширенню результатів науково-дослідницької діяльності закладів системи вищої освіти, а також зробило їх більш активними учасниками інноваційного процесу [31].

Отже, можна узагальнити такі функції, що переймають заклади вищої освіти в середовищі промислового суспільства [29–31]: продукування і розповсюдження знань, розвиток науково-дослідницької діяльності, задоволення широких соціальних інтересів, сприяння економічному розвитку шляхом розбудови людського капіталу й технологічних інновацій.

З вищесказаного можна винести припущення, що за таких умов система вищої освіти тією чи іншою мірою взаємодіє з іншими секторами, однак залишається відкритим питання відносно сторін і характеру взаємодії. Для того щоб відповісти на це питання, звернемось до моделей спіралі Г. Ецковіца (H. Etzkowitz) та Л. Лейдесдорфа (L. Leydesdorff).

Модель потрійної спіралі описує можливі конфігурації взаємодії між системою вищої освіти, промисловим сектором і державою. Виокремлюються три конфігурації

(рис. 1.2) [32]: етатистська, у якій держава відіграє основну роль в інноваційному розвитку шляхом визначення проєктних ініціатив та виділення ресурсів на них, а вища освіта і промисловість мають обмежений рівень автономії; *laissez-faire*, у якій сторони функціонують переважно автономно; збалансована, у якій сторони зберігають свої основні функції, але водночас активно співпрацюють.

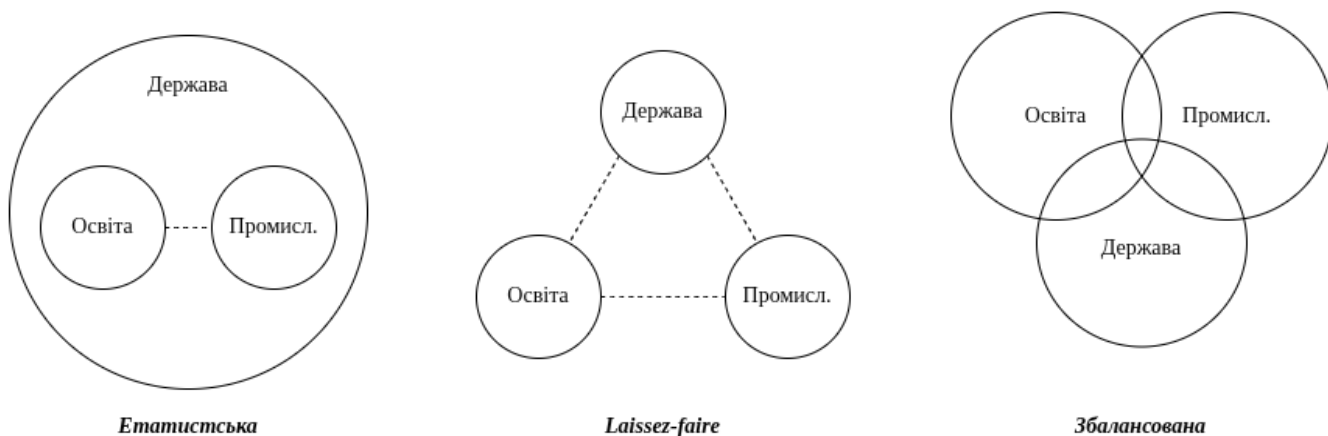


Рис. 1.2. Моделі потрійної спіралі

Джерело: побудовано автором за матеріалами [32]

Виокремлюється також модель чотириланкової спіралі, що, на додачу до трьох окреслених секторів, охоплює громадське суспільство (рис. 1.3). На відміну від потрійної спіралі, чіткого, загально узгодженого визначення четвертої ланки спіралі немає [35].



Рис. 1.3. Модель взаємодії між елементами чотириланкової спіралі

Джерело: побудовано автором за матеріалами [33; 34]

Г. Ецковіц і Л. Лейдесдорф обговорювали можливість включення четвертої ланки, однак дійшли думки, що визначення громадськості лише як четвертої спіралі звужує її до ще однієї приватної сфери, замість того, щоб розглядати громадянське суспільство як основу інноваційної діяльності [36, с. 57]. Е. Караянніс (E. Carayannis) і Д. Кемпбелл (D. Campbell) визначають четверту спіраль спочатку як громадськість, що спирається на цінності, культуру й засоби масової інформації [37], а пізніше – як громадянське суспільство [38]. На думку авторів, сутність четвертої спіралі полягає у тому, що на інноваційні системи також мають вплив культура, цінності та засоби масової інформації, які, зі свого боку, впливають на формування громадської реальності [37; 38]. Е. Караянніс (E. Carayannis) і Р. Рахматуллін (R. Rakhmatullin) [35] додають, що чотириланкова спіраль ставить на перше місце користувачів інновацій (громадськість), які тією чи іншою мірою беруть участь у інноваційних процесах і піддаються їх впливу. О. Афонсо (O. Afonso) та ін. [39] наголошують на двоскладній ролі громадянського суспільства як одночасно співтворця та кінцевого споживача інновацій.

Отже, наведемо характеристику груп стейкхолдерів у вищій освіті в рамках моделі потрійної і чотириланкової спіралі (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Групи стейкхолдерів у вищій освіті в межах моделей потрійної і чотириланкової спіралі

Група	Характеристика
1	2
Внутрішні стейкхолдери	
Керівництво	Управлінський склад, представники якого зазвичай наділені значними повноваженнями, а перелік їх функцій містить такі: формування стратегічних ініціатив, керування ресурсами, координація між стейкхолдерами та ін.
Науково-педагогічний склад	Працівники закладу, які беруть участь у продукуванні та розповсюдженні знань у межах ведення викладацької та науково-дослідницької діяльності
Адміністративний склад	Працівники, які не беруть прямої участі в продукуванні та розповсюдженні знань, діяльність яких направлена на підтримку процесів, що протікають у закладі (консультації, маркетинг, фінанси, кар'єрні послуги і т. ін.)

Продовження таблиці 1.2

1	2
Здобувачі освіти	Особи, що вступили до закладу і проходять у ньому навчання. Інколи можуть сприйматись більше як кінцеві споживачі освітніх послуг, а їх рівень залученості як стейкхолдерів і вплив на прийняття рішень різняться
Зовнішні стейкхолдери	
Влада	Державні органи, які займаються моніторингом і регулюванням діяльності системи вищої освіти шляхом розробки стандартів, фінансування, забезпечення контролю якості, формування державних замовлень на пріоритетні спеціальності тощо
Представники приватного сектора	Широке коло активних і потенційних стейкхолдерів, зацікавлених у співпраці із закладом (напр., працевлаштування висококваліфікованих спеціалістів, участь у спільних науково-дослідницьких програмах та ін.) або виступають постачальниками товарів і послуг (видавництва, постачальники апаратного та програмного забезпечення тощо)
Представники громадськості	Стейкхолдери, що можуть не брати прямої участі в діяльності закладу, але тією чи іншою мірою впливають на трансформації у вищій освіті та отримують від них вигоди

Джерело: побудовано автором за матеріалами [33; 40; 41]

Отже, трансформації у вищій освіті відбуваються під впливом спільних дій груп стейкхолдерів, а також факторів внутрішнього й зовнішнього середовища [40; 42]. Отже, заклади вищої освіти можна розглядати як такі, що мають складні взаємовідносини із множинними стейкхолдерами і здатні переймати додаткові функції, що можуть бути їм неpritаманні (напр., брати участь у підприємницькій діяльності), у результаті чого вони можуть набувати властивостей як об'єктів, так і суб'єктів трансформаційних процесів [43; 44].

З вищесказаного можна визначити, що роль системи вищої освіти в промисловому суспільстві динамічна, активна, формоутворююча та має тісний зв'язок із трансформаційними процесами, що протікають у межах самого промислового суспільства. Розглянемо ці трансформаційні процеси в розрізі промислових революцій.

П. Грумпос (P Groumpos), розглядаючи першу промислову революцію, визначає поняття так [45]: значна зміна в промисловості, технологіях і суспільстві, перехід економіки від аграрної до індустріальної системи. Т. Ештон (T. Ashton) наводить такі властивості, що надають поняттю сутності саме революції [46, с. ххі]:

зростання чисельності населення, застосування наукових досягнень у промисловості, більш інтенсивне та масштабне використання капіталу, урбанізація сільських громад, поява нових соціальних класів. А. Шарма (A. Sharma) та Б. Сінгх (B. Singh) [47] розглядають промислові революції на перетині трьох складових: технологічних інновацій (впровадження нових технологій у промислові процеси), соціальних зсувів (формування нових бізнес-моделей), демографічних зсувів (зміни в природі робочого процесу та навичок, які потребуються в промисловості). Отже, промислові революції можна узагальнено розглядати як трансформації промислового суспільства.

У табл. 1.3 наведено характеристику індустріальних революцій і роль вищої освіти в кожній із них.

Таблиця 1.3

Індустріальні революції та роль вищої освіти в них

Індустріальна революція	Період	Ключова характеристика	Роль вищої освіти
Індустрія 1.0	1760–1840 рр.	Механізація праці з використанням водяних і парових виробничих пристроїв	Формування прикладних наук і технічної освіти
Індустрія 2.0	1870–1914 рр.	Масовізація виробництва на основі поділу праці, електрифікація	Початок інтеграції системи вищої освіти в промисловість, розвиток прикладних навчальних програм
Індустрія 3.0	1950–2000 рр.	Розвиток автоматизації шляхом використання інформаційних технологій у виробничих процесах	Формування навчальних програм з інформаційних технологій та розвиток управлінських підходів
Індустрія 4.0	2011 р. до сьогодні	Впровадження кіберфізичних систем у виробництві	Продуктування прикладних інновацій, підтримка розвитку людського капіталу

Джерело: побудовано автором за матеріалами [47; 48]

У межах дослідження розглядається четверта промислова революція (Індустрія 4.0). Насамперед це обумовлено зрілістю та окресленістю концепції, як у науковому, так, і в прикладному полях. Одним із показників зрілості є високий рівень публікаційної діяльності та значний загальний об'єм дослідницької бази, що сформувалась із моменту зародження поняття.

Основою для розуміння Індустрії 4.0 можна вважати модель RAMI 4.0 (Reference Architectural Model Industrie 4.0) [49; 50]. Згідно з нею Індустрія 4.0 розглядається в контексті «розумної» фабрики, її архітектури, життєвого циклу продукту та ієрархії [51]. Властивостями такої фабрики, що відрізняють її від попередніх поколінь, є такі [51]: цифровізація виробничих процесів; залучення пов'язаних між собою виробничих компонентів; реорганізація бізнес-процесів підприємства задля підтримки гнучких, розподілених виробничих процесів; тісна комунікація та взаємодія між учасниками виробничого процесу. Центральною технологією четвертої промислової революції можна вважати кіберфізичні системи – мережеві системи, що зв'язують фізичні компоненти, програмне забезпечення і людей, у результаті чого досягаються нові рівні соціотехнічної взаємодії [52]. Отже, значну роль в Індустрії 4.0 відіграє саме технологічна складова.

М. Рупп (M. Rupp) та ін. надають таке визначення Індустрії 4.0 [52, с. 12]: впровадження кіберфізичних систем із метою створення розумних фабрик шляхом використання технологій Інтернету речей, великих даних, хмарних обчислень, штучного інтелекту та комунікаційних технологій для обміну інформацією та зв'язку в режимі реального часу на всьому ланцюзі вартості. У межах дослідження пропонується розширити й узагальнити поняття, визначивши Індустрію 4.0 як промислову революцію, в основі якої лежить інтеграція кіберфізичних систем у виробничі та бізнес-процеси промислових підприємств із метою створення «розумних» фабрик та «розумних» продуктів [49–53].

Найближчим орієнтиром того, як виглядає майбутня промислова революція, є Індустрія 5.0, що вбачається як розширення Індустрії 4.0 з метою формування сталого, резильєнтного, орієнтованого на людину промислового суспільства [54; 55]. Однак на сьогодні як теоретична, так і емпірична база дослідження п'ятої промислової революції розвинута недостатньо глибоко. М. Гобаклу (M. Ghobakhloo) та ін. [56] наголошують, що в результаті тривалого дискурсу сформувався консенсус, згідно з яким Індустрія 5.0 являє собою не самостійну промислову революцію, подібно до тих, що відбувались раніше, а регуляційну модель, яка спирається на досягнення Індустрії 4.0. Автори у [57] зазначають, що Індустрія 5.0 все ще

знаходиться в зародковому стані та потребує формування чіткої теоретичної бази. Автори також наголошують на проблемах, що виникають серед організацій, які поспішають впровадити засади Індустрії 5.0 без наявності адекватного організаційного й технологічного забезпечення.

Розглянемо динаміку публікаційної діяльності за темами Індустрії 4.0 і 5.0 більш детально. За результатами систематизації та узагальнення наукових публікацій з ключовими словами «Industry 4.0» та «Industry 5.0» в наукометричній базі Scopus із використанням інструменту лапки («») у TITLE-ABS-KEY за період 2014–2025 рр. було отримано 49219 і 5686 документів відповідно (рис. 1.4).

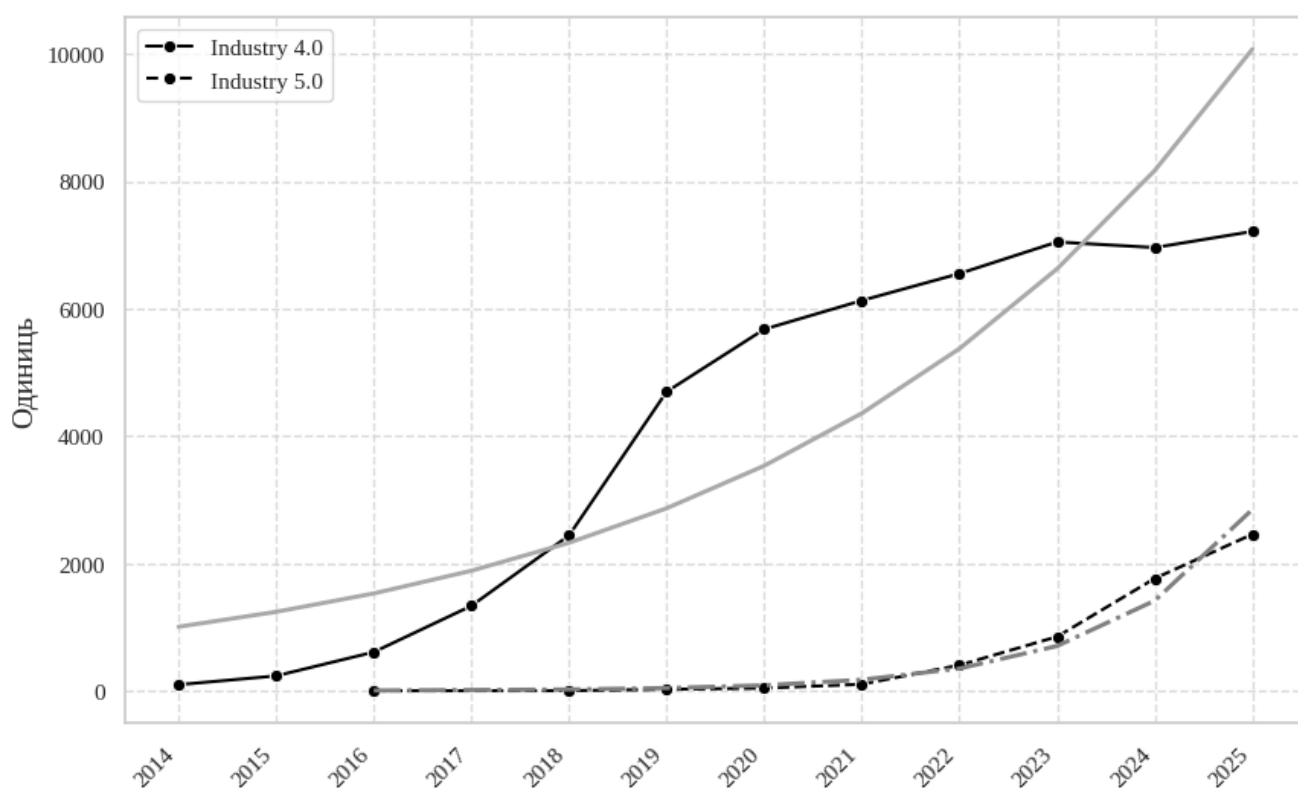


Рис. 1.4. Динаміка зростання кількості публікацій, присвячених дослідженню «Industry 4.0» та «Industry 5.0», у наукометричній базі даних Scopus

Джерело: побудовано автором за матеріалами [58]

Результати аналізу показують, що публікації, присвячені дослідженням за тематикою «Industry 4.0», у наукометричній базі даних Scopus з'явилися у 2014 р. і продовжують зростати. Найбільш різке зростання відбулось у період 2018–2019 рр., після чого темп дещо скоротився. Однак низхідна тенденція не спостерігається. За тематикою «Industry 5.0» дослідження з'явилися у 2016 р., темп їх зростання є доволі

помірним і став більш вираженим із 2023 р. У 2025 р. у наукометричній базі Scopus проіндексовано 7212 публікацій за ключовим словом «Industry 4.0» і 2458 – за ключовим словом «Industry 5.0».

Для формалізації контекстуальних закономірностей за тематикою «Industry 4.0» було використано інструментарій VOSviewer. Усі результати пошуку в наукометричній базі Scopus були експортовані у форматі, розділеному табуляцією, який містив бібліографічну інформацію, таку як назви, автори, журнали, установи, ключові слова, роки публікації та анотації для подальшого аналізу та візуалізації за допомогою програмного забезпечення для бібліометричного аналізу. Графічну інтерпретацію результатів бібліометричного аналізу наведено на рис. 1.5.

Бібліометричний аналіз із центральною категорією «Industry 4.0» дозволив виявити 5 кластерів, кожен із яких виділено кольором:

перший кластер (червоний), до якого входить 9 термінів: «supply chains», «digital transformation», «industrial revolutions», «sustainability», «sustainable development», «industrial revolutions», «industrial research», «engineering education», «industry 5.0»;

другий кластер (жовтий), що складає 4 терміни, а саме такі: «big data», «data analytics», «information management», «decision making»;

третій кластер (синій), що включає в себе 5 термінів: «blockchain», «embedded systems», «network security», «internet of things», «cyber-physical systems»;

четвертий кластер (зелений), до якого входить 6 термінів: «artificial intelligence», «machine learning», «deep learning», «learning systems», «automation», «predictive maintenance»;

п'ятий кластер (фіолетовий), що включає 2 терміни, а саме: «smart manufacturing», «digital twin».

Отже, за результатами проведеного бібліометричного аналізу на базі літератури з наукометричної бази Scopus було виділено 5 кластерів наукових досліджень за тематикою «Industry 4.0». Згідно з розподілом виділяються такі групи понять: організаційно-соціальна трансформація виробництва (червоний кластер); управління даними та аналітика даних (жовтий кластер); цифрова інфраструктура, пов'язана з

впровадженням технологій Індустрії 4.0 (синій кластер); розумні системи та автоматизація (зелений кластер); сучасні методи виробництва та прикладне застосування технологій Індустрії 4.0 (фіолетовий кластер).

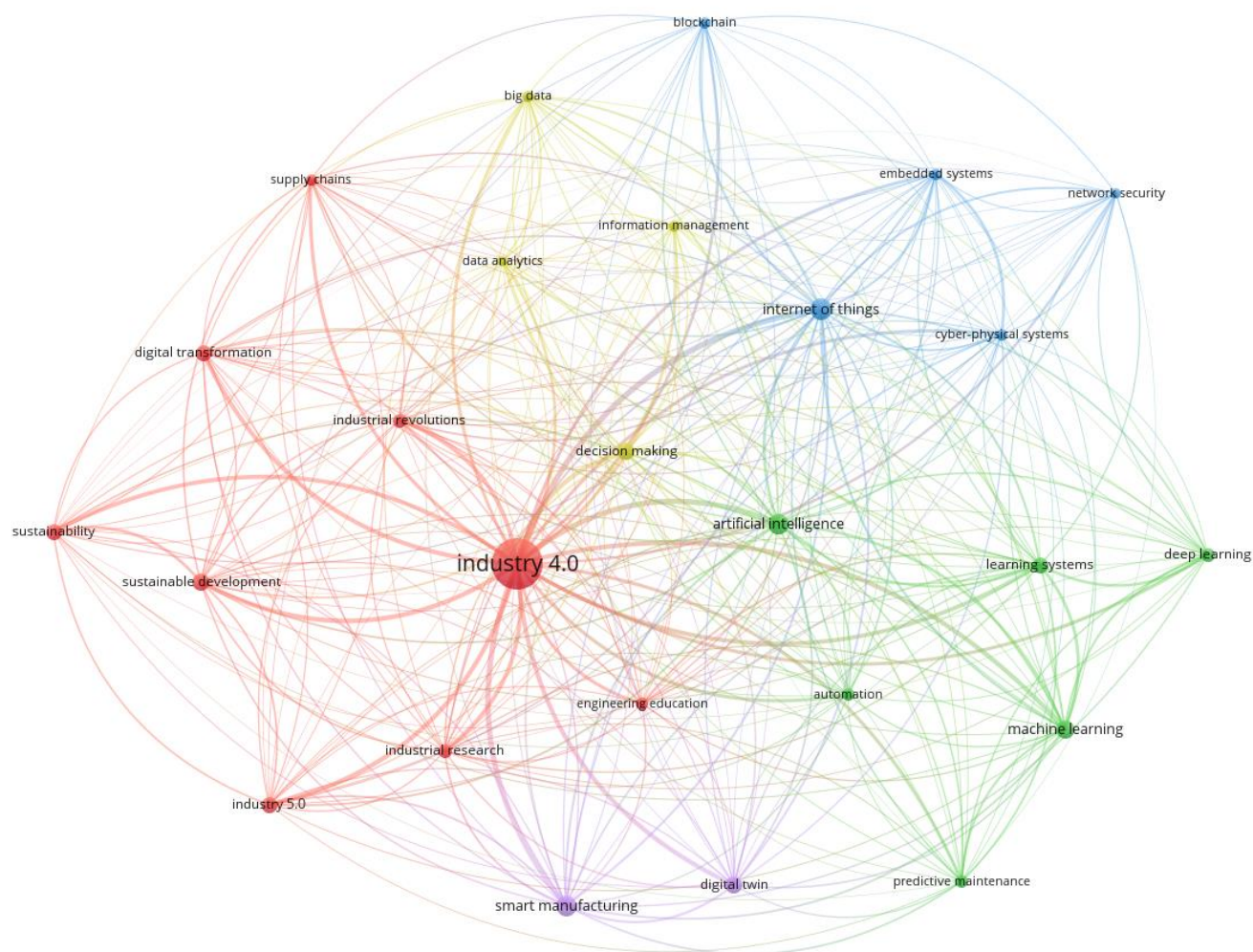


Рис. 1.5. Мережева карта зв'язків між ключовими словами з дослідження за тематикою «Industry 4.0»

Джерело: побудовано автором за матеріалами [58]

Підсумовуючи результати дослідження, можна зазначити таке. В умовах сучасного промислового суспільства роль вищої освіти охоплює низку функцій, що впливають із його ключових характеристик. Зокрема, вона полягає у продукуванні знань, розбудові людського капіталу шляхом підготовки кваліфікованих, конкурентоспроможних працівників і веденні науково-дослідницької діяльності. Водночас заклади системи вищої освіти взаємодіють із широким колом стейкхолдерів, унаслідок чого спектр їхніх функцій може розширюватися, а самі

заклади можуть виконувати як об'єктну (адаптивну), так і суб'єктну (агентську) роль. У промисловому суспільстві відбувається ряд трансформаційних процесів, що мають вплив як на саме суспільство, так і на сутність і роль вищої освіти в ньому. Актуальну на сьогодні віху розвитку промислового суспільства становить Індустрія 4.0, сутність якої полягає у впровадженні кіберфізичних систем у виробничі та бізнес-процеси підприємств із метою створення «розумних» фабрик і «розумних» продуктів. Значну роль в Індустрії 4.0 відіграє технологічна складова, однак з властивостей «розумної» фабрики в моделі RAMI 4.0 і бібліографічного аналізу видно, що важливими складовими є також організаційні й соціальні аспекти трансформації.

1.2. Характеристика світових трансформаційних процесів у вищій освіті

Існування трансформаційних процесів у системі вищої освіти зумовлює необхідність розглянути їх більш детально, що є необхідною передумовою для вдосконалення організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0. Для більш повного розкриття проблематики управління трансформаціями, насамперед, проведемо уточнення трактування релевантних понять.

У загальному сенсі трансформація являє собою повне або значне перетворення, внаслідок якого відбувається модифікація властивостей або набуття нового стану чи характеристик її об'єкта [59; 60]. Це визначення лягає в основу незалежно від сфери знань, у якій воно застосовується: чи то економіка, правознавство або політологія [61]. О. Громико узагальнює, що поняття «трансформація» «застосовується до всіх типів істотних змін основних структур та систем суспільства» [61, с. 127].

У межах дослідження трансформацію пропонується вбачати як значну, системну, нелінійну реконфігурацію логік і структур, в результаті якої досягається якісно новий стан [62–66]. Для більш чіткого розмежування із суміжними категоріями (реформа, модернізація, адаптація) визначимо трансформацію як зміну другого

порядку. На відміну від зміни першого порядку, що характеризується поступовими корективами наявних параметрів (структур, процесів і т. ін.), зміна другого порядку передбачає радикальні, масштабні, довготривалі зміни, перебудову параметрів системи на фундаментальному рівні [67]. Порівняння властивостей понять «зміна», «реформа», «модернізація», «адаптація» і «трансформація» [67–70] наведено в табл. А.1 Додатка А.

Загальні тлумачення основних компонент поняття «трансформація» наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Тлумачення термінів основних компонент поняття «трансформація»

Термін	Значення
значний	Який переважає звичайні рівень, ступінь, міру і т. ін. чого-небудь
системний	Стосовний до системи; який є системою
нелінійний	Який не відповідає певній логічній, часовій і т. ін. послідовності
реконфігурація	Зміна конфігурації; процес перебудови або переналаштування взаємного розташування елементів системи, її структури або функціональних параметрів
логіка	Внутрішня закономірність
структура	1. Взаєморозміщення та взаємозв'язок складових частин цілого; будова. 2. Устрій, організація чого-небудь

Джерело: сформовано автором на основі [11]

Зі свого боку процес розуміється як послідовність дій, послідовна зміна явищ або станів, по закінченню яких досягається результат [11; 59]. Визначення процесу як послідовності лягає в основу його тлумачення в теоретичному полі роботи. Так, А. Ван де Вен (A. Van De Ven) наводить такі його розуміння в контексті стратегічних процесів [71, с. 169]: як логіки, що пояснює причинно-наслідкові зв'язки між незалежними та залежними змінними; як категорії понять чи змінних, що стосуються дій окремих осіб чи організацій; як послідовності подій, що описують те, як речі змінюються із часом. С. Бахарах (S. Bacharach) та ін. [72] у контексті організаційних трансформацій наводять розуміння процесу як послідовності кроків або етапів, де кожен попередній формує передумови для наступного.

Отже, у межах дослідження визначимо поняття «трансформаційний процес» як сукупність пов'язаних дій, явищ, станів, що становлять трансформацію [65; 72–74].

Виходячи із запропонованих розумінь понять «трансформація», «трансформаційний процес», «вища освіта» визначимо «управління трансформаціями у вищій освіті» як сукупність мір, заходів тощо, спрямованих на проходження закладу через трансформацію з урахуванням середовища, у якому заклад як організація функціонує [75–78]. Водночас поняття «управління трансформаціями» й «управління змінами» не завжди мають чітке розмежування. Так, наприклад, Е. Хасу (E. Nasu) та ін. вбачають трансформацію як процес більш глибокої організаційної зміни, а управління трансформаціями – як управління організаційними змінами [75, с. 4284].

Проблематиці трансформаційних процесів у вищій освіті в країнах світу присвячені, зокрема, праці дослідників Дж. Ді (J. Dee), Л. Лейштейте (L. Leisyte), Ф. Вера (F. Vera), К. Холлі (K. Holley), Г. Родрігес-Абітія (G. Rodriguez-Abitia), Г. Брібієска-Корреа (G. Bribiesca-Correa), Ю. Соегото (Y. Soegoto).

Дж. Ді та ін. наводять такі властивості трансформацій у вищій освіті [40]: зміни другого порядку, що відбуваються в межах стратегії, структури, культури й поведінки; трансформація може бути запланованою; трансформаційна зміна є результатом групи емерджентних (зв'язки, властивості яких не притаманні їх складникам [11]) змін, що піддалися інституціоналізації. Ф. Вера наголошує на нелінійності та системності як визначних властивостях трансформацій у вищій освіті [79]. К. Холлі розглядає трансформаційні зміни в контексті набуття закладами вищої освіти властивостей міждисциплінарності. Автор наводить такі властивості трансформаційної зміни [80]: всеосяжна; свідомо; відбувається протягом тривалого періоду часу; стосується інституційної культури та зосереджується на інституційних припущеннях; проявляється як у структурних, так і культурних перемінах.

Окремі дослідники розглядають проблематику цифрової трансформації вищої освіти. Так, Г. Родрігес-Абітія та Г. Брібієска-Корреа [81] зазначають, що порівняно з іншими секторами, такими як виробництво чи сфера послуг, заклади системи вищої освіти відстають у впровадженні цифрових технологій через низький рівень організаційного та кадрового забезпечення, нестачу фінансування, відсутність розуміння їх цінності й інфраструктурні труднощі. Ю. Соегото та ін. [82] підсумовують аспекти цифрової трансформації у вищих освітніх закладах, а саме:

стратегічні, бізнес-моделі, технологічні, людські. Автори у [83] визначають такі категорії викликів, пов'язаних із цифровою трансформацією ЗВО: навколишнього середовища, організаційні, технологічні, людські, культурні.

Отже, можна узагальнити такі трансформаційні процеси у вищій освіті в країнах світу (табл. 1.5): цифровізація, персоналізація, розширення переліку освітніх послуг, маркетингізація, інтернаціоналізація.

Таблиця 1.5

Основні трансформаційні процеси у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0

Процес	Характеристика
Цифровізація	Підвищується інтенсивність і масштаб використання цифрових технологій у діяльності освітніх закладів, формуються цифрові екосистеми, зростає об'єм даних, що збираються і обробляються, стають можливими нові або спрощуються наявні види діяльності (напр., дистанційне навчання)
Персоналізація	Розробка складу освітніх програм, навчальних матеріалів, вибір підходів до викладання і оцінки знань керуються здатністю забезпечувати потреби й адаптуватись до індивідуальних вимог здобувачів
Розширення переліку освітніх послуг	Освітні заклади впроваджують нові підходи до викладання і атестації знань, такі як онлайн-курси, мікрокваліфікації, комбіновані кваліфікації, нанодипломи тощо з метою залучення більш широкого кола здобувачів освіти й диверсифікації джерел прибутку
Маркетингізація	Поява й укорінення ринкових сил (конкуренція, попит і пропозиція, приватизація, комодифікація тощо) у вищій освіті, набуття закладами властивостей приватних підприємств, розширення портфоліо їх діяльності за межі освітніх послуг
Інтернаціоналізація	Освітні заклади розширюють географічні межі своєї діяльності й видимості (філії, програми академічної мобільності, дистанційна, гібридна освіта і т.ін.), а також, зі свого боку, залучають глобальні, міжкультурні підходи в межах діяльності для забезпечення конкурентоспроможності на світовій арені

Джерело: побудовано автором за матеріалами [79–86]

У контексті цих трансформаційних процесів та їх взаємозв'язку доцільно розглянути концепцію Освіти 4.0 (Education 4.0), яка, подібно до промислових революцій, описаних у п. 1.1 дисертаційного дослідження, становить актуальну на сьогодні віху «освітніх революцій» і тісно пов'язана з Індустрією 4.0.

Одним із перших поняття ввів футуролог П. Фіск (P. Fisk), визначивши такі основні властивості Освіти 4.0 [87]: відповідає вимогам Індустрії 4.0, використовує цифрові технології, формує основу для навчання протягом життя як майбутньої

форми освіти. Всесвітній економічний форум визначає Освіту 4.0 як прогресивну модель викладання і навчання, що дає здобувачам знань навички, установки й цінності, орієнтовані на майбутнє [88]. Ф. Абнулгід (F. Abnoulgid) та ін. [89] виокремлюють поняття «Вища освіта 4.0» (Higher Education 4.0) як таке, що є безпосередньо пов'язаним із технологіями й діяльністю Індустрії 4.0.

Отже, поняття «Освіта 4.0» можна узагальнити як модель організації освітнього процесу, що спирається на використання сучасних технологій і педагогічних підходів для формування персоналізованого, гнучкого, орієнтованого на здобувачів середовища з метою забезпечення їх необхідними навичками, компетентностями, цінностями й установками для успішної інтеграції в середовище Індустрії 4.0 [89–92].

Подібно до хронології промислових революцій, освітні революції також часто розглядаються у виді послідовності (Освіта 1.0, Освіта 2.0,...). Через це може здатись доцільним розглядати їх паралельно промисловим, однак, консенсусу серед дослідників із цього приводу немає [93].

Дж. Міранда (J. Miranda) та ін. [94] розглядають освітні революції близько за часовим проміжком до промислових. К. Льюїс (K. Lewis) та ін. [95] зауважують, що проведення паралелей між промисловими революціями та розвитком освіти є неточним, оскільки не бере до уваги інші фактори, такі як динаміка потреб суспільства, культурні зсуви, розвиток педагогіки тощо. Дж. Герштейн (J. Gerstein) [96] розглядає поняття «Освіта 1.0–3.0» паралельно до розвитку вебтехнологій (Web 1.0–Web 3.0). Д. Каракацані (D. Karakatsani) та Я. Кінал (J. Kinal) [97] переймають лише типологію промислових революцій і пропонують розглядати розвиток освіти з двох точок зору: за рівнем формалізації (тобто Освіта 1.0 сформувалась у давні часи, до появи формальних вимог до освітніх закладів; Освіта 3.0 характеризує вхід приватного сектора в систему освіти) та рівнем освіченості населення. Г. Салмон (G. Salmon) [98] поєднує обидва погляди та надає гібридну типологію, у якій Освіта 1.0 відноситься до періоду між другою і третьою промисловими революціями, Освіта 2.0 співвідноситься з формуванням концепції Web 2.0, Освіта 3.0 – Web 3.0, а Освіта 4.0 визначається одночасно з Web 4.0 та Індустрією 4.0.

Отже, на підставі проведеного дослідження узагальнимо таку характеристику та хронологію освітніх революцій (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Характеристика освітніх революцій

Модель	Період	Характеристика
Освіта 1.0	Кінець XVIII ст.	Переважає інструктивістський підхід, основним джерелом знань є вчитель, роль здобувачів пасивна; стандартизовані освітні програми, у процесі навчання використовуються механічні інструменти; показником засвоєння знань є оцінювання і випуск дипломів
Освіта 2.0	XX ст.	Відбувається розвиток андрагогічних, конструктивістських підходів, роль здобувачів стає більш активною, зростає акцент на розвитку метакогнітивних навичок, взаємному навчанні; формується основа комп'ютеризації освітнього процесу
Освіта 3.0	Кінець XX ст. – початок XXI ст.	Поширюється впровадження хьютагогічних, конективістських підходів, орієнтованості на прикладне застосування засвоєних знань; зростає акцент на спільному навчанні й розв'язанні навчальних задач; викладач переймає роль організатора навчального процесу; нарощується масштаб цифровізації
Освіта 4.0	2017 р. – сьогодні	Активно використовуються сучасні технології, зокрема Індустрії 4.0; зростає роль самостійного навчання, рівня автономії здобувачів; викладач переймає роль ментора, наставника; вкорінюється бачення навчання протягом життя як актуального та необхідного

Джерело: побудовано автором за матеріалами [95–99]

Для подальшої формалізації контекстуальних закономірностей за тематикою «Education 4.0» було використано інструментарій VOSviewer. Графічну інтерпретацію результатів бібліометричного аналізу наведено на рис. 1.6.

Бібліометричний аналіз із центральною категорією «Education 4.0» дозволив сформувати 4 кластера, що позначені кольором.

перший кластер (червоний), який об'єднує 8 термінів: «personnel training», «curricula», «educational innovations», «blended learning», «students», «education computing», «high educations», «engineering education»;

другий кластер (зелений) об'єднує 8 термінів, серед яких: «higher education institutions», «learning systems», «e-learning», «computer-aided instruction», «COVID-19», «industrial revolutions», «sustainable development», «digital transformation»;

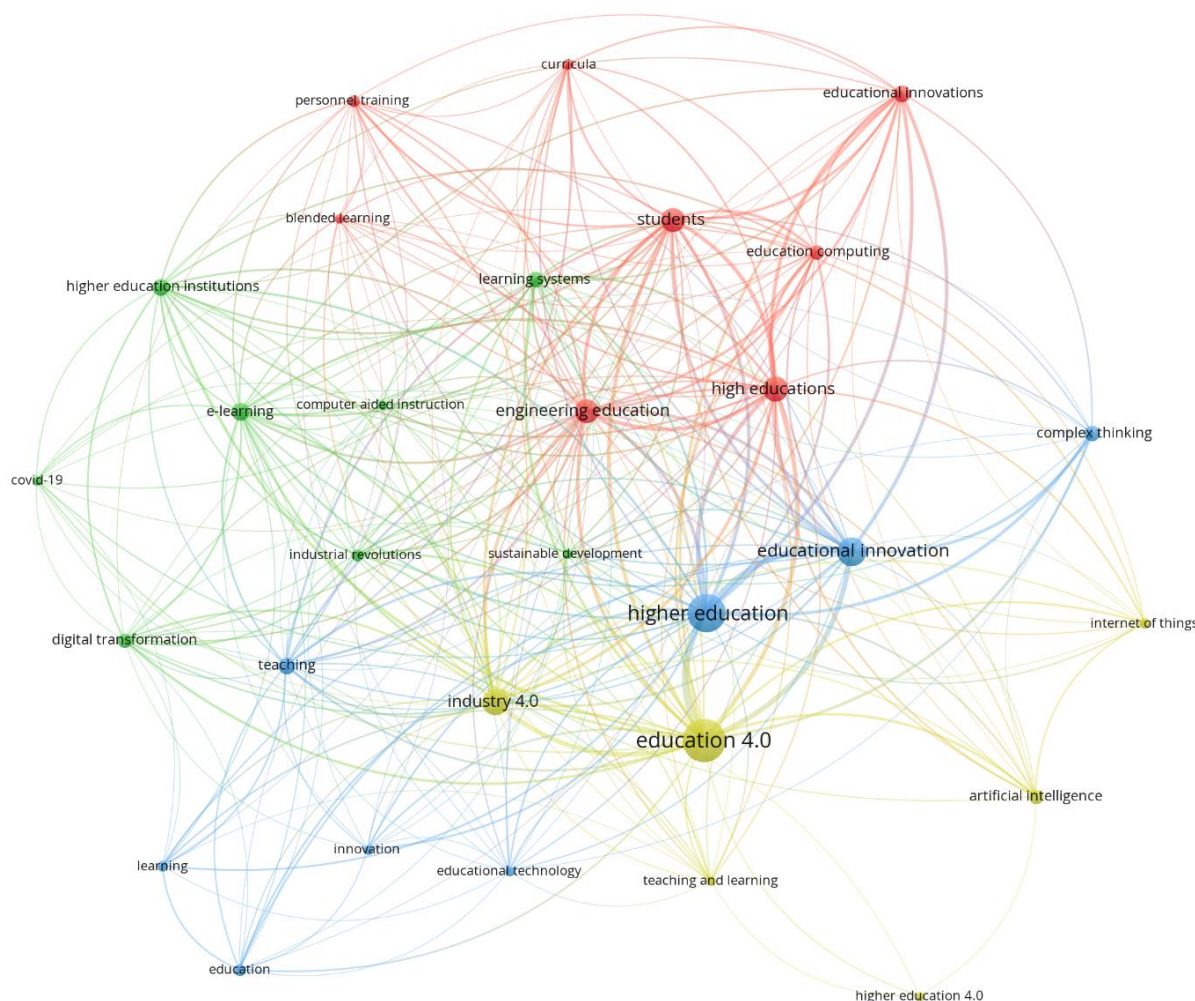


Рис. 1.6. Мережева карта зв'язків між ключовими словами з дослідження за тематикою «Education 4.0»

Джерело: побудовано автором за матеріалами [58]

третій кластер (синій) охоплює 8 термінів, а саме: «complex thinking», «educational innovation», «higher education», «teaching», «learning», «innovation», «educational technology», «education»;

четвертий кластер (жовтий) охоплює 6 термінів: «industry 4.0», «education 4.0», «internet of things», «artificial intelligence», «teaching and learning», «higher education 4.0».

Отже, проведений бібліометричний аналіз із використанням програмного забезпечення для візуалізації даних VOSviewer як дослідницького інструментарію для аналізу релевантної літератури з наукометричної бази Scopus дозволив виділити 4 кластера наукових досліджень за тематикою «Education 4.0». Як показує розподіл

кластерів, виділяються такі основні грані поняття «Education 4.0»: навички та підготовка спеціалістів (червоний кластер), цифровізація освітніх закладів в умовах сталого розвитку (зелений кластер), педагогічне ядро (синій кластер), технології Індустрії 4.0 (жовтий кластер).

На основі результатів бібліометричного аналізу й огляду літератури представимо концептуальну карту поняття «Освіта 4.0» (рис. 1.7), що містить такі компоненти: цінності, компетентності, технології Індустрії 4.0, процес навчання, інфраструктура.

До компонента «цінності» входять особистісні (напр., зацікавленість, установка на розвиток) та міжособистісні (суспільне ставлення, культурна обізнаність і т. ін.) цінності, що є необхідними для розвитку у здобувачів резильєнтності, здатності до навчання протягом життя, суспільної єдності.

До компонента «навички й компетентності» входять технічні та перехресні. Технічні навички й компетентності включають дисциплінарні й такі, що можуть бути продемонстровані, перевірені, оцінені (програмування, використання інструментів, платформ тощо). Перехресні включають у себе коло когнітивних і міжособистісних, необхідних як у роботі, так і поза її межами (комунікація, креативне мислення і т. ін.).

У складі компонента «технології Індустрії 4.0» наводиться такий перелік технологій: віртуальна й доповнена реальність, штучний інтелект і машинне навчання, Інтернет речей, великі дані, кіберфізичні системи, хмарні обчислення, блокчейн і розподілені реєстри.

Компонент «процес навчання» містить методи навчання і викладання, а також педагогічні підходи. До методів навчання і викладання належать такі: гнучке навчання, компетентнісна освіта, персоналізоване навчання, безперервне навчання, модель «перевернутий клас», віддалені та змішані формати проведення занять. До педагогічних підходів належать: кібергогіка (cybergogy), хьютагогіка (heutagogy), рівногогіка (peergogy/peeragogy).

До компонента «інфраструктура» входять макроінфраструктура (технічне забезпечення на рівні закладу) та мікроінфраструктура (технічне забезпечення на рівні аудиторій або навчальних програм).

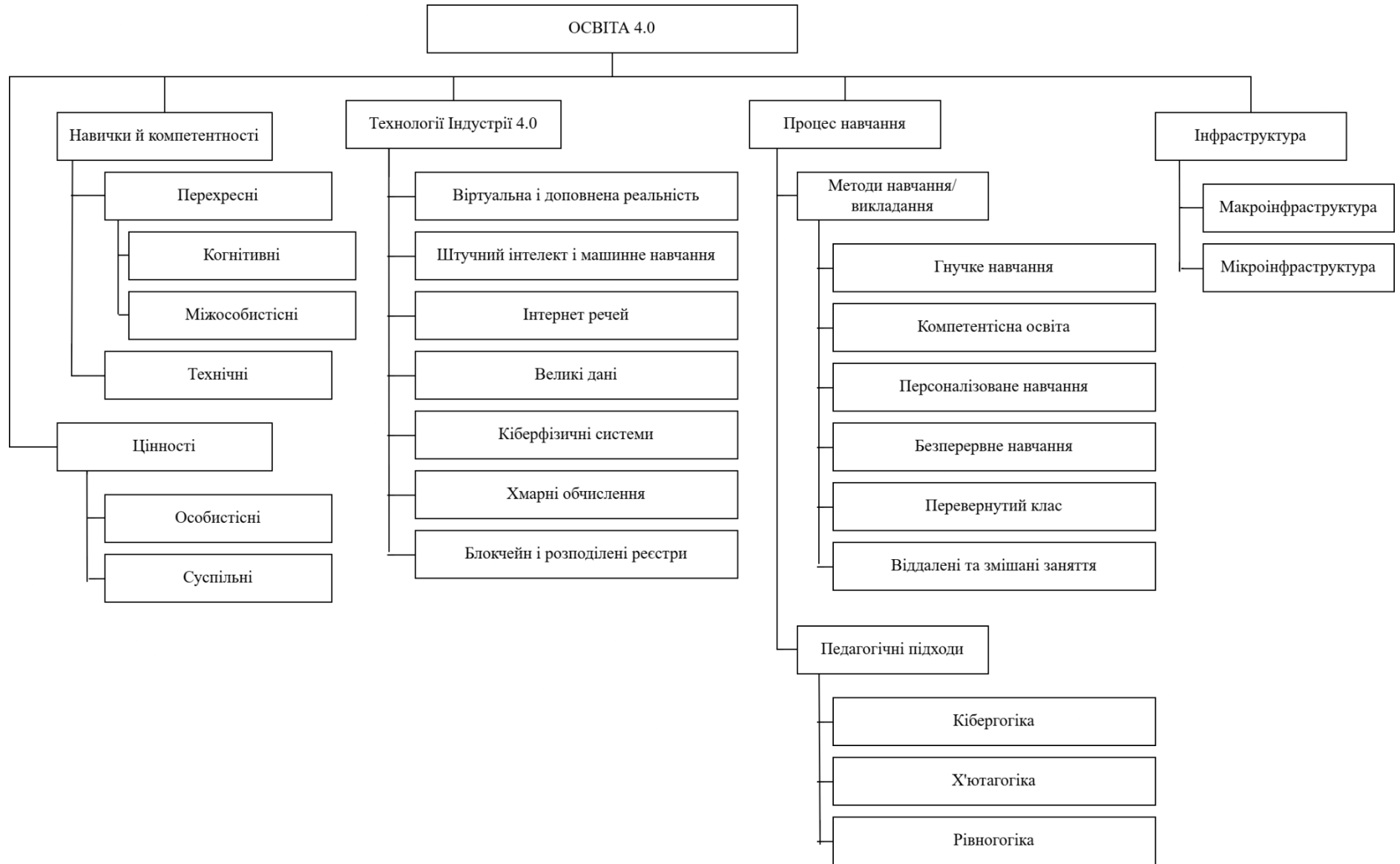


Рис. 1.7. Концептуальна карта поняття «Освіта 4.0»

Джерело: побудовано автором за матеріалами [88–90; 100–102]

Парадигма Індустрії 4.0 має міждисциплінарну природу, що проявляється, зокрема, в широкому, різноманітному переліку навичок і компетентностей, необхідних робітникам для збереження своєї конкурентоспроможності на ринку праці. Зважаючи на це, доцільно розглянути компонент «навички й компетентності» більш детально.

Для цього спочатку наведемо розподіл між поняттями «навичка» та «компетентність». У роботі використовується саме поняття «компетентність», а не «компетенція», що обумовлено особистісним направленням його розуміння. Так, С. Лейко визначає компетентність як «якість особистості, її певне надбання, що ґрунтується на знаннях, досвіді, моральних засадах і проявляється в критичний момент за рахунок вміння знаходити зв'язок між ситуацією та знаннями, у прийнятті адекватних рішень нагальної проблеми» [103, с. 133].

Отже, наведемо трактування, ґрунтуючись на посібнику Європейського центру з розвитку професійної освіти «Terminology of European education and training policy»: «навичка» – здатність застосовувати знання і ноу-хау для виконання завдань і вирішення проблем [104, с. 227]; «компетентність» – здатність використовувати знання, навички й особистісні, соціальні та/або методологічні здібності в роботі, навчанні й особистому розвитку; компетентність містить у собі когнітивні, функціональні, міжособистісні властивості й етичні цінності [104, с. 47].

Серед основних навичок і компетентностей, що мають високу релевантність в умовах Індустрії 4.0, можна зазначити такі (рис. 1.8): когнітивні / особистісні (вирішення проблем, безперервне навчання, самостійне навчання, критичне мислення, адаптивне мислення, когнітивна гнучкість, самоменеджмент, прийняття рішень); міжособистісні (нетворкінг, лідерство, вирішення конфліктів, комунікаційні навички, спільна робота, міжкультурні навички, передача знань); технічні (робота з даними, комп'ютерне програмування, цифрова грамотність, користування інструментами III, кібербезпека та цифрова гігієна).



Рис. 1.8. Навички та компетентності Індустрії 4.0

Джерело: сформовано автором за матеріалами [105–109]

Проблематиці навичок і компетентностей в умовах Індустрії 4.0 присвячені, зокрема, праці дослідників Ч. Чака (С. Chaka), М. Ернандес-де-Менендес (М. Hernandez-de-Menendez), К. Гжибовська (К. Grzybowska), А. Лупіцька (А. Łupicka), А. Альхлул (А. Alhloul), Є. Кіс (Е. Kiss), Н. Трушкіна, О. Юрченко.

Ч. Чака [106] зазначає, що серед досліджень навичок і компетентностей Індустрії 4.0 значна увага приділяється соціально-комунікативним («м'яким») навичкам, зокрема так званим «4Cs» – комунікація, спільна робота, критичне мислення, креативність (Communication, Collaboration, Critical Thinking, Creativity), а серед технічних навичок переважає комп'ютерне програмування, тоді як цифрова грамотність вивчена недостатньо. М. Ернандес-де-Менендес та ін. [108] зазначають відсутність консенсусу відносно переліку компетентностей, що є достатніми для роботи на промислових підприємствах Індустрії 4.0. Автори додатково наголошують на важливості вміння робітників використовувати засвоєні знання, щоб долучатись до процесів формування цінності, а також опановувати нові знання під час спільної роботи. К. Гжибовська й А. Лупіцька [107] проводять опитування управлінців на підприємствах автомобільного й фармацевтичного секторів промисловості. З

наведеного авторами переліку навичок і компетентностей, що вбачаються як необхідні для роботи на підприємствах Індустрії 4.0, виділяється підмножина таких, що є трансферабельними: орієнтація на ефективність, дослідницькі навички, аналітичні навички. А. Альхлул і Є. Кіс [109] зауважують, що на додачу до нових професій, які формуються в умовах середовища Індустрії 4.0 та потребують існування в працівників відповідного переліку навичок і компетентностей, наявні професії також зазнають змін, що робить питання підвищення кваліфікації і засвоєння нових знань гострим для всіх категорій робітників. Н. Трушкіна й О. Юрченко [110] окремо розглядають проблематику цифрової компетентності на прикладі маркетингологів, зазначаючи вплив цифрової трансформації на їх професійну діяльність, унаслідок чого формується множина складових, необхідних для забезпечення ефективної роботи в цих умовах. Водночас сама цифрова компетентність має комплексний характер і містить технічні, аналітичні, комунікаційні, стратегічні та управлінські складові [110, с. 108].

Отже, з проведеного дослідження можна зробити висновок, що трансформаційні процеси у вищій освіті в країнах світу тісно пов'язані з промисловим середовищем і процесами, що в ньому протікають, що особливо явно проявляється у зв'язку Освіти 4.0 й Індустрії 4.0. Водночас технологічну складову, хоч вона і є вагомую, не можна вбачати як доміную в трансформації вищої освіти, що видно, зокрема, з характеристики трансформаційних процесів (табл. 1.5). Бібліометричний аналіз із центральною категорією «Education 4.0» і подальше уточнення сутності поняття Освіти 4.0 шляхом побудови концептуальної карти (рис. 1.7) дозволили більш розгорнуто охарактеризувати його холистичну природу, що містить технологічну (впровадження конкретних технологій Індустрії 4.0, цифровізація тощо) і «людську» складові. Отримані результати надають основу для подальшого визначення ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0.

1.3. Визначення ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0

Як зазначено у п. 1.2 дисертаційного дослідження, в умовах промислового суспільства Індустрії 4.0 існує низка трансформаційних процесів, якими визначаються напрями прогресування бачення сучасної вищої освіти. Зважаючи на це, постає необхідність виявлення вимог, задоволення яких дозволить освітнім закладам успішно функціонувати в присутності цих трансформаційних процесів. При формулюванні переліку ключових вимог пропонується брати за основу Університет 4.0 як модель освітнього закладу, що тісно пов'язаний із засадами Індустрії 4.0 і відповідає її потребам [111; 112].

Д. Ву (D. Vu) та ін. [113] характеризують Університет 4.0 як модель, що поєднує сучасні освітні методи, інструменти, організаційні підходи та розумну інфраструктуру, у межах якої впроваджуються новітні технології. Автори узагальнюють такі основні види діяльності для забезпечення успішного функціонування Університету 4.0 [113]: розбудова навчального середовища з використанням сучасних технологій і педагогічних підходів, актуалізація складу навчальних програм відповідно до вимог навколишнього середовища, розбудова загальної інфраструктури закладу, забезпечення ефективної взаємодії між викладачами і здобувачами освіти. М. Гуйє (M. Gueye) та Е. Експосіто (E. Expósito) визначають Університет 4.0 як такий, що надає можливість автономного управління освітніми процесами шляхом інтеграції фізичних та цифрових вимірів із метою поліпшення навчального процесу [112, с. 9]. Т. Ковалюк і Н. Кобець [114], розглядаючи трансформації вищої освіти в межах понять Освіти 4.0 та Індустрії 4.0, пропонують вбачати Університет 4.0 як підсистему освітньої екосистеми. На думку авторів, організаційна модель Університету 4.0 повинна спиратись на модель чотириланкової спіралі та містити такі компоненти [114]: Суспільство 5.0; Освіта 4.0; Студент 4.0; Курикулум 4.0; Технології 4.0; Індустрія 4.0 (рис. 1.9).

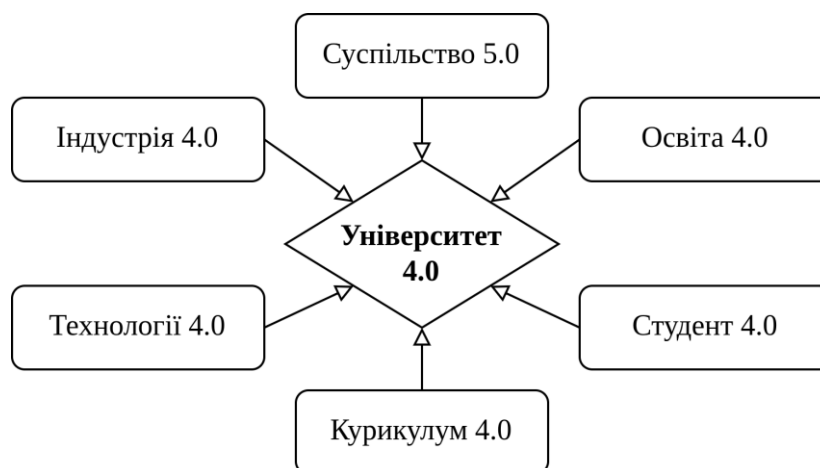


Рис. 1.9. Складові компоненти моделі Університету 4.0

Джерело: сформовано автором за матеріалами [114]

Деякими авторами виокремлюється поняття «університет четвертого покоління», що є суміжним, але не аналогічним за своєю сутністю до моделі Університету 4.0, яка сформувалася уже після четвертої промислової революції. Так, К. Павловський (K. Pawłowski) бере за основу модель підприємницького університету, розширює і спрямовує її на навколишнє середовище. Отже, університет четвертого покоління визначається як такий, що для сприяння своєму розвитку намагається змінити навколишнє середовище через зовнішньоспрямовані види діяльності, унаслідок чого трансформується сам [115, с. 59]. М. Богерс (M. Bogers) та ін. [116] у подальшому розширюють поняття і визначають університет четвертого покоління як такий, що налаштовує свою діяльність із надання освітніх послуг, ведення досліджень і валоризації здобутків відповідно до завдань, пов'язаних із трансформацією суспільства, а також поєднує глобальне й місцеве позиціонування, виступаючи суб'єктом місцевої інноваційної екосистеми. Ця дуальність орієнтованості надає університету четвертого покоління властивості глокальності [117].

Отже, Університет 4.0 можна вбачати одночасно як вихідний результат трансформаційних процесів Індустрії 4.0, бо без них модель не могла б сформуватись, та їх складову, адже він є тісно інтегрованим у навколишнє середовище і робить внесок у його подальший розвиток [118; 119].

Подібно до типології промислових (Індустрія 1.0–4.0) та освітніх революцій (Освіта 1.0–4.0), проведемо порівняння моделей університетів від 1.0 до 4.0 (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Порівняння моделей університетів

	Університет 1.0	Університет 2.0	Університет 3.0	Університет 4.0
Мета	Збереження, передача знань	Викладання, дослідження	Викладання, дослідження, інновації, комерційна діяльність	Викладання, дослідження, інновації, вирішення суспільних проблем
Особливості організації	Колегіальна, закрита	Бюрократизація, зачатки регулювання	Управлінські підходи, підприємницька модель, орієнтація на результат	Адаптивність, орієнтація на середовище
Взаємодія з навколишнім середовищем	Відсутня, заклад ізольований	Взаємодія з державою	Потрійна спіраль	Чотириланкова спіраль
Освітня модель	Елітарна, орієнтована на викладачів	Масовізація освіти, стандартизація навчальних програм	Гнучка, орієнтована на здобувачів знань	Персоналізована, навчання протягом життя, самостійне навчання
Суспільна роль	Відтворення еліти	Підготовка робочої сили, вклад у науку	Розвиток економіки, продукування інновацій	Сталий розвиток суспільства

Джерело: сформовано автором за матеріалами [113; 118–120]

У сучасній науковій літературі також виокремлюється поняття «Університет 5.0». Е. Караянніс (E. Carayannis) і Дж. Моравська (J. Morawska) [121] в контексті тенденцій Індустрії 5.0 та моделі чотириланкової спіралі пропонують вбачати Університет 5.0 як базу соціально-цифрових трансформацій (social and digital transformations – SDT) на перетині академічного та соціального вимірів. А. Ескінат (A. Eskinat) і С. Текер (S. Teker) [122] вбачають Університет 5.0 як повністю цифровізований освітній заклад із гібридними моделями викладання.

Однак на сьогодні теоретична, а особливо емпірична база для детального вивчення концепції Університету 5.0 є обмеженою. Так, у наукометричній базі Scopus за ключовим словом «University 5.0» із використанням інструменту лапки («») у TITLE-ABS-KEY по 2025 р. включено 12 наукових праць, а перше дослідження за тематикою датується 2022 р. [58]. Через це в роботі розглядається саме Університет 4.0 як модель закладу, інтегрованого в умови Індустрії 4.0 та чотириланкової спіралі, що має достатню теоретичну та прикладну базу для проведення подальших досліджень.

Виходячи з переліку функцій закладів системи вищої освіти в умовах промислового суспільства, які були узагальнені в п. 1.1 дисертаційного дослідження, ключові вимоги до трансформації вищої освіти пропонується розглядати за такими складовими діяльності (табл. 1.8): планування і розробка навчальних програм (курикулум [123]), викладання, контроль знань, науково-дослідницька діяльність.

Таблиця 1.8

Складові діяльності закладів вищої освіти, що піддаються трансформації

Складова	Характеристика
Курикулум	Визначення складу, структури освітніх програм, формулювання списку компетентностей, розробка навчальних матеріалів, визначення релевантних видів діяльності відповідно до поставлених освітніх цілей
Викладання	Діяльність у процесі навчання, у межах якої відбувається передача нових знань, постановка завдань, робота зі здобувачами для забезпечення засвоєння ними знань
Оцінка знань	Процес виявлення поля знань, що виражається в множині проблем, які здобувач здатний вирішити в межах конкретної теми, шляхом збору та оцінки інформації про його навчальний процес
Науково-дослідницька діяльність	Систематична творча діяльність, направлена на продукування нових знань і способів застосовувати наявні знання

Джерело: побудовано автором за [124–126]

Перші три компоненти складають тріаду «курикулум-викладання-оцінка» (Curriculum-Instruction-Assessment) [124], а включення компонента науково-дослідницької діяльності зумовлено роллю освітніх закладів у інноваційних екосистемах відповідно до моделей потрійної та чотириланкової спіралі. Таке бачення також узгоджується з ідеальним типом «дослідження-викладання-навчання»

К. Бертон (C. Burton) [127] і визначенням тристороннього завдання закладів вищої освіти авторів Т. Бурнер (T. Bourner) та ін., що містить такі складові [128]: особистісний розвиток здобувача (особистісно орієнтована частина), внесок у розвиток знань (предметно орієнтована частина) та служіння тим, хто перебуває поза межами закладу (суспільно орієнтована частина) [128, с. 8].

Отже, за аналогією до тріади «курикулум – викладання – оцінка», складові діяльності закладів вищої освіти, що піддаються трансформації, можна розглядати як вигляді тетраду «курикулум – викладання – оцінка – дослідження» (рис. 1.10).

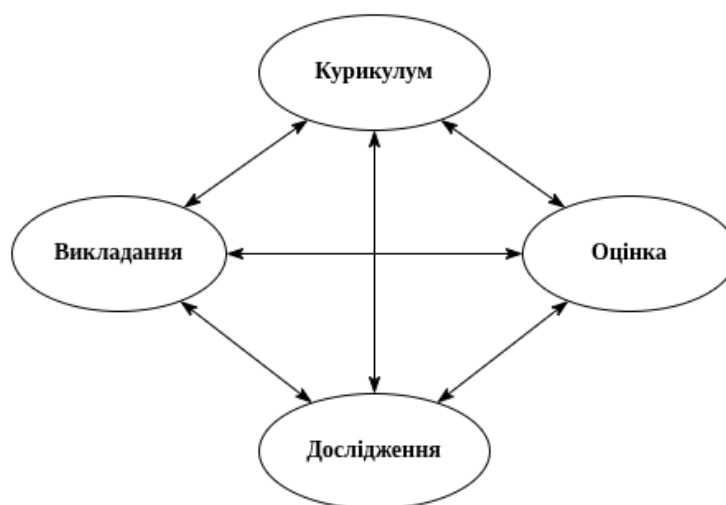


Рис. 1.10. Тетрада «курикулум – викладання – оцінка – дослідження»

Джерело: побудовано автором за матеріалами [127–129]

Отже, на основі характеристики основних трансформаційних процесів і складових діяльності можна узагальнити такі групи викликів, з якими стикаються заклади вищої освіти в процесі трансформації відповідно до потреб Індустрії 4.0 (табл. 1.9): стратегія, компетентності, технології, кібербезпека.

Таблиця 1.9

Виклики в трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0

Категорія	Характеристика
1	2
Стратегія	Закладу бракує чіткого стратегічного бачення, відсутній консенсус щодо напрямів трансформації або стейкхолдери не визнають її значення
Компетентності	Кадровому складу бракує необхідних навичок і компетентностей, через що діяльність у межах стратегії з трансформації не досягає бажаних результатів; кадровий склад потребує перекваліфікації або підвищення кваліфікації

Продовження таблиці 1.9

1	2
Технології	Впровадження технологій призводить до появи нових проблем (технічне обслуговування апаратного забезпечення, розповсюдження оновлень, необхідність забезпечення належної цифрової інфраструктури, доступу до мережі інтернет і т. ін.)
Кібербезпека	Унаслідок зростання масштабу й інтенсивності використання цифрових технологій необхідна розбудова інфраструктури кіберзахисту для забезпечення цілісності, конфіденційності, доступності інформації, більш критичним стає питання дотримання нормативно-правових актів щодо захисту персональних даних (GDPR, FERPA та ін.)

Джерело: побудовано автором за [130–133]

Так, К. Моулз (C. Mowles) та ін. провели оцінку шести закладів вищої освіти Великої Британії, у яких впроваджувались проєкти з трансформації. Незважаючи на те, що опитані авторами представники визнавали необхідність змін, думки відносно того, наскільки ці зміни є сприятливими, різнились [134]. А. Тейшейра (A. Teixeira) та ін. на прикладі Політехнічного університету Порту виявили, що заклади вищої освіти стикаються з такими викликами [135]: культурний опір, відсутність налаштованості на зміни, недостатнє розуміння цифрових тенденцій, низький рівень функціональної співпраці. Н. Гогешашвілі (N. Gogebashvili) узагальнює такі бар'єри, з якими стикаються вищі освітні заклади Грузії [136]: недостатнє поширення цифрових платформ, нестача державної підтримки, нестача необхідних компетентностей у стейкхолдерів.

С. Литвин проводить оцінку стану впровадження цифрових технологій у закладах вищої освіти України та зазначає, що існують значні прогалини, які не дають змогу повноцінно реалізувати їх переваги, а саме [137]: нестача необхідних інструментів та освітніх ресурсів, низький рівень цифрових компетентностей серед викладачів і здобувачів знань, оцифрування внутрішніх процесів закладу, недостатній рівень співпраці між стейкхолдерами. Л. Водянка та ін. [138] у порівняльному аналізі впровадження Індустрії 4.0 в Україні та Румунії зазначають, що рівень цифрових компетентностей, необхідних для Індустрії 4.0, в Україні знаходиться на низькому рівні. Автори також підкреслюють роль формування партнерських відносин між державним, освітнім і приватним секторами для сприяння впровадженню технологій

Індустрії 4.0 і подолання ресурсних обмежень. В. Гончарюк та ін. розглядають роль цифрових технологій у вищій освіті України та виокремлюють такі фактори, що сприяють цифровізації української вищої освіти [139]: державні політики, готовність закладів, економічні фактори, співпраця між стейкхолдерами, механізми оцінки та моніторингу. В. Гуменюк [140] наголошує на ролі освітнього менеджменту, говорячи, що вітчизняні ЗВО мають пройти через процеси цифрової трансформації в усіх аспектах операційної діяльності, що потребує глибокого розуміння сучасних управлінських методологій та здатності активно впроваджувати принципи гнучкого управління в різних аспектах навчального процесу.

Одним із викликів, не окреслених у досвіді закордонних колег, є трансформація промислового суспільства в умовах повномасштабного військового конфлікту. Це спричиняє додаткові тиски на освітні заклади, змушуючи їх вирішувати не тільки глобальні питання свого розвитку, але й поточні проблеми, пов'язані з безпекою, благополуччям кадрового складу та здобувачів, руйнуваннями інфраструктури, а також питання післявоєнної розбудови [141–144]: відбудова інфраструктури, залучення закордонного досвіду для забезпечення економічного відновлення, підтримка психічного здоров'я для співробітників і студентів та ін.

Описані виклики становлять основу при виробленні ключових вимог до трансформації вищої освіти в умовах Індустрії 4.0 (табл. 1.10).

Таблиця 1.10

Ключові вимоги до трансформації вищої освіти у відповідно до потреб Індустрії 4.0

Група викликів	Передумови	Вимоги до процесів	Вимоги до результату
1	2	3	4
Стратегія	Розуміння керівницьким складом необхідності трансформації, готовність до змін; сформульоване бачення того, як Індустрія 4.0 впливає на діяльність закладу; визначено орієнтири трансформації відповідно до умов внутрішнього й зовнішнього середовища	Приводяться в дію інструменти управління у відповідно до стратегічних орієнтирів трансформації; налагоджується взаємодія між стейкхолдерами; виконується моніторинг портфоліо проєктів із трансформації	Управління трансформаціями є частиною стратегії та організаційної культури закладу; досягнута узгодженість системи цілепокладання, методів управління з інтересами розвитку ключових стейкхолдерів

Продовження таблиці 1.10

Компетентності	Сформовано чітке уявлення про рівень володіння навичками й компетентностями серед кадрового складу; розуміння кадровим складом необхідності та доцільності розвитку власних навичок і компетентностей	Розробляються і вводяться в дію програми з перекваліфікації та підвищення кваліфікації, розвитку релевантних навичок і компетентностей кадрового складу; розвивається культура обміну знаннями	Досягнутий належний рівень навичок і компетентностей Індустрії 4.0 серед кадрового складу; сформована культура навчання протягом життя
Технології	Існує базова інфраструктура (доступ до мережі Інтернет, апаратно-програмне забезпечення), необхідна для цифровізації	Відбувається поступова розбудова інфраструктури забезпечення цифровізації закладу; впроваджуються механізми збору зворотного зв'язку від користувачів; впроваджуються системи збору та обробки даних	Релевантні технології Індустрії 4.0 впроваджені на достатньому рівні та використовуються ефективно; технології, що впроваджені, дозволяють поліпшити складові діяльності закладу
Кібербезпека	Сформовано чітке уявлення щодо мір із забезпечення кібербезпеки, що наразі існують у межах закладу, відповідності нормативно-правовим актам; визначено коло відповідальних за кібербезпеку осіб	Проводиться розбудова комплексної системи захисту інформації відповідно до стану інфраструктури забезпечення цифровізації закладу; розвивається цифрова гігієна кадрового складу	Належний рівень освіченості щодо питань цифрової гігієни серед кадрового складу; процедури реагування та мінімізації ризиків; забезпечена відповідність місцевим нормативно-правовим актам щодо захисту персональних даних

Джерело: побудовано автором за матеріалами [92; 101; 138–140; 147]

Отже, згідно з основними групами викликів було сформовано перелік ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0 з розподілом на передумови, вимоги до процесів і вимоги до результату (табл. 1.10). Це обумовлено тим, що для досягнення трансформації необхідно спочатку подолати протидіючі сили, як-от траєкторна залежність, інституційний ізоморфізм і т. ін., після чого закріпити новий стан [145; 146]. Для закладу, метою якого є досягнення відповідності вимогами Індустрії 4.0, необхідно задовольнити вимоги на кожному з етапів.

На основі отриманих у розділі результатів можна узагальнити таку структурно-логічну схему дослідження управління трансформаційними процесами у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0 (рис. 1.11).

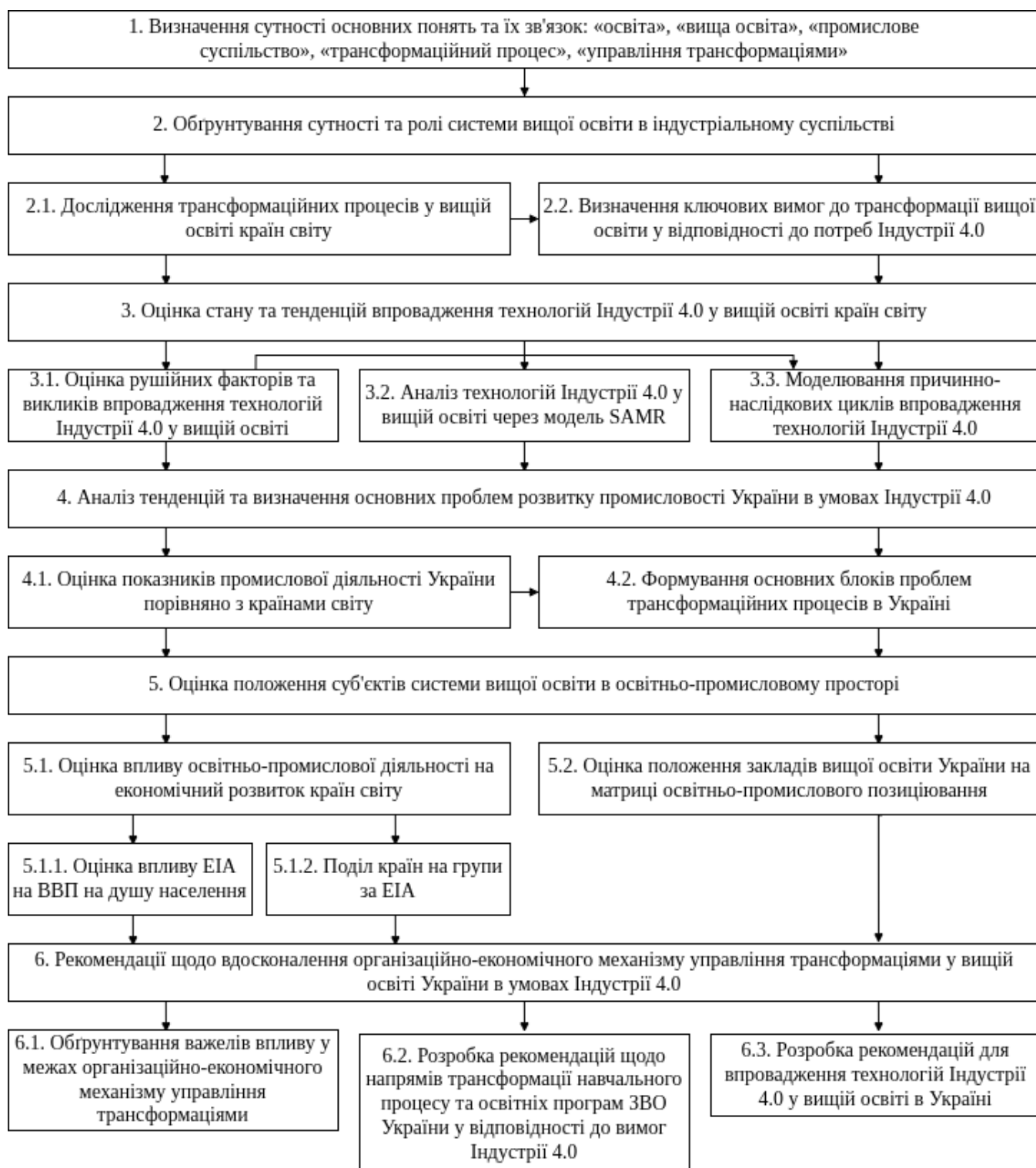


Рис. 1.11. Структурно-логічна схема дослідження управління трансформаційними процесами у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0

Джерело: побудовано автором

Так, на першому етапі дослідження визначається сутність і зв'язок основних понять: «освіта», «вища освіта», «промислове суспільство», «трансформаційний процес», «управління трансформаціями». Ціллю цього етапу є встановлення і уточнення понятійної бази за тематикою дослідження.

На другому етапі обґрунтовується сутність та роль системи вищої освіти в індустріальному суспільстві. Ціль етапу полягає у встановленні зв'язку між промисловим суспільством четвертої індустріальної революції та діяльністю системи вищої освіти з метою обґрунтування ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб цього середовища.

На третьому етапі проводиться оцінка стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу. Ціль етапу – визначити сучасний стан і наслідки використання технологічної бази Індустрії 4.0 в межах діяльності закладів системи вищої освіти.

На четвертому етапі проводиться аналіз тенденцій та визначення проблем трансформаційних процесів в Україні. Ціль етапу – визначити стан розвитку вітчизняної промисловості відносно країн світу для формулювання основних блоків проблем трансформаційних процесів.

На п'ятому етапі виконується оцінка положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі. Мета етапу полягає у визначенні характеру функціонування системи вищої освіти в умовах промислового середовища Індустрії 4.0 та впливу освітньо-промислової діяльності на економічний розвиток.

Шостий етап полягає у визначенні напрямів удосконалення організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0. Його ціль – обґрунтування шляхів сприяння впровадженню технологій Індустрії 4.0 та організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті в Україні.

Наведена структурно-логічна схема дослідження становить основу для розроблення теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо управління трансформаціями системи вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0.

Висновки до розділу 1

У розділі були отримані такі наукові результати різного ступеня новизни.

На теоретичному рівні одержано такі наукові результати:

1. Вища освіта має складну, багатогранну роль у сучасному промисловому суспільстві. Дослідження сутності понять «освіта», «вища освіта», «промисловість», «промислове суспільство», «трансформація», «трансформаційний процес», «управління трансформаціями у вищій освіті» дозволило встановити взаємозв'язок між ними та провести розмежування поняття трансформації як зміни другого порядку із суміжними категоріями (зміна, реформа, модернізація, адаптація).

2. Узагальнено основні групи внутрішніх і зовнішніх стейкхолдерів, з якими взаємодіють заклади системи вищої освіти за моделями потрійної і чотириланкової спіралі та наведено їх характеристику: керівництво, науково-педагогічний склад, адміністративний склад, здобувачі освіти, влада, представники приватного сектора, представники громадськості.

3. На основі бібліометричного аналізу за даними наукометричної бази Scopus з використанням інструментарію VOSviewer обґрунтовано міждисциплінарну природу Індустрії 4.0, виявлено такі основні кластери досліджень за її тематикою: організаційно-соціальна трансформація виробництва, управління даними та аналітика даних, цифрова інфраструктура, розумні системи та автоматизація, сучасні методи виробництва. Також узагальнено основні технології, що є релевантними для дослідження: віртуальна й доповнена реальність, штучний інтелект і машинне навчання, Інтернет речей, великі дані, кіберфізичні системи, хмарні обчислення, блокчейн і розподілені реєстри.

4. Аналіз праць учених дозволив узагальнити основні трансформаційні процеси у вищій освіті в країнах світу: цифровізація, персоналізація, розширення переліку освітніх послуг, маркетингова, інтернаціоналізація.

5. Уточнено сутність поняття Освіта 4.0 в контексті четвертої промислової революції як модель організації освітнього процесу, що спирається на використання

сучасних технологій і педагогічних підходів для формування персоналізованого, гнучкого, орієнтованого на здобувачів середовища з метою забезпечення їх необхідними навичками, компетентностями, цінностями й установками для успішної інтеграції в середовище Індустрії 4.0.

6. За результатами бібліометричного аналізу з використанням інструментарію VOSviewer виявлено, що Освіта 4.0 має тісний зв'язок з Індустрією 4.0 і міждисциплінарний характер, що, зокрема, підтверджується розподілом кластерів досліджень за її тематикою: навички та підготовка спеціалістів, цифровізація освітніх закладів в умовах сталого розвитку, педагогічне ядро, технології Індустрії 4.0.

7. На основі отриманих результатів побудовано концептуальну карту поняття Освіта 4.0 з такими компонентами: цінності, компетентності, технології Індустрії 4.0, процес навчання, інфраструктура. Представлена концептуальна карта в подальшому дозволила продемонструвати холістичну природу поняття як такого, що містить технологічну й «людську» складові.

8. Визначено Університет 4.0 як модель освітнього закладу, що тісно пов'язаний із засадами Індустрії 4.0, відповідає її потребам і може бути одночасно вихідним результатом трансформаційних процесів Індустрії 4.0, так і їх складовою. Проведено порівняння моделей університетів, розглянуто модель Університет 5.0 і доведено, що теоретична й емпірична база для її дослідження на сьогодні розвинута недостатньо.

9. Спираючись на визначення складових діяльності закладів вищої освіти в межах тетради «курикулум-викладання-оцінка-дослідження», узагальнено основні категорії викликів у трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0: стратегія, компетентності, технології, кібербезпека.

10. На основі визначених категорій викликів сформульовано перелік ключових вимог до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0 з розподілом на передумови, вимоги до процесів і вимоги до результату, що відображає взаємопов'язану природу викликів трансформації та необхідність холістичного підходу до їх вирішення.

На теоретико-методичному рівні одержано такі наукові результати:

1. Описано структурно-логічну схему дослідження управління трансформаційними процесами у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0, що складається із шести етапів: визначення сутності та зв'язку основних понять, обґрунтування сутності та ролі системи вищої освіти в індустріальному суспільстві, оцінка стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу, аналіз тенденцій та визначення проблем трансформаційних процесів в Україні, оцінка положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі, удосконалення організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0.

Основні результати досліджень цього розділу опубліковано в роботах автора [91; 92; 102; 105; 130–133].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Employment and social trends 2026. Geneva : International Labour Office, 2026. 96 p. DOI: 10.54394/ahrt2681
2. Future of jobs report 2025. World Economic Forum, 2025. 290 p.
3. TCS higher education study: digital readiness and student experience. Tata Consultancy Services, 2026. 35 p.
4. Digital transformation initiatives in higher education institutions: a multivocal literature review / A. Fernández et al. *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. P. 12351–12382. DOI: 10.1007/s10639-022-11544-0
5. Trani E. P., Holsworth R. D. Indispensable university: higher education, economic development, and the knowledge economy. Rowman & Littlefield Publishers, Incorporated, 2010. 304 p.

6. Mykhailova Y. et al. Entropy based evaluation of the impact of education on economic development. *Informatyka, automatyka, pomiary w gospodarce i ochronie środowiska*. 2024. Vol. 14, no. 3. P. 118–122. DOI: 10.35784/iargos.6358
7. Кушнір С. М. Вища освіта як правова категорія: нормативний та доктринальний аспекти. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Право»*. 2017. № 45. Т. 1. С. 34–39.
8. Железняк М. Г., Іщенко О. С. Освіта. *Енциклопедія сучасної України*. 2022. URL: <https://esu.com.ua/article-76778>
9. Савіщенко В. М. Організаційне та правове забезпечення освіти і науки в Україні : дис. ... д-ра юрид. наук : 12.00.07. Дніпро, 2016. 536 с.
10. Якса Н. В. Основи педагогічних знань : навч. посіб. Київ : Знання, 2007.
11. Словник української мови / ред. В. М. Русанівський. Київ : Наук. думка, 2010.
12. Корсак К. В. Вища освіта. *Енциклопедія сучасної України*. 2005. URL: <https://esu.com.ua/article-34340>
13. Сисоєва С. О. Компетентнісно зорієнтована вища освіта: формування наукового тезаурусу. *Компетентнісно зорієнтована освіта: якісні виміри* : монографія. Київ, 2015. С. 18–44.
14. De Grandbois Y. The story of service science. *Service science and the information professional*. 2016. P. 27–46. DOI: 10.1016/B978-1-84334-649-4.00002-0
15. Littek W. Labor, Division of. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. 2001. P. 8220–8226. DOI: 10.1016/b0-08-043076-7/01908-2
16. Словотвір. URL: <https://slovotvir.org.ua>
17. Oxford University Press. Oxford learner's dictionaries. URL: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/>
18. Thomas W., Andrews P. W. S. Oxford studies in the price mechanism. Oxford : Clarendon Press, 1951. 274 p.
19. Andrews P. W. S., Brunner E. Studies in pricing. London : Palgrave Macmillan London, 1975. 176 p. DOI: 10.1007/978-1-349-02715-6

20. Porter M. E. The structure within industries and companies' performance. *The review of economics and statistics*. 1979. Vol. 61, no. 2. P. 214–227.
21. Porter M. E. The contributions of industrial organization to strategic management. *The Academy of management review*. 1981. Vol. 6, no. 4. P. 609–620. DOI: 10.2307/257639
22. Wright J. D. International encyclopedia of the social & behavioral sciences. Amsterdam : Elsevier, 2015.
23. Hornborg A. Industrial societies. *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. 2015. P. 863–867. DOI: 10.1016/B978-0-08-097086-8.12200-7
24. Kiran D. R. Wealth and time value of money. *Principles of economics and management for manufacturing engineering*. 2022. P. 53–72. DOI: 10.1016/b978-0-323-99862-8.00003-0
25. Whitehead H., Dufault S. Techniques for analyzing vertebrate social structure using identified individuals: review and recommendations. *Advances in the study of behavior*. 1999. Vol. 28. P. 33–74. DOI: 10.1016/s0065-3454(08)60215-6
26. Griffiths H., Keirns N. Types of societies. *Introduction to sociology 2e*. Houston, Texas, 2015. URL: <https://openstax.org/books/introduction-sociology-2e/pages/4-1-types-of-societies>
27. Fields G. Urbanization and the transition from agrarian to industrial society. *Berkeley planning journal*. 2012. Vol. 13, no. 1. DOI: 10.5070/bp313113032
28. Oded G. Inequality, human capital formation, and the process of development. *Handbook of the economics of education*. 2011. P. 441–493. DOI: 10.1016/b978-0-444-53444-6.00005-5
29. McCowan T. Should universities promote employability? *Theory and research in education*. 2015. Vol. 13, no. 3. P. 267–285. DOI: 10.1177/1477878515598060
30. Leoni S. A historical review of the role of education: from human capital to human capabilities. *Review of political economy*. 2023. Vol. 37, no. 1. P. 227–244. DOI: 10.1080/09538259.2023.2245233
31. Gibbons M. Higher education relevance in the 21st century. Washington, DC : World Bank Group, 1998. 72 p.

32. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The triple helix – university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development. *EASST review*. 1995. Vol. 14, no. 1. P. 14–19.
33. Shyiramunda T., van den Bersselaar D. Local community development and higher education institutions: moving from the triple helix to the quadruple helix model. *International review of education*. 2024. Vol. 70. P. 51-85. DOI: 10.1007/s11159-023-10037-7
34. Lindberg M., Lindgren M., Packendorff J. Quadruple helix as a way to bridge the gender gap in entrepreneurship: the case of an innovation system project in the Baltic Sea region. *Journal of the knowledge economy*. 2012. Vol. 5, no. 1. P. 94–113. DOI: 10.1007/s13132-012-0098-3
35. Carayannis E. G., Rakhmatullin R. The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of the knowledge economy*. 2014. Vol. 5, no. 2. P. 212–239. DOI: 10.1007/s13132-014-0185-8
36. Leydesdorff L., Etzkowitz H. Can ‘the public’ be considered as a fourth helix in university-industry-government relations? Report on the Fourth Triple Helix Conference, 2002. *Science and public policy*. 2003. Vol. 30, no. 1. P. 55–61.
37. Carayannis E. G., Campbell D. F. J. «Mode 3» and «Quadruple Helix»: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*. 2009. Vol. 46, no. 3/4. P. 201. DOI: 10.1504/ijtm.2009.023374
38. Carayannis E. G., Campbell D. F. J. Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other?. *International journal of social ecology and sustainable development*. 2010. Vol. 1, no. 1. P. 41–69. DOI:10.4018/jsesd.2010010105
39. Afonso O., Monteiro S., Thompson M. A growth model for the quadruple helix. *Journal of business economics and management*. 2012. Vol. 13, no. 5. P. 849–865. DOI:10.3846/16111699.2011.626438
40. Dee J. R., Leišytė L., van der Meulen B. J. Conceptualizing higher education transformation: introduction to the research handbook on the transformation of higher

education. *Research handbook on the transformation of higher education*. 2023. P. 2–22. DOI: 10.4337/9781800378216

41. Wilson J. P., Dyer R., Cantore S. Universities and stakeholders: an historical organisational study of evolution and change towards a multi-helix model. *Industry and higher education*. 2023. Vol. 38, no. 2. P. 124–135. DOI:10.1177/09504222231175425

42. Stolze A. A meta-ethnography on HEIs' transformation into more entrepreneurial institutions: towards an action-framework proposition. *Industry and higher education*. 2020. Vol. 35, no. 1. P. 14–27. DOI: 10.1177/0950422220922677

43. Meyer M., Sporn B. Leaving the ivory tower: universities' third mission and the search for legitimacy. *Journal for higher education development*. 2018. Vol. 13, no. 2. P. 41–60. DOI: 10.3217/zfhe-13-02/03

44. Sporn B., Godonoga A. Higher education institutions as change agents in society: perspectives on adaptation and impact. *European journal of higher education*. 2024. Vol. 14. P. 1–9. DOI: 10.1080/21568235.2024.2412764

45. Groumpos P. P. A critical historical and scientific overview of all industrial revolutions. *IFAC-PapersOnLine*. 2021. Vol. 54, no. 13. P. 464–471. DOI: 10.1016/j.ifacol.2021.10.492

46. Horn J. The industrial revolution. Santa Barbara, CA : ABC-CLIO, 2016. DOI: 10.5040/9798400669873

47. Sharma A., Singh B. J. Evolution of industrial revolutions: a review. *Regular*. 2020. Vol. 9, no. 11. P. 66–73. DOI: 10.35940/ijitee.i7144.0991120

48. Fonseca L. M. Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. *Proceedings of the international conference on business excellence*. 2018. Vol. 12, no. 1. P. 386–397. DOI: 10.2478/picbe-2018-0034

49. Megow J. Reference architecture models for Industry 4.0, smart manufacturing and IoT. Berlin : Begleitforschung PAiCE, 2020. 21 p

50. DIN SPEC 91345:2016-04. Reference architecture model Industrie 4.0 (RAMI4.0). Berlin : DIN Media GmbH, 2016. 40 p. DOI: 10.31030/2436156

51. Schweichhart K. Reference architectural model industrie 4.0 (RAMI 4.0). 2016. URL: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/a2-schweichhart-reference_architectural_model_industrie_4.0_rami_4.0.pdf
52. Rupp M. et al. Industry 4.0: a technological-oriented definition based on bibliometric analysis and literature review. *Journal of open innovation: technology, market, and complexity*. 2021. Vol. 7, no. 1. P. 68. DOI: 10.3390/joitmc7010068
53. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 / ed. by A. Hellinger, V. Stumpf. 2013. 84 p. URL: <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
54. Adel A. Future of Industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of cloud computing*. 2022. Vol. 11, no. 1. DOI: 10.1186/s13677-022-00314-5
55. Behind the definition of Industry 5.0: a systematic review of technologies, principles, components, and values / M. Ghobakhloo et al. *Journal of industrial and production engineering*. 2023. Vol. 40, no. 6. P. 432–447. DOI: 10.1080/21681015.2023.2216701
56. Ghobakhloo M. et al. From Industry 4.0 digital manufacturing to Industry 5.0 digital society: a roadmap toward human-centric, sustainable, and resilient production. *Information systems frontiers*. 2022. Vol. 11, no. 1. DOI: 10.1007/s10796-024-10476-z
57. Kaswan M. S. et al. A review of Industry 5.0: from key facets to a conceptual implementation framework. *International journal of quality & reliability management*. 2024. DOI: 10.1108/ijqrm-01-2024-0030
58. Elsevier B.V. Scopus – homepage. URL: <https://www.scopus.com>.
59. Cambridge University Press. Cambridge dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org/>
60. Бусел В. Великий тлумачний словник сучасної української мови. Київ ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005.
61. Громико О. Зміст поняття «трансформація» як базової наукової категорії. *Ефективність державного управління*. 2016. Т. 46/47, № 1/2.

62. Greenwood R., Hinings C. R. Understanding radical organizational change: bringing together the old and the new institutionalism. *Academy of management review*. 1996. Vol. 21, no. 4. P. 1022–1054.
63. Newman K. L. Organizational transformation during institutional upheaval. *Academy of management review*. 2000. Vol. 25, no. 3. P. 602–619.
64. Poutiatine M. I. What is transformation?: nine principles toward an understanding of the transformational process for transformational leadership. *Journal of transformative education*. 2009. Vol. 7, no. 3. P. 189–208. DOI: 10.1177/1541344610385249
65. Шайгородський Ю. Поняття «трансформація» як інструмент аналізу соціальних змін. *Освіта регіону: політологія, психологія, комунікації*. 2010. № 4. С. 51–53.
66. Christou E., Piller F. Organizational transformation: a management research perspective. *Transformation towards sustainability* / ed. by P. Letmathe et al. Cham, 2024. P. 303–330. DOI: 10.1007/978-3-031-54700-3_11
67. Levy A. Second-order planned change: definition and conceptualization. *Organizational dynamics*. 1986. Vol. 15, no. 1. P. 5–23. DOI: 10.1016/0090-2616(86)90022-7
68. Watzlawick P., Fisch R., Weakland J. H. Change: principles of problem formation and problem resolution. W. W. Norton & Company, 2011. 200 p.
69. Bartunek J. M., Moch M. K. First-order, second-order, and third-order change and organization development interventions: a cognitive approach. *The Journal of applied behavioral science*. 1987. Vol. 23, no. 4. P. 483–500.
70. Nutt P. C., Backoff R. W. Organizational transformation. *Journal of management inquiry*. 1997. Vol. 6, no. 3. P. 235–254. DOI: 10.1177/105649269763009
71. Van De Ven A. H. Suggestions for studying strategy process: a research note. *Strategic management journal*. 1992. Vol. 13. P. 169–188. DOI: 10.1002/smj.4250131013
72. Bacharach S. B., Bamberger P., Sonnenstuhl W. J. The organizational transformation process: the micropolitics of dissonance reduction and the alignment of

logics of action. *Administrative science quarterly*. 1996. Vol. 41, no. 3. P. 477–506. DOI: 10.2307/2393939

73. Weick K. E., Quinn R. E. Organizational change and development. *Annual review of psychology*. 1999. Vol. 50. P. 361–386. DOI: 10.1146/annurev.psych.50.1.361

74. Langley A. Strategies for theorizing from process data. *The academy of management review*. 1999. Vol. 24, no. 4. P. 691–710. DOI: 10.2307/259349

75. Hasu E., Saunila M., Ukko J. Transformation management and sustainability performance: on the importance of the enabling and controlling uses of management control systems. *Sustainable development*. 2025. Vol. 33, no. 3. DOI: 10.1002/sd.3354

76. Prammer K. Transformation management (TM). *International journal of business and management study*. 2014. Vol. 1, no. 4. P. 27–33.

77. Lessem R., Schieffer A. Transformation management: towards the integral enterprise. Burlington : Gower, 2009.

78. Akinsolu A. O. Contextualizing transformational management in Nigerian university education. *Revista de Estudios Africanos*. 2019. P. 82–106. DOI: 10.15366/reauam2019.0.004

79. Vera F. Reimagining higher education: the necessity for transformational change. *Transformar electronic journal*. 2024. Vol. 5, no. 3. P. 23–35.

80. Holley K. A. Transformative change. *Elgar encyclopedia of interdisciplinarity and transdisciplinarity* / ed. by F. Darbellay. Northampton, MA, 2024. P. 563–567.

81. Rodríguez-Abitia G., Bribiesca-Correa G. Assessing digital transformation in universities. *Future internet*. 2021. Vol. 13, no. 2. DOI: 10.3390/fi13020052

82. Soegoto Y. et al. Digital transformation in higher education. *International journal of research and applied technology*. 2023. Vol. 3, no. 2. P. 300–307.

83. Gkrimpizi T., Peristeras V., Magnisalis I. Classification of barriers to digital transformation in higher education institutions: systematic literature review. *Education sciences*. 2023. Vol. 13, no. 7. DOI: 10.3390/educsci13070746

84. Tholen G. Modern work and the marketisation of higher education. Bristol, UK : Policy Press, 2022.

85. Hogan A., Thompson G. Commercialization in education. *Oxford research encyclopedia of education* / ed. by K. Hytten. New York, NY, 2017. DOI: 10.1093/acrefore/9780190264093.013.180
86. Ngalomba S., Mkwanaenzi F., Mukwambo P. Internationalization at a distance via virtual mobility in the Global South: advances and challenges. *British journal of educational technology*. 2025. Vol. 56, no. 2. P. 927–946. DOI: 10.1111/bjet.13557
87. Fisk P. Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life. URL: <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>
88. Education 4.0 – reskilling revolution. URL: <https://initiatives.weforum.org/reskilling-revolution/home>
89. Abnoulgid F. et al. Quality 4.0 in higher education: integrating Industry 4.0 technologies in higher education quality management practices. *Frontiers in education*. 2025. Vol. 10. DOI: 10.3389/feduc.2025.1594377
90. Georgsen M., Riis M. Education 4.0 as driver for institutional change in higher education: a qualitative study of educational transformation in a Danish HEI. *European Conference on e-Learning*. 2025. Vol. 24, no. 1. P. 122–129. DOI: 10.34190/ecel.24.1.3821
91. Shapoval O. The influence of Education 4.0 technologies on digital transformation of higher education institutions. *Development through research and innovation IDSC-2024* : Collection of articles, Chişinău, 23 August 2024. Chişinău, 2024. P. 131–136. DOI: 10.53486/dri2024.14
92. Шаповал О. В. Напрями трансформації вищої освіти в країнах світу в умовах індустрії 4.0. *Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи* : матеріали III міжнар. науково-практ. конф., м. Полтава, 20–21 берез. 2023 р. 2023. С. 217–219.
93. Kinal J. From Education 1.0 to Education 4.0: teacher training models from the 19th century to the present day. *History of education and children's literature*. 2021. Vol. 16, no. 2. P. 555–565.

94. Miranda J. et al. The core components of education 4.0 in higher education: three case studies in engineering education. *Computers & electrical engineering*. 2021. Vol. 93. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2021.107278
95. Lewis K. O., Popov V., Fatima S. S. From static web to metaverse: reinventing medical education in the post-pandemic era. *Annals of medicine*. 2024. Vol. 56, no. 1. DOI: 10.1080/07853890.2024.2305694
96. Gerstein J. Moving from Education 1.0 through Education 2.0 towards Education 3.0. 2014.
97. Karakatsani D., Kinal J. Teaching education process and citizenship in the contemporary digital environment. Pre and post-covid perspectives. *The person and the challenges*. 2023. Vol. 13, no. 2. P. 53–69. DOI: 10.15633/pch.13204
98. Salmon G. May the fourth be with you: creating Education 4.0. *Journal of learning for development*. 2019. Vol. 6, no. 2. P. 95–115. DOI: 10.56059/jl4d.v6i2.352
99. Huk T. From Education 1.0 to Education 4.0 – challenges for the contemporary school. *The new educational review*. 2021. Vol. 66, no. 4. P. 36–46. DOI: 10.15804/tner.21.66.4.03
100. World Economic Forum. Defining Education 4.0: a taxonomy for the future of learning. 2023. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Defining_Education_4.0_2023.pdf
101. Information and communication technologies in Education 4.0 paradigm: a systematic mapping study / L. C. De Oliveira et al. *Informatics in education*. 2022. Vol. 22, no. 1. P. 71–98. DOI: 10.15388/infedu.2023.03
102. Решетняк О. І., Шаповал О. В. Технології Education 4.0 та їх роль у трансформації навчального процесу вищих навчальних закладів. *Ефективна економіка*. 2024. № 7. DOI: 10.32702/2307-2105.2024.7.25
103. Лейко С. Поняття «компетенція» та «компетентність»: теоретичний аналіз. *Педагогіка*. 2013. С. 128–135.
104. European Centre for the Development of Vocational Training. Terminology of European education and training policy. 2nd ed. Luxembourg : Publications office of the European Union, 2014. DOI: 10.2801/15877

105. Shapoval O. The role of micro-credentials in bridging the skills gap between higher education and the platform economy. *The 28th international scientific conference «Competitiveness and innovation in the knowledge economy»*, Chişinău, 20–21 September 2024. Chişinău, 2025. P. 156–162. DOI: 10.53486/cike2024.14
106. Chaka C. Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: scoping review. *IFLA journal*. 2020. Vol. 46, no. 4. P. 369–399. DOI: 10.1177/0340035219896376
107. Grzybowska K., Łupicka A. Key competencies for industry 4.0. *Topics in economics, business and management*. 2017. Vol. 1, no. 1. P. 250–253. DOI: 10.26480/icemi.01.2017.250.253
108. Hernandez-de-Menendez M. et al. Competencies for industry 4.0. *International journal on interactive design and manufacturing*. 2020. Vol. 14, no. 4. P. 1511–1524. DOI: 10.1007/s12008-020-00716-2
109. Alhloul A., Kiss E. Industry 4.0 as a challenge for the skills and competencies of the labor force: a bibliometric review and a survey. *Sci*. 2022. Vol. 4, no. 3. DOI: 10.3390/sci4030034
110. Трушкіна Н. В., Юрченко О. А. Цифрова компетентність як ключова складова системи підготовки маркетологів у контексті глобальних і національних викликів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 24. С. 101–111. DOI: 10.32702/2306-6814.2025.24.101
111. Hamilton M. Envisioning Education 4.0—a scenario planning approach to predicting the future. *Future directions in digital information*. 2021. P. 267–283. DOI: 10.1016/b978-0-12-822144-0.00015-x
112. Gueye M. L., Expósito E. University 4.0: the Industry 4.0 paradigm applied to education. X congreso nacional de tecnologías en la educación, Puebla. 2020.
113. Vu D. L. et al. Developing a conceptual model for University 4.0 in the digital era. *Educational administration: theory and practice*. 2024. Vol. 30, no. 4. P. 5697–5705. DOI: <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i4.1559>
114. Kovaliuk T., Kobets N. The concept of an innovative educational ecosystem of Ukraine in the context of the approach «education 4.0 for Industry 4.0». *ICTERI-2021* : Vol.

I: main conference, PhD symposium, posters and demonstrations, Kherson, 28 September – 2 October 2021. 2021.

115. Pawłowski K. The ‘fourth generation university’ as a creator of the local and regional development. *Higher education in Europe*. 2009. Vol. 34, no. 1. P. 51–64. DOI: 10.1080/03797720902747017

116. Bogers M. L. A. M. et al. Catalyzing regional innovation ecosystems to address global challenges: toward the fourth-generation university? *Research-technology management*. 2026. Vol. 69, no. 2. P. 14–22. DOI: 10.1080/08956308.2026.2618461

117. Patel F., Lynch H. Glocalization as an alternative to internationalization in higher education: embedding positive glocal learning perspectives. *International journal of teaching and learning in higher education*. 2013. Vol. 25, no. 2. P. 223–230.

118. Giesenbauer B., Müller-Christ G. University 4.0: promoting the transformation of higher education institutions toward sustainable development. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, no. 8. DOI: 10.3390/su12083371

119. Ülker N. Total quality management in the context of University 4.0: new game new rules. *Frontiers in education*. 2023. Vol. 8. DOI: 10.3389/feduc.2023.1146965

120. Ülker N., Otrar M. University 4.0 essentials: influence of Industry 4.0 on higher education. *Industry and higher education*. 2025. Vol. 39, no. 5. P. 528–538. DOI: 10.1177/09504222241295625

121. Carayannis E. G., Morawska J. University and Education 5.0 for emerging trends, policies and practices in the concept of Industry 5.0 and Society 5.0. *Industry 5.0 / ed. by C. F. Machado, J. P. Davim*. Cham, 2023. P. 1–25. DOI: 10.1007/978-3-031-26232-6_1

122. Eskinat A., Teker S. University 5.0 is a fact or dream?. *47th Portugal international conference on “Education, social sciences, humanities & business management”*, Lisbon, 5–7 April 2023. P. 20–26.

123. Клепко С. Ф., Головко М. В. Курикулум. *Енциклопедія освіти* / ред. В. Г. Кремень. 2-ге вид. Київ, 2021. С. 506–507.

124. Pellegrino J. W. Rethinking and redesigning curriculum, instruction and assessment: what contemporary research and theory suggests. 2006.

125. Linn R. L., Miller M. D. Measurement and assessment in teaching. Upper Saddle River, NJ : Pearson Merrill Prentice Hall, 2005.
126. OECD. Frascati manual 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. Paris : OECD Publishing, 2015. 402 p. DOI: 10.1787/9789264239012-en
127. Burton C. R. The modern integration of research activities with teaching and learning. *The journal of higher education*. 1997. Vol. 68, no. 3. P. 241–255. DOI: 10.1080/00221546.1997.11778982
128. Bournier T., Rospigliosi A., Heath L. The fully functioning university. Emerald Publishing Limited, 2020. DOI: 10.1108/9781839824982
129. Achtenhagen F. The curriculum-instruction-assessment triad. *Empirical research in vocational education and training*. 2012. Vol. 4, no. 1. P. 5–25. DOI: 10.1007/BF03546504
130. Shapoval O. V. Practical challenges of managing Education 4.0 transformations in higher and continuous education. *Ekspertni otsinky elementiv navchalnoho protsesu : Prohrama i materialy XXV mizhvuzivskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, Kharkiv, 23 November 2023 / ed. by V. A. Kirvas. Kharkiv, 2023. P. 91–94.
131. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education in Ukraine: challenges and opportunities. *Business inform.* 2023. Vol. 10, no. 549. P. 184–190. DOI: 10.32983/2222-4459-2023-10-184-190
132. Shapoval O. V. Challenges of transformation management in higher education institutions. *Upravlinnia yak chynnyk ekonomichnoi rivnovahy : Prohrama ta materialy xvii konferentsii molodykh uchenykh kafedry ekonomiky ta prava*, Kharkiv, 7 December 2023. Kharkiv, 2023. P. 130–133.
133. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education of Ukraine: challenges and opportunities. *Konkurentospromozhnist ta innovatsii: problemy nauky ta praktyky : Tezy dopovidei VIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*, Kharkiv, 24 November 2023. Kharkiv, 2023. P. 868–871.

134. Transformational Change in the Higher Education Sector: an inquiry into leadership practice / C. Mowles et al. Leadership Foundation for Higher Education, 2019. URL: <https://uhra.herts.ac.uk/id/eprint/20028/>
135. Teixeira A. F., Gonçalves M. J. A., Taylor M. d. L. M. How higher education institutions are driving to digital transformation: a case study. *Education sciences*. 2021. Vol. 11, no. 10. DOI: 10.3390/educsci11100636
136. Gogebashvili N. Change management challenges in Georgian higher education institutions and the necessary tools for handling them. *The challenges of modern science*. 2021. Vol. 2, no. 1. P. 33–38.
137. Lytvyn S. Introduction of digital technologies and digitalisation in higher education institutions of Ukraine: current state and prospects. *Library science record studies informology*. 2024. Vol. 20, no. 1. P. 89–92. DOI: 10.63009/lrsi/1.2024.88
138. Vodianka L., Khill R., Stakhova N. Industry 4.0 in Ukraine and Romania: challenges, opportunities, and pathways to integration. *Baltic journal of economic studies*. 2025. Vol. 11, no. 3. P. 253–260. DOI: 10.30525/2256-0742/2025-11-3-253-260
139. Educational innovation and digital transformation: interconnection and prospects for Ukraine / V. Honcharuk et al. *Futurity education*. 2024. Vol. 4, no. 2. P. 61–85. DOI: 10.57125/FED.2024.06.25.04
140. Гуменюк В. В. Освітній менеджмент в умовах Індустрії 4.0. *Публічне управління та адміністрування в умовах війни і в поствоєнний період в Україні*: матеріали Всеукр. науково-практ. конф., м. Київ, 15–28 квіт. 2022 р. / ред.: І. Дегтярьова, В. Куйбіда, П. Петровський. Київ, 2022. С. 201–204.
141. Tkachenko O., Kozlovska L., Lisniak N. Challenges and opportunities of the transformation of the economy of education in the model of post-war reconstruction of Ukraine. *Strategy of economic development of Ukraine*. 2023. No. 52. P. 145–157. DOI: 10.33111/sedu.2023.52.145.157
142. Хромова О. І., Міщенко О. В., Ніколенко К. В. Перспективи трансформації української вищої освіти у післявоєнний період. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2022. Т. 41, № 7-9. С. 47–56.

143. Vlasiuk O. S. et al. Determinants of adaptive use of the world experience of post-war reconstruction and economic growth in Ukraine. *Business Inform.* 2025. No. 2. P. 64–75. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-2-64-75
144. Кизим М., Трушкіна Н. Роль критичної інфраструктури в повоєнній розбудові економіки регіонів України. *Економіка та суспільство*. 2025. № 81. DOI: 10.32782/2524-0072/2025-81-151.
145. Cardona Mejía L. M., Pardo del Val M., Dasí Coscollar M. d. S. The institutional isomorphism in the context of organizational changes in higher education institutions. *International journal of research in education and science*. 2020. Vol. 6, no. 1. P. 61–73.
146. Shah K. H., Ashraf M., Khoso R. A. Digital transformation of the college education department: a challenge. *Siazga research journal*. 2024. Vol. 03, no. 02. P. 137–145. DOI: 10.58341/srj.v3i2.57
147. Afolalu O., Tsoeu M. S. Cybersecurity in higher education institutions: a systematic review of emerging trends, challenges and solutions. *Future internet*. 2025. Vol. 17, no. 12. DOI: 10.3390/fi17120575

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

2.1. Оцінка стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу

Як було визначено в п. 1.2 дисертаційного дослідження, вагомий внесок у трансформацію вищої освіти в умовах Індустрії 4.0 роблять сучасні технології. Загалом перелік технологій, що тією чи іншою мірою використовуються в діяльності закладів вищої освіти, може бути доволі широким, однак не всі з них становлять однаковий інтерес та/або відносяться до технологій Індустрії 4.0. Тому, пропонується звужити їх перелік до тих, що складають компонент «технології Індустрії 4.0» концептуальної карти поняття «Освіта 4.0»: віртуальна й доповнена реальність, штучний інтелект і машинне навчання, інтернет речей, великі дані, кіберфізичні системи, хмарні обчислення, блокчейн і розподілені реєстри.

Насамперед здійснимо систематизацію та узагальнення наукових публікацій, проіндексованих наукометричною базою Scopus, за наведеним переліком для виявлення рівня наукової зацікавленості та об'єму дослідницької бази щодо проблематики використання технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті. Для цього було здійснено серію пошукових запитів за ключовими словами «Virtual Reality», «Augmented Reality», «Artificial Intelligence», «Machine Learning», «Internet of Things», «Big Data», «Cloud Computing», «Cyber-Physical Systems», «Blockchain», «Distributed Ledger Technology» з додаванням ключового слова «Higher Education» в наукометричній базі Scopus із використанням інструменту лапки («») у TITLE-ABS-KEY. Загальна вибірка склала 17803 документи за період 2014–2025 рр. Порівняння динаміки кількості наукових публікацій наведено на рис. 2.1.

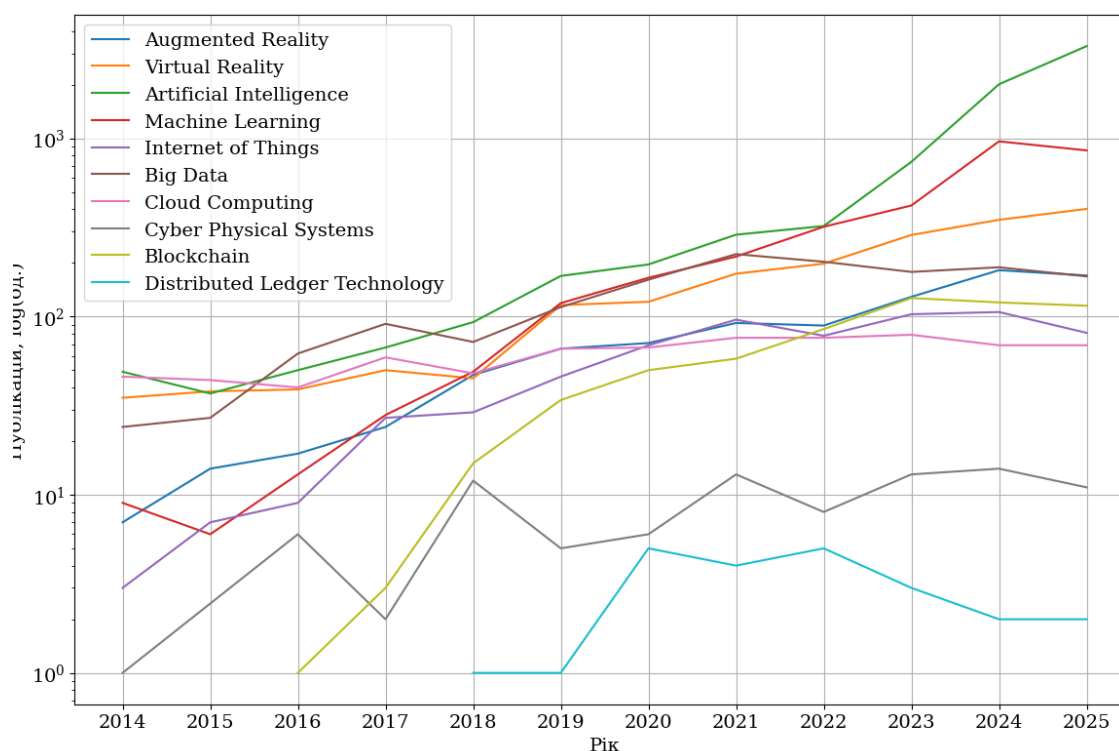


Рис. 2.1. Динаміка зростання кількості публікацій, присвячених дослідженню технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті, за період 2014–2025 рр.

Джерело: Побудовано автором за матеріалами [1]

Отже, як видно з рис. 2.1, загальна кількість публікацій, присвячених дослідженню використання технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті, за період 2014–2025 рр. зростає, однак за деякими з них динаміка дещо відрізняється. Крім цього, публікації за деякими з розглянутих технологій з'явилися у наукометричній базі Scopus пізніше. Так, наприклад, перші дослідження за тематикою «Blockchain» датуються 2016 р., «Distributed Ledger Technology» – 2018 р. Розглянемо розподіл більш детально (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Публікації за тематикою технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті за 2014–2025 рр.

Технологія	N	$\bar{X}$	σ	min	max
1	2	3	4	5	6
Virtual Reality	2184	66,18	102,77	1	402
Augmented Reality	934	51,89	59,13	1	182
Artificial Intelligence	7470	574,62	976,72	37	3294
Machine Learning	3252	130,1	258,77	1	962
Internet of Things	668	41,75	40,4	1	106

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Big Data	1538	96,13	80,29	3	224
Cloud Computing	838	46,56	26,06	2	79
Cyber-Physical Systems	94	6,71	5,09	1	14
Blockchain	614	55,82	48,99	1	127
Distributed Ledger Technology	23	2,88	1,64	1	5

Джерело: Побудовано автором за матеріалами [1]

N – к-сть публікацій, $\bar{X}$ – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, $\min$ – мінімальна к-сть публікацій за один рік, $\max$ – максимальна к-сть публікацій за один рік

Як видно з проведеного дослідження, найбільша частка наукових праць присвячена використанню технологій штучного інтелекту (42,41% від усіх за розглянутий період). Також вони мають найвищий темп зростання, що особливо виражено після 2023 р. Так, у 2024 р. було опубліковано 2012 статей, що становило зростання на 172,62% ($\Delta = 1274$) порівняно з минулим роком, у 2025 р. – 3294 статей, що становило зростання на 63,72% ($\Delta = 1282$). Значна частка досліджень присвячена також тематиці машинного навчання (18,46% від усіх за розглянутий період) та віртуальної реальності (12,40%). Найменшу частку становлять публікації за темами кіберфізичних систем (0,53%) та розподілених реєстрів (0,13%).

Отже, загальна дослідницька база для розгляду технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті є широкою та зростає, однак за деякими з них існує дисбаланс наукової зацікавленості, що особливо гостро проявляється в кількості й динаміці досліджень розподілених реєстрів і кіберфізичних систем, незважаючи на те, що кіберфізичні системи значною мірою можна вбачати як визначну технологію в межах моделі RAMI 4.0, а також у різкому зростанні зацікавленості до використання технологій штучного інтелекту й машинного навчання на фоні загального розвитку цих технологій.

Узагальнимо використання технологій Індустрії 4.0 відповідно до складових діяльності закладів вищої освіти, що піддаються трансформації, визначених у п. 1.3 дисертаційного дослідження (табл. 2.2): курикулум, викладання, оцінка знань, науково-дослідницька діяльність.

Таблиця 2.2

Технології Індустрії 4.0 та їх застосування в діяльності закладів вищої освіти

Технологія	Складові	Характеристика
Віртуальна й доповнена реальність (Virtual/Augmented Reality – VR/AR)	II	Створення віртуальних тривимірних середовищ із метою підвищення наглядності певних видів навчальних матеріалів, у межах лабораторних робіт, віртуальних екскурсій і т. ін., що дозволяє поліпшити рівень залученості та засвоєння серед здобувачів, сприяє їх зацікавленості
Штучний інтелект та машинне навчання (Artificial Intelligence, Machine Learning – AI/ML)	I, II, III, IV	Розробка навчальних матеріалів і завдань відповідно до знань та індивідуальних вимог здобувачів; впровадження інтелектуальних систем навчання (Intelligent Tutoring Systems – ITS); надання автоматизованого зворотного зв'язку, порад, супроводу; ШІ-асистенти; ШІ-інструменти академічних досліджень, обробка дослідницьких даних із використанням ШІ та/або методів машинного навчання
Інтернет речей (Internet of Things – IoT)	II, III	Автоматизація процесів управління кампусом та його ІТ-системами; розробка та впровадження розумних середовищ віддаленого або гібридного навчання; інструменти забезпечення доступності для здобувачів з обмеженими можливостями
Великі дані (Big Data)	I, III, IV	Збір та обробка наборів даних, що постійно зростають та містять інформацію в неоднорідному форматі; аналітика навчального процесу, зокрема в межах систем профілактичного втручання і оцінки успішності; аналіз закономірностей рівнів відвідування, отриманих оцінок, взаємодії із системами управління навчанням (Learning Management System – LMS) і т. ін.; обробка значних об'ємів даних у межах дослідницької діяльності
Кіберфізичні системи (Cyber-Physical Systems)	II, III	Освітні кіберфізичні системи (Educational Cyber Physical Systems) для збору, обробки, передачі даних до інших компонентів ІТ-систем закладу (IoT, великі дані тощо); автоматизований контроль навчального процесу; інфраструктура для проведення віддалених занять
Хмарні обчислення (Cloud Computing)	I, II, III, IV	Надання доступу до віддалених обчислювальних ресурсів; розробка та розгортання інформаційно-комунікаційних систем (репозиторії навчальних матеріалів, платформи сумісної роботи, LMS тощо) без необхідності розбудовувати фізичну інфраструктуру
Блокчейн та розподілені реєстри (Blockchain, Distributed Ledger Technology – DLT)	II, III	Підхід до організації даних із використанням криптографічного завірення; випуск цифрових дипломів/сертифікатів, автоматизація процесів оцінювання з використанням смарт-контрактів (напр., сертифікат про завершення програми генерується автоматично при наборі порогового балу)

Джерело: побудовано автором за [2–15]

I – Курикулум; II – Викладання; III – Оцінка знань; IV – Науково-дослідницька діяльність

Як видно з наведеної характеристики, більшість технологій Індустрії 4.0 можуть використовуватись одночасно в межах декількох складових діяльності освітніх закладів. Найширше використання мають хмарні обчислення, а також технології штучного інтелекту та машинного навчання, що також може бути однією з причин високого дослідницького інтересу до них.

Проведене дослідження дає змогу охарактеризувати рушійні фактори та виклики впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Рушійні фактори та виклики впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу

Регіон	Ключові рушійні фактори	Ключові проблеми
Північна Америка	Тісна інтеграція вищої освіти в промислове середовище; сильна дослідницька база	Адаптація навчальних програм до сучасних вимог індустрії; підвищення кваліфікації викладачів
Південна Америка	Високий рівень дослідницької діяльності; інтерес до технологій Індустрії 4.0	Обмеженість фінансування; слабкий рівень розвитку цифрової культури та особливості культурного середовища
Європейський Союз	Розвинена нормативно-правова база і високий рівень формалізації розвитку інновацій	Нерівність розвитку інновацій в освіті між регіонами
Африка	Цифрова трансформація і популяризація технологій Індустрії 4.0; високий рівень зацікавленості в сучасних викладацьких підходах; зростання ролі STEM-освіти	Слабка технологічна база; нестача кваліфікованого персоналу; слабкий рівень розвитку цифрової культури та особливості культурного середовища
Близький Схід	Високий рівень цифровізації закладів	Відсутність узгодженості вимог індустрії з кваліфікаціями; недостатня розвиненість інфраструктури; нестача комплексних стратегій цифрової трансформації
Південна Азія	Приватні заклади вищої освіти; організаційні фактори, направлені на підтримку управлінчих процесів у закладах	Невідповідність навчальних програм та викладацьких підходів вимогам індустрії; слабкий розвиток цифрової інфраструктури
Південно-Східна Азія	Визнання позитивної ролі модернізації навчального процесу; інтегрованість молоді в цифрову економіку	Слабкий рівень розвитку технологічної інфраструктури; низький рівень організаційної готовності; прогалини в розумінні концепцій Індустрії 4.0
Східна Азія	Високий рівень наукової активності; висока густота здобувачів освіти	Прогалини в інформаційній інфраструктурі; обмеженість фінансових ресурсів; обмежена співпраця із закордонними науковцями

Джерело: побудовано автором за [16–23]

З проведеного дослідження можна зробити такі висновки [16]:

- країни, що розвиваються, стикаються з рядом спільних викликів, а саме: фінансові обмеження, нестача кваліфікованих викладачів, недостатній рівень розвитку цифрової інфраструктури, недостатній рівень зрілості цифрової культури як серед викладачів, так і здобувачів освіти;

- незважаючи на існування структурних проблем, більшість країн, що розвиваються, визнають потенціал впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті та мають високий рівень зацікавленості новими технологіями;

- серед ряду розглянутих країн, незважаючи на загалом високий рівень готовності до технологій та/або існування інфраструктури, темпи впровадження інновацій гальмують, що вказує на те, що зосереджувати увагу суто на розвитку технологічної бази часто недостатньо. Особливо ця проблема проявляється серед країн Близького Сходу, де впровадження технологій Індустрії 4.0 розвивається відносно помірними темпами, незважаючи на технологічну готовність і організаційну підтримку, зокрема серед керівного складу освітніх закладів;

- як видно на прикладі країн із розвиненою нормативною базою, наявність чітких, скоординованих регуляцій може виступати вагомим фактором для стимулювання впровадження технологій Індустрії 4.0, що відіграє особливо важливу роль у регіонах, які мають слабкий або нерівномірний загальний рівень інноваційного розвитку, що перешкоджає природному формуванню інноваційних кластерів. Водночас, як видно з досвіду країн ЄС, підходів, які спираються переважно на регуляторну базу, недостатньо для вирішення структурних проблем;

- розвинена цифрова культура і високий рівень цифрової грамотності населення є важливими чинниками поширення інновацій, що, зі свого боку, сприяє трансформаційним процесам у закладах вищої освіти. Також із цього можна зробити висновок, що розвиток технологій і соціальні процеси пов'язані та можуть як гальмувати (напр., в Африці, Латинській Америці), так і сприяти трансформаційним процесам (напр., у країнах Південно-Східній Азії).

Для більш комплексного представлення специфіки впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті використаємо модель SAMR (Substitution, Augmentation,

Modification, Redefinition – заміщення, аугментація, модифікація, переосмислення), що дозволяє представити технології, які впроваджуються, у послідовному порядку за рівнем їх впливу [24]. На першому рівні, заміщення, нова технологія замінює попередню, однак функціональних змін не відбувається (напр., використання комп'ютерної програми для набору тексту замість ручки та паперу). Другий рівень, аугментація, передбачає, що використання технології пов'язано з проявом функціональних покращень (напр., перевірка орфографії). На третьому рівні, модифікації, впровадження технології призводить до перебудови самого завдання (напр., замість індивідуального написання, здобувачі знань співпрацюють одночасно в одному онлайн-документі). На четвертому рівні, переосмислення, використання технології призводить до формування нових видів діяльності, які раніше були неможливими (напр., замість написання реферату, здобувачі демонструють розуміння теми шляхом підготовки мультимедійної презентації) [24].

Результати аналізу технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті з використанням моделі SAMR наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Підсумки аналізу технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті через модель SAMR

Технологія	Етап			
	Заміщення	Аугментація	Модифікація	Переосмислення
1	2	3	4	5
Віртуальна й доповнена реальність	Заміна двовимірних зображень та відео тривимірними симуляціями	Використання інтерактивних тривимірних середовищ для більш глибокого вивчення матеріалу	Віртуальні екскурсії до історичних місць; симуляції небезпечних ситуацій	Нові способи отримання освітнього досвіду через спільні віртуальні середовища
Штучний інтелект	Використання чат-боту для відповідей на часті запитання про навчальну програму	Інтелектуальні системи навчання, що надають персоналізований зворотний зв'язок та супровід	Адаптивні освітні платформи з регульованим рівнем складності	Динамічний склад навчальної програми, що генерується на основі профілю здобувача
Інтернет речей	Розумні ID-картки для пропуску	Автоматизовані системи обліку відвідуваності	Автоматизовані системи відслідковування зайнятості класних кімнат	Розумні кампуси

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Великі дані	Цифрові журнали успішності	Автоматизація аналізу успішності та генерації звітів	Прогнозна аналітика для виявлення студентів у зоні ризику	Системи автоматизованої корекції навчального процесу
Кіберфізичні системи	Цифрове управління обладнанням	Автоматизація управління класами	Віддалені навчальні лабораторії	Імерсійні навчальні середовища
Хмарні обчислення	Хмарні сховища файлів	Системи співпраці над документами	Віртуальні простори для співпраці в реальному часі	Розподілені, інтегровані навчальні платформи
Блокчейн і розподілені реєстри	Реєстрація випущених дипломів у ланцюзі блокчейн	Випуск цифрових сертифікатів та мікро-дипломів	Автоматизовані сертифікати й дипломи на основі смарт-контрактів	Децентралізований автономний університет (Decentralized Autonomous University – DAU)

Джерело: побудовано автором за матеріалами [25–29]

За результатами аналізу (табл. 2.4) можна зробити такі висновки:

- технології віртуальної / доповненої реальності мають високий потенціал для формування нових видів навчальних матеріалів, однак, їх розробка може бути затратною;
- Інтернет речей і великі дані мають значний потенціал на рівнях модифікації та переосмислення. Їх вплив можна примножити шляхом інтеграції, що дозволяє формувати складні адаптивні навчальні середовища;
- застосування технологій блокчейн і розподілених реєстрів здебільшого лежить у обліку й верифікації різноманітних сертифікатів, що видаються по завершенню навчання (дипломи, сертифікати курсів і т. ін.);
- загалом трансформаційний потенціал технологій Індустрії 4.0 значно примножується при їх комплексному впровадженні, в результаті чого можуть бути сформовані освітні кіберфізичні системи. Як приклад такої системи можна привести систему освітньої аналітики, у якій дані з IoT-сенсорів обробляються з використанням технологій машинного навчання.

Спираючись на отримані результати, визначимо такі основні причинно-наслідкові цикли, що виникають у процесі впровадження технологій Індустрії 4.0, за методом системної динаміки [30] (рис. 2.2):

R1 – впровадження технологій Індустрії 4.0 + модернізація навчальних програм + частка працездатних випускників + співпраця з промисловим сектором + рівень компетентностей серед працівників + впровадження технологій Індустрії 4.0;

R2 – об'єм фінансування + впровадження технологій Індустрії 4.0 + модернізація навчальних програм + частка працездатних випускників + співпраця з промисловим сектором + об'єм фінансування;

R3 – впровадження технологій Індустрії 4.0 + модернізація навчальних програм + частка працездатних випускників + співпраця з промисловим сектором + рівень компетентностей серед працівників – спротив змінам – впровадження технологій Індустрії 4.0;

B1 – впровадження технологій Індустрії 4.0 + модернізація навчальних програм + нарощення ІТ-інфраструктури + складність ІТ-систем + ризики кібербезпеки + спротив змінам – впровадження технологій Індустрії 4.0.

Розглянемо характер наведених циклів детальніше. Так, Є. Беке (E. Beke) та ін. [31] проводять оцінку вимог до компетентностей Індустрії 4.0 і підкреслюють необхідність освітніх закладів своєчасно реагувати на зміни та адаптуватись. П. Мабота (P. Mabotha) і Б. Нгкаму (B. Ngcamu) [32] наводять, що цифрова трансформація освітніх закладів забезпечує працездатність випускників шляхом надання їм необхідних навичок і знань, а також сприяє поліпшенню адміністративної архітектури самого закладу, тоді як стабільна інфраструктура та наявність фінансування виливаються в поліпшення результатів навчання. Н. Пано (N. Pano) та ін. [33] наводять, що співпраця між освітніми закладами та представниками промисловості призводить до зростання конкурентоспроможності випускників і дозволяє засвоювати прикладні навички безпосередньо в процесі навчання. С. Хітон (S. Heaton) та ін. [34] демонструють партнерську роль ЗВО в стимулюванні розвитку місцевих економік та інноваційних екосистем.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [30–38]

К. Осадча та ін. [35] у контексті підготовки майбутніх фахівців у сфері професійної освіти підкреслюють роль стратегічного бачення керівництва у сприянні технічному забезпеченню цифровізації закладу та моніторингу цифрових компетентностей педагогічних працівників. Адекватний рівень володіння релевантними знаннями серед кадрового складу є вкрай важливим, оскільки сприяє зменшенню опору, що, зі свого боку, дозволяє більш ефективно впроваджувати і використовувати технології Індустрії 4.0. Водночас викладачі, які мають обмежений рівень розуміння цих технологій, можуть відчувати загрозу або перевантаженість, що призводить до пасивного й активного опору [36; 37]. О. Афолалу (O. Afolalu) і М. Цоеу (M. Tsoeu) [38] окремо розглядають питання кібербезпеки в закладах вищої освіти та зазначають, що вони стикаються з характерними ризиками, оскільки структура освітніх закладів децентралізована і складна, включає значну кількість користувачів, точок доступу й організаційних одиниць.

Отже, з проведеного дослідження можна зробити такі висновки. Загальний рівень наукової зацікавленості щодо технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті зростає, однак динаміка відносно конкретних технологій є нерівномірною. Впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу має виражені регіональні особливості, що витікають із властивостей нормативно-правового середовища, доступності коштів, рівня розвитку цифрової інфраструктури та рівня культурної підготовленості. Водночас спостерігаються виклики, що присутні одразу в декількох регіонах світу, а саме такі: розходження у вимогах до навичок і компетентностей зі сторони промисловості та тих, що подаються в складі навчальних програм, недостатній рівень кваліфікацій педагогічного та технічного персоналу, нерівномірний рівень розвитку цифрової інфраструктури між регіонами. Аналіз із використанням моделі SAMR показав, що технології Індустрії 4.0 мають вагомий трансформаційний потенціал на рівнях модифікації та переосмислення, особливо для технологій штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності, інтернету речей, великих даних. Моделювання за методом системної динаміки дозволило виявити існування циклів зворотного зв'язку, пов'язаних із впровадженням технологій Індустрії 4.0, працездатністю випускників та посиленням партнерських

відносин із представниками промислового сектора, тоді як серед складових балансуючого циклу зворотного зв'язку було виявлено проблеми кібербезпеки та спротив змінам.

Зважаючи на значну роль промислового сектора при впровадженні технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті, на наступному етапі розглядається стан трансформаційних процесів у промисловості України порівняно з країнами світу.

2.2. Аналіз тенденцій та визначення основних проблем розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0

Як і в багатьох країнах світу, значним рушієм трансформаційних процесів в Україні стала індустріалізація. Хоч їх природа й розвивалася схожим шляхом, вони мали низку особливостей, зокрема пов'язаних зі стратегічними географічними перевагами, результатами політик, які були введені в період перебування країни в складі СРСР та економічно-інституційною перебудовою після набуття незалежності [39; 40]. Наслідки цих процесів вилились у подальших економічних, соціальних і політичних викликах, що відобразились, зокрема, в інноваційних секторах економіки та науково-дослідній діяльності [40–42]. Водночас трансформаційні процеси, що супроводжували становлення України як самостійної демократичної держави та розвиток громадянського суспільства як на ранніх етапах незалежності, так і надалі, продовжили ускладнюватися. Зокрема, більшої ваги набули питання, пов'язані зі становленням державних інституцій, формування національних цінностей, ідентичності й демократичної культури, проблеми національної безпеки [43].

Ці особливості, а також наявність тривалих кризових процесів, пов'язаних із наслідками пандемії COVID-19 та повномасштабних військових дій, зумовлюють необхідність розширення аналітичного забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у вітчизняній промисловості, у якому вплив цих кризових процесів береться до уваги. Для цього в межах роботи проводиться

кількісний аналіз з елементами порівняльної секторальної оцінки за низкою показників: діяльності промисловості в Україні та світі, місця України в міжнародних рейтингах, показників інноваційної діяльності промисловості України, розподілу факторів, що стримують промислове виробництво.

Проведемо оцінку динаміки доданої вартості промислового сектора (зокрема будівництва) як частки ВВП країн світу та України (рис. 2.3).

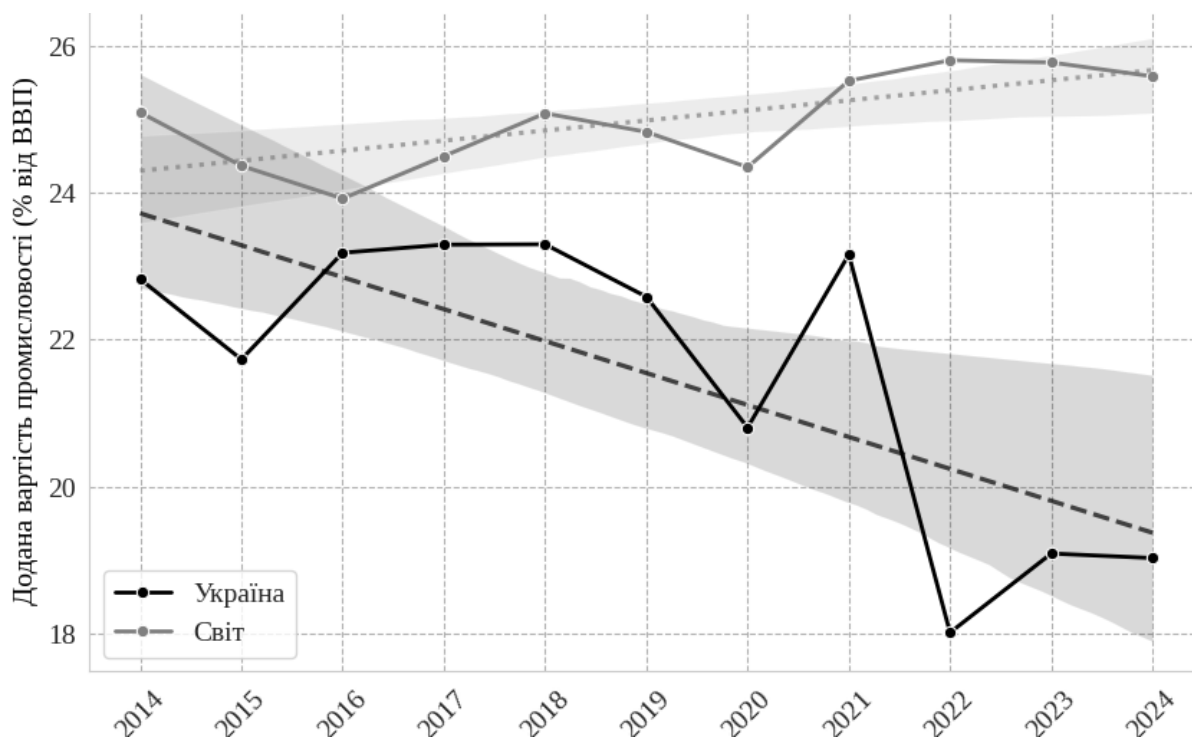


Рис. 2.3. Додана вартість промислового сектора (зокрема будівництво) як частки ВВП країн світу та України за 2014–2024 рр.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [44]

За наведеною динамікою можна зазначити таке. Загалом за 2014–2024 рр. додана вартість промислового сектора як частки ВВП у світі зростала, однак водночас із цим спостерігається циклічність. Значні скорочення відбулись у 2016 та 2020 рр., після чого слідували періоди відновлення. У промисловості України спостерігається спадна тенденція та більша мінливість, особливо виражена у 2020 р. на фоні пандемії COVID-19 з різким відновленням у 2021 та 2022 рр. на фоні початку повномасштабної військової агресії РФ. У цей рік частка доданої вартості промислового сектора для України становила 18,01 %. У подальшому показник дещо зріс, однак станом на 2024 р. все ще знаходиться нижче рівня довоєнного періоду.

На рис. 2.4 наведено динаміку зайнятості в промисловому секторі у світі та в Україні.

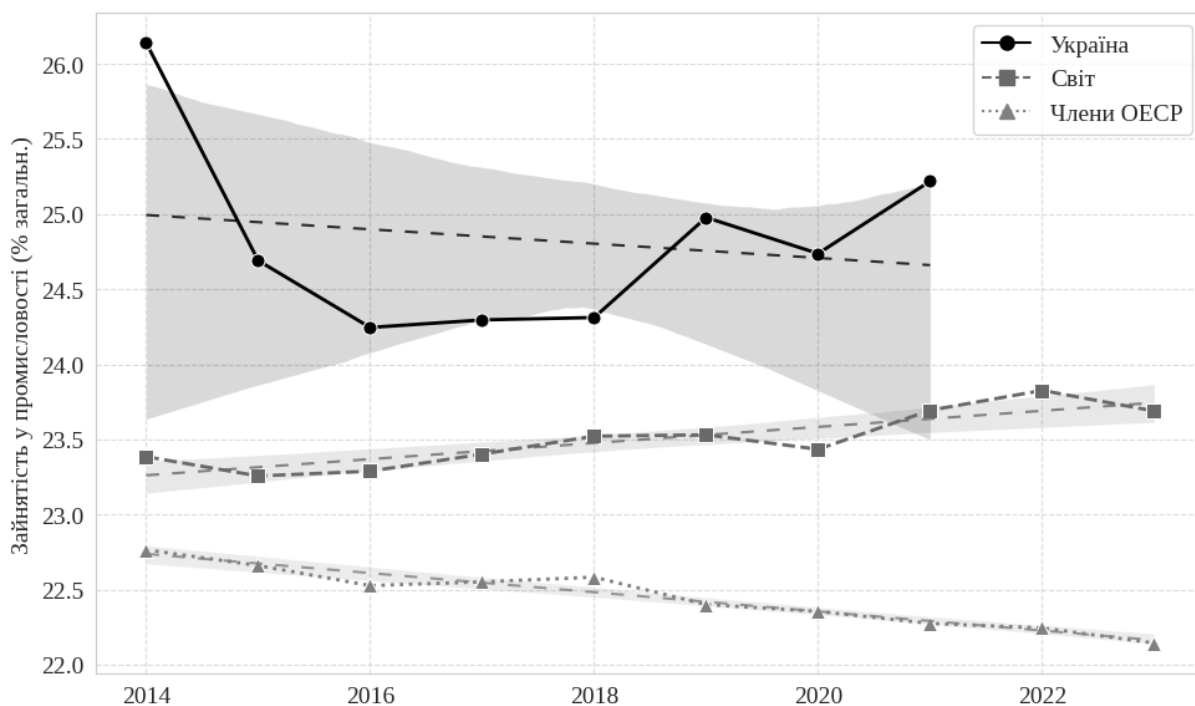


Рис. 2.4. Частка зайнятості в промисловості від загальної зайнятості у світі та в Україні за 2014–2023 рр.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [44]

Розглядаючи різницю в динаміці частки зайнятості в промисловості для України, світу та країн-членів ОЕСР, можна зазначити таке. Глобальна тенденція переважно стабільна з незначним зростанням. Станом на кінець розглянутого періоду частка зайнятості в промисловості у світі зросла на 0,3 відсоткових пункти. У країн-членів ОЕСР спостерігається незначне скорочення, на кінець розглянутого періоду воно становило 0,62 пункти, що може свідчити про перехід деяких розвинутих економік до структури, у якій переважає зайнятість у сфері послуг. Україна, незважаючи на вищий відсоток зайнятості в промисловості порівняно з країнами світу й ОЕСР, має високу мінливість та загалом незначний низхідний тренд. Так, у 2014 р. частка зайнятості в промисловості в Україні була вище на 2,76 пункти порівняно з країнами світу й на 3,38 пункти – порівняно з країнами ОЕСР. У 2021 р. різниця становила 1,53 і 2,94 пункти відповідно. Водночас для України скорочення порівняно з 2014 р. становило 0,92 пункти.

На рис. 2.5 наведено динаміку частки товарів виробництва в експорті в Україні та світі.

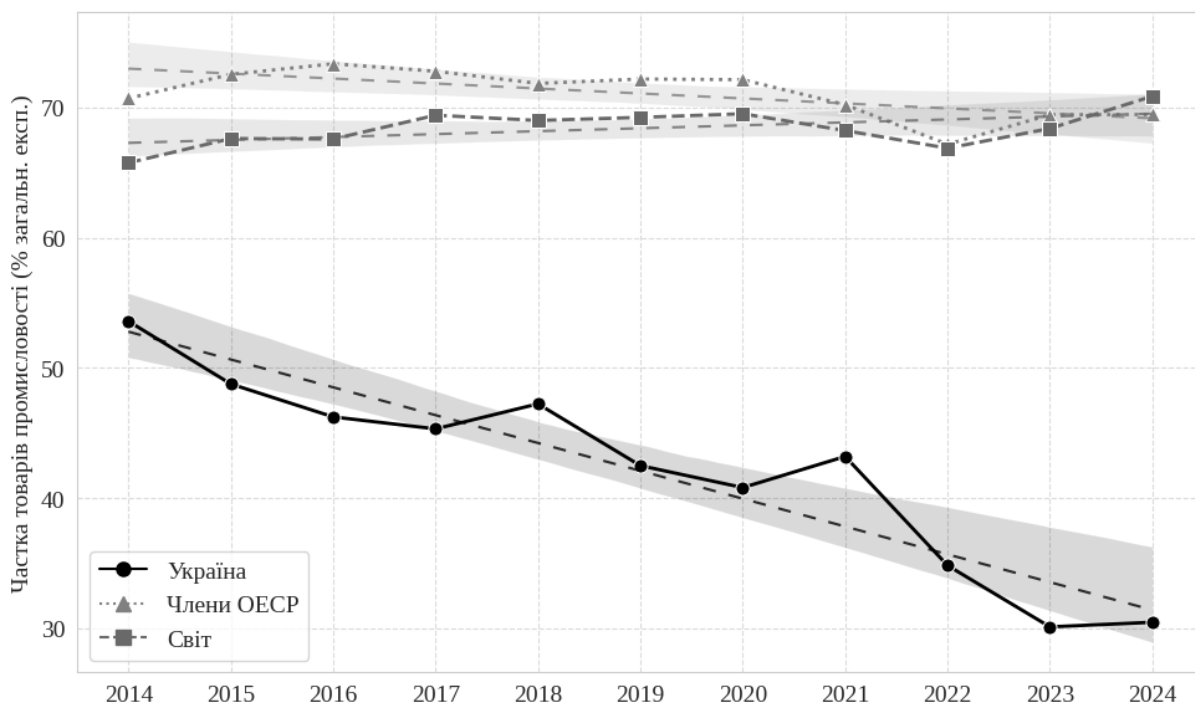


Рис. 2.5. Частка товарів виробництва від загального експорту товарів країн світу та України за 2014–2024 рр.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [44]

До товарів виробництва відносяться товари відповідно до Міжнародної стандартної торговельної класифікації (Standard international trade classification – SITC): секція 5 (хімікати), 6 (базові товари виробництва), 7 (машини й устаткування), 8 (різні товари виробництва)

З наведеної динаміки видно, що як у світі, так і серед країн ОЕСР тенденція експорту товарів виробництва є відносно стабільною з незначними коливаннями. Станом на 2024 р. у країнах світу експортувалось 70,86% товарів виробництва, у країнах ОЕСР – 69,46%. В Україні за розглянутий період тенденція є низхідною, коливаючись у діапазоні від 30,12% у 2023 р. до 53,59% у 2014 р. із середнім квадратичним відхиленням 7,52. Станом на 2024 р. частка товарів виробництва від загального експорту в Україні скоротилась на 23,12 пункти порівняно з 2014 р. Помітні зростання відбулись у 2018 та 2021 рр., на 1,92 та 2,39 пункти відповідно. У 2024 р. значення зросло на 0,36 пунктів порівняно з минулим роком.

Динаміку притоку зарубіжних інвестицій в Україні та світі наведено на рис. 2.6.

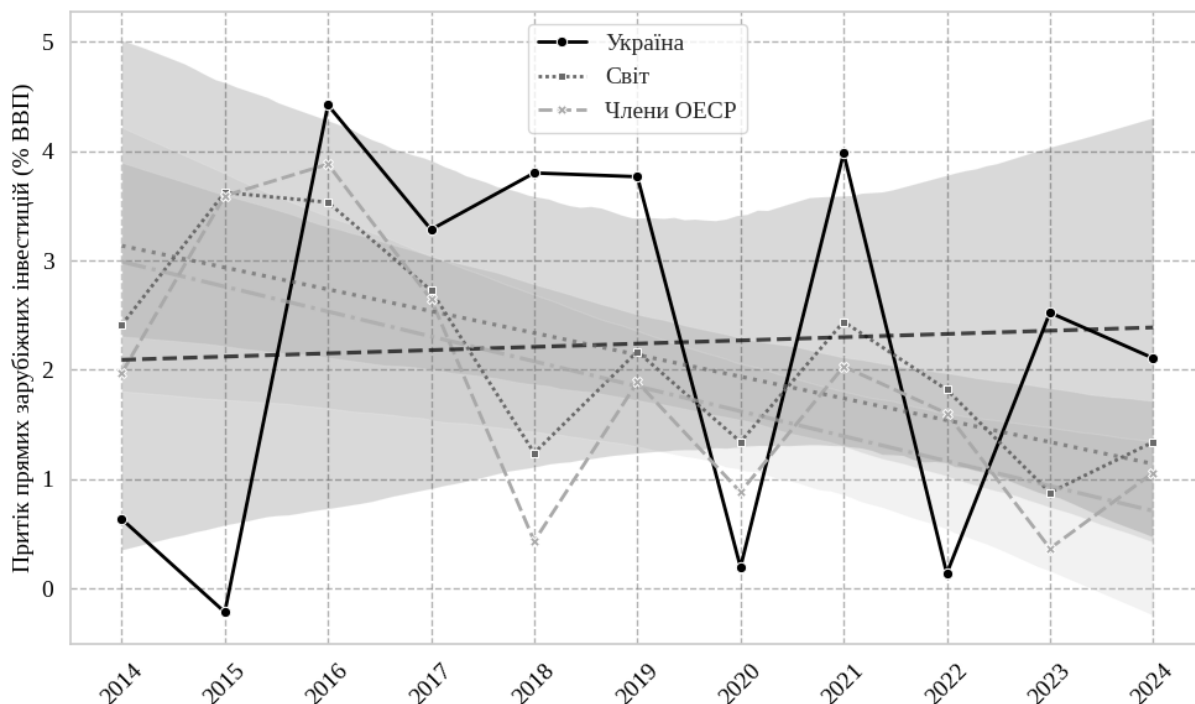


Рис. 2.6. Притік прямих зарубіжних інвестицій як частка ВВП в Україні та світі

Джерело: побудовано автором за матеріалами [44]

Як видно з рис. 2.6, у динаміці прямих зарубіжних інвестицій спостерігається значна мінливість і циклічність, особливо для України. Загальносвітові показники та показники країн-членів ОЕСР мають відносно близьку динаміку й загалом низхідну тенденцію. За розглянутий період світові значення коливаються в діапазоні від 0,88% у 2023 р. до 3,62% у 2015 р. ($\sigma = 0,92$), серед країн ОЕСР – від 0,37 у 2023 р. до 3,88 у 2016 р. ($\sigma = 1,17$). Станом на 2024 р. середній притік зарубіжних інвестицій країн світу становив 1,34%, що на 1,07 пункти нижче порівняно з 2014 р., серед країн ОЕСР – 1,06%, на 0,91 пункти нижче. Україна має найвищу мінливість зарубіжних інвестицій ($\sigma = 1,76$), їх частка за розглянутий період коливається від -0,22% (відтік) у 2015 р. до 4,42% у 2016 р. Особливо різкі падіння відбулись у 2020 р. (-3,58 в. п.) і 2022 р. (-3,84 в. п.). Станом на 2024 р. притік прямих зарубіжних інвестицій в Україну становить 2,11% ВВП, що на 1,48 пункти вище за 2014 р., однак значно нижче за пікові значення.

Далі розглянемо місце України та країн світу за міжнародними індексами: індекс конкурентоспроможності промислової продукції (CIP); індекс ефективності логістики (LPI); індекс економічної свободи.

Індекс конкурентоспроможності промислової продукції (CIP) розраховується за трьома групами субфакторів [45]: здатність виробляти та експортувати товари промисловості, поглиблення і оновлення технологій, вплив на світ. Повну структуру індексу наведено в табл. Б.1 Додатка Б.

Виконаємо порівняння субфакторів індексу для України у 2023 р. відносно середніх значень країн світу (рис. 2.7).

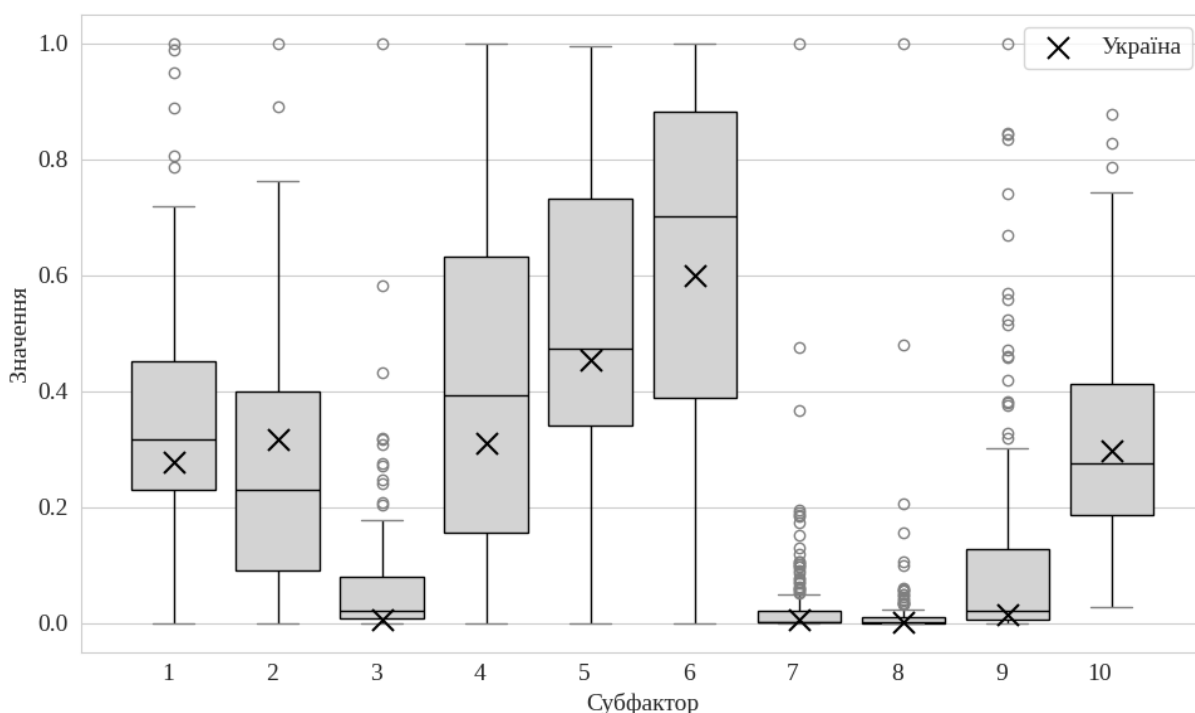


Рис. 2.7. Значення субфакторів індексу конкурентоспроможності промислової продукції (CIP) для України у 2023 р.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [45]

1 – Частка доданої вартості виробництва у ВВП; 2 – Частка середньо- та високотехнологічної діяльності в загальній доданій вартості виробництва; 3 – Додана вартість виробництва на душу населення; 4 – Частка середньо- та високотехнологічної діяльності в загальному експорті промислової продукції; 5 – Якість промислового експорту; 6 – Частка експорту промислової продукції в загальному експорті; 7 – Частка у світовому експорті промислової продукції; 8 – Частка світової доданої вартості виробництва; 9 – Експорт промислової продукції на душу населення; 10 – Інтенсивність індустріалізації

Загалом за період 2018–2023 рр. лідерами за СІР є Німеччина, Китай, Південна Корея, Японія, США, Ірландія, Швейцарія, Тайвань, Сінгапур та Нідерланди. Положення України в рейтингу має двоскладну тенденцію. Так, з 2018 по 2021 рр. рейтингове місце України коливалось у діапазоні 68–70, після чого знизилось до 82 у 2022 р., що становить падіння на 13 ланок. Ранжування України та інших країн світу за індексом наведено в табл. Б.2 Додатка Б.

Водночас, як видно з рис. 2.7, показники субфакторів СІР для України станом на 2023 р. загалом знаходяться близько до медіанних. Серед субфакторів зі значеннями, вищими за медіанні, зокрема такі: частка у світовому експорті промислової продукції (0,004; 162,81%), частка середньо- та високотехнологічної діяльності в загальній доданій вартості виробництва (0,089; 38,727%), інтенсивність індустріалізації (0,022; 7,887%). До субфакторів, значення яких менше від медіанного, відносяться: додана вартість виробництва на душу населення (–0,015; –72,567%), експорт промислової продукції на душу населення (–0,006; –31,07%), частка середньо- та високотехнологічної діяльності в загальному експорті промислової продукції (–0,082; –21,012%), частка експорту промислової продукції в загальному експорті (–0,103; –14,609%), частка доданої вартості виробництва у ВВП (–0,039; –12,2%).

Далі проведемо оцінку значень Індексу ефективності логістики (LPI), який розраховується за результатами опитування вибірки представників логістичного сектора [46]. Структуру індексу наведено в табл. Б.3 Додатка Б.

За період 2014–2023 рр. склад десятки лідерів активно змінювався. Найбільш стабільно високу позицію мала Німеччина, яка зберігала лідерство до 2018 р., опустившись на третю ланку лише у 2023 р., коли її місце зайняв Сінгапур. Також значне зростання місць у рейтингу спостерігається для Фінляндії, яка станом на 2023 р. посіла 2-ге місце, порівняно з 24-м у 2014 р., Данії та Швейцарії. Рейтингова ланка України за розглянутий період знизилась із 61 до 79, водночас значення рейтингу скоротилось на 0,28 одиниць (9,4%). Динаміку положення України та інших країн світу за індексом за 2014–2023 рр. наведено в табл. Б.4 Додатка Б.

Показники субфакторів індексу ефективності логістики для України у 2023 р. порівняно із середніми значеннями країн у рейтингу наведено на рис. 2.8.

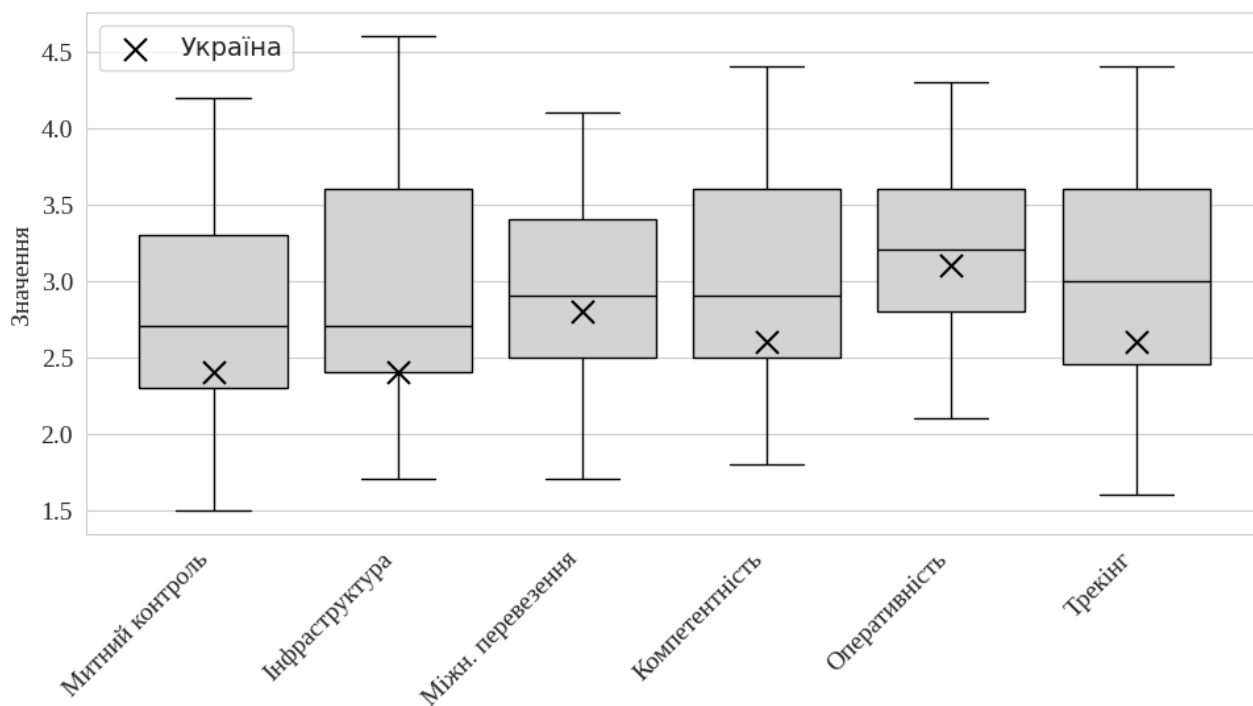


Рис. 2.8. Значення субфакторів індексу ефективності логістики (LPI) для України у 2023 р.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [45]

Як видно з рис. 2.8, значення всіх субфакторів LPI для України станом на 2023 р. знаходяться нижче медіанних. Найбільшу відносну різницю мають такі: трекінг (–0,4; –13,33%), митний контроль (–0,3; –11,11%), інфраструктура (–0,3; –11,11%), компетентність (–0,3; –10,35%). Субфакторами з найменшою відотною різницею від медіанних є: оперативність (–0,1; –3,13%), міжнародні перевезення (–0,1; –3,45%).

Далі розглянемо значення України і країн світу за індексом економічної свободи за 2016–2025 р., що визначається як середнє значення субфакторів свобод за такими групами [47]: верховенство права, рівень втручання уряду, ефективність регулювання, відкритість ринку. Повну структуру індексу наведено в табл. Б.5 Додатка Б.

Для більшості країн із високими значеннями індексу, таких як Нова Зеландія, Швейцарія, Австралія, Канада, Чилі, Ірландія, Естонія, коливання є невисоким, у

межах 2–4 балів. Україна за 2016–2021 рр. мала стійкий висхідний тренд, що змінився у 2022 р. Так, значення її індексу зросло із 46,8 у 2016 р. до 56,2 у 2021 р., що становить приріст на 20,1% (9,4 одиниці). У 2022 р. значення скоротилось на 3,74% (2,1 одиниці). У подальші роки загальне значення для України не розраховувалось через відсутність даних за деякими із субфакторів. Значення індексу економічної свободи для України та інших країн світу за 2016–2025 рр. наведено в табл. Б.6 Додатка Б.

Розглянемо значення субфакторів індексу економічної свободи для України у 2022 і 2025 рр. порівняно з країнами світу (рис. 2.9).

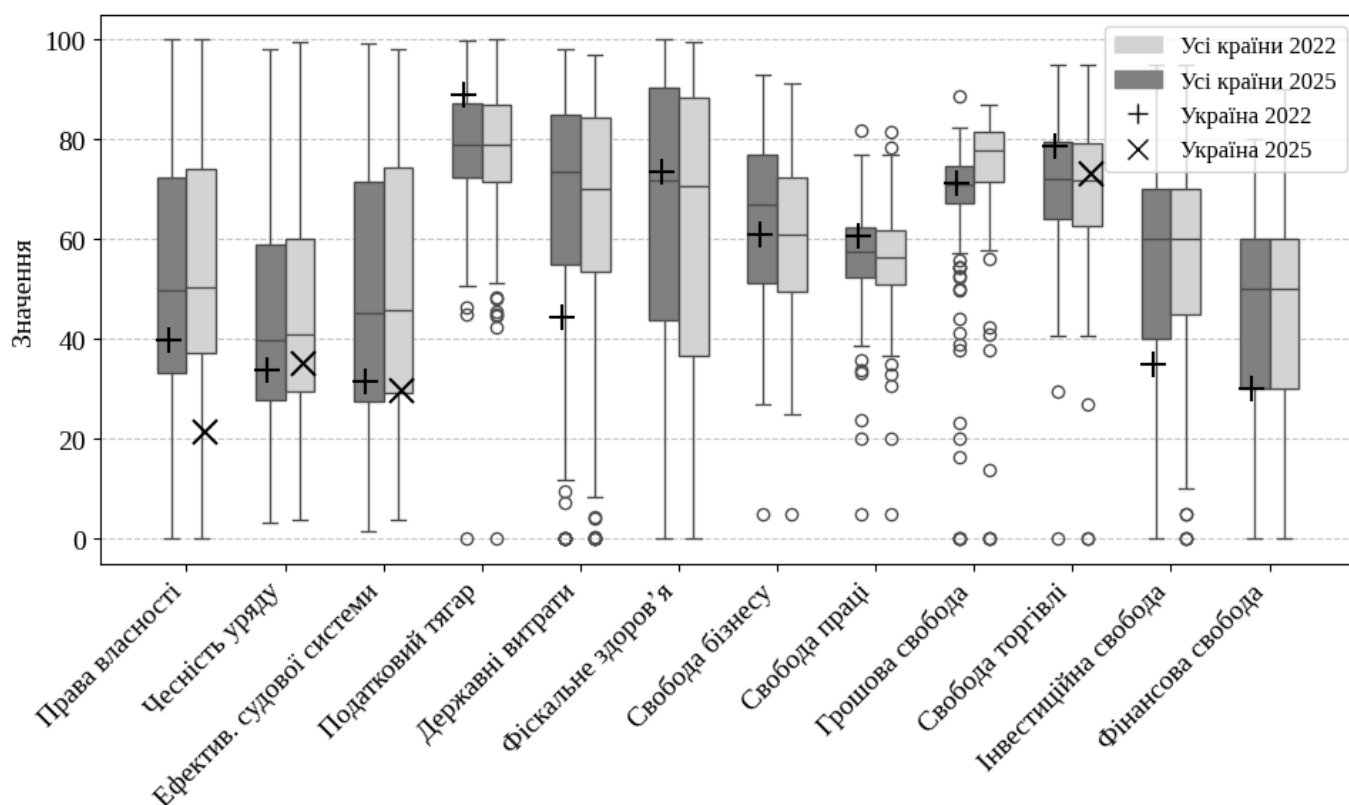


Рис. 2.9. Показники субфакторів індексу економічної свободи для України у 2022 і 2025 рр.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [47]

Як видно з рис. 2.9, розподіл значень субфакторів індексу економічної свободи для України між 2022 і 2025 рр. дещо різниться. Так, станом на 2022 р., за низкою субфакторів Україна мала значення вищі за медіанні, а саме: податковий тягар (10,2; 12,93%), свобода торгівлі (6,8; 9,47%), свобода праці (4,3; 7,62%), фіскальне здоров'я

(2,8; 3,95%). Серед субфакторів, що мали значення нижчі за медіанні, такі: інвестиційна свобода (–25; –41,67%), фінансова свобода (–20; –40%); державні витрати (–25,7; –36,61%), ефективність судової системи (–14,4; –31,44%), права власності (–10,7; –21,23%), чесність уряду (–7,2; –17,56%), грошова свобода (–6,7; –8,6%). Значення субфактору свободи бізнесу знаходилось на медіанному рівні (0%; $\Delta = 0$). Станом на 2025 р., значення вище за медіанне мав тільки субфактор свободи торгівлі (1; 1,39%). Серед субфакторів, значення яких нижче від медіанного: чесність уряду (–4,45; –11,17%), ефективність судової системи (–15,35; –33,92%); права власності (–28,4; –56,91%). Інші субфактори станом на 2025 р. не розраховувались.

Далі розглянемо тенденції трансформаційних процесів в Україні за показниками: індекс реального промислового виробництва; частка промислових підприємств, що впроваджували інновації; кількість впровадження інноваційної продукції промисловими підприємствами; фактори, що стримують промислове виробництво.

Розглядаючи динаміку індексу реального промислового виробництва за період 2014–2025 рр. (рис. 2.10), спостерігається два виразних кризових періоди, що виникли в результаті глобальної пандемії COVID-19 та початку повномасштабної військової агресії РФ.

Так, після спаду 2014–2015 рр. у передпандемічний період 2018–2019 рр. показник промислового виробництва залишався на стабільному рівні, а в окремі місяці порівняно з попереднім роком відбувалося зростання. З початком пандемії COVID-19 відбувся різкий спад виробництва в першій половині 2020 р., особливо виражений у квітні і травні, становивши –15,1% і –12,5% відповідно. Водночас промисловий сектор продемонстрував значну пружність і починаючи з кінця 2020 р. значення індексу стало зростати, встановилась висхідна тенденція, яка тривала до 2022 р., після чого на початку повномасштабних військових дій значення скоротилось. З 2024 р. динаміка індексу змінилась на позитивну, однак станом на 2025 р. залишається мінливою.

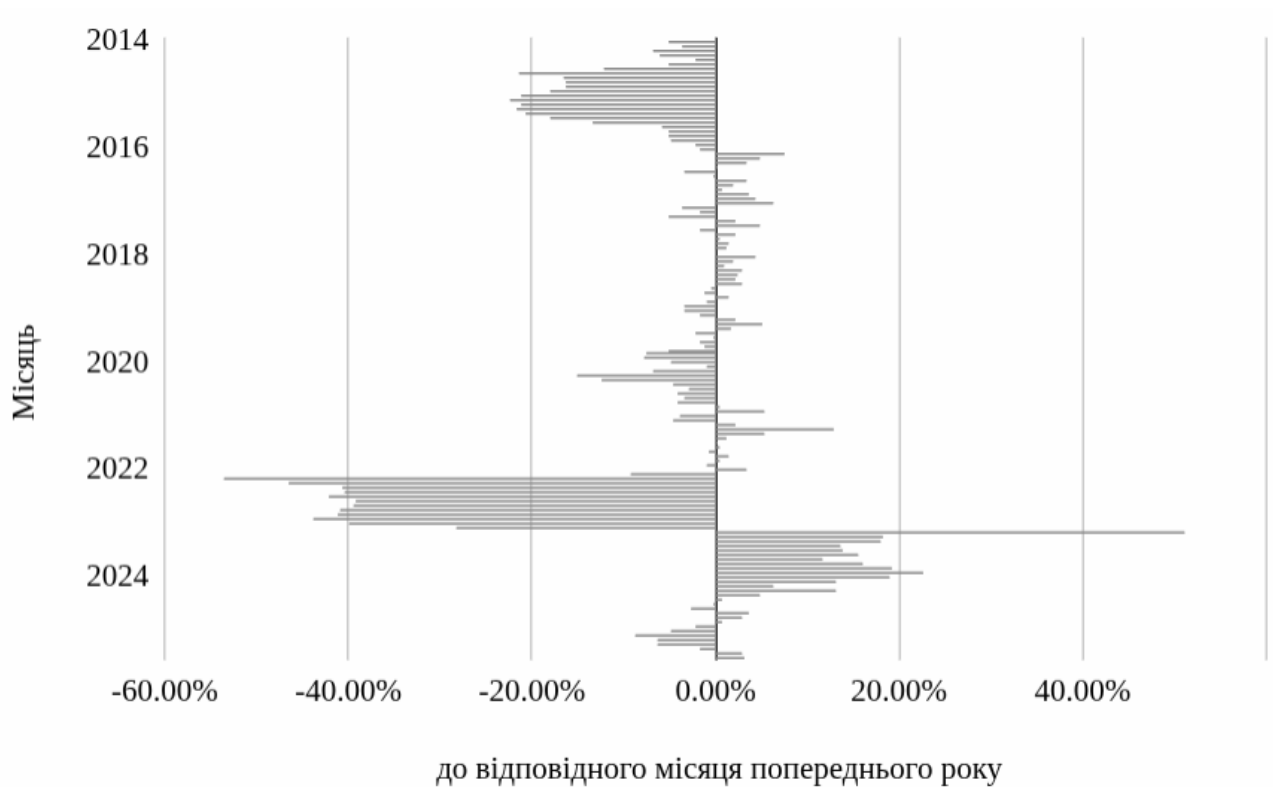


Рис. 2.10. Динаміка індексу реального промислового виробництва у % до відповідного місяця попереднього року

Джерело: побудовано автором за матеріалами [48; 49]

Як видно з динаміки частки промислових підприємств, що впроваджували інновації, у загальній кількості промислових підприємств (рис. 2.11), у 2015 р. їх частка зросла, а вже за рік досягла максимуму за розглянутий період (16,6%), після чого залишалась на відносно стабільному рівні. Найбільш стрімкий спад стався у 2021 р., коли частка скоротилась з 14,9% до 5,4% (9,5 в. п.). На тлі воєнних дій, що розпочались у 2022 р., частка промислових підприємств, що впроваджували інновації, не тільки не спала, але й, навпаки, дещо зросла – до 6,5% (1,1 в. п.). Станом на 2024 р. інновації впроваджували 15,5% промислових підприємств, що на 9 пунктів більше порівняно з 2023 р.

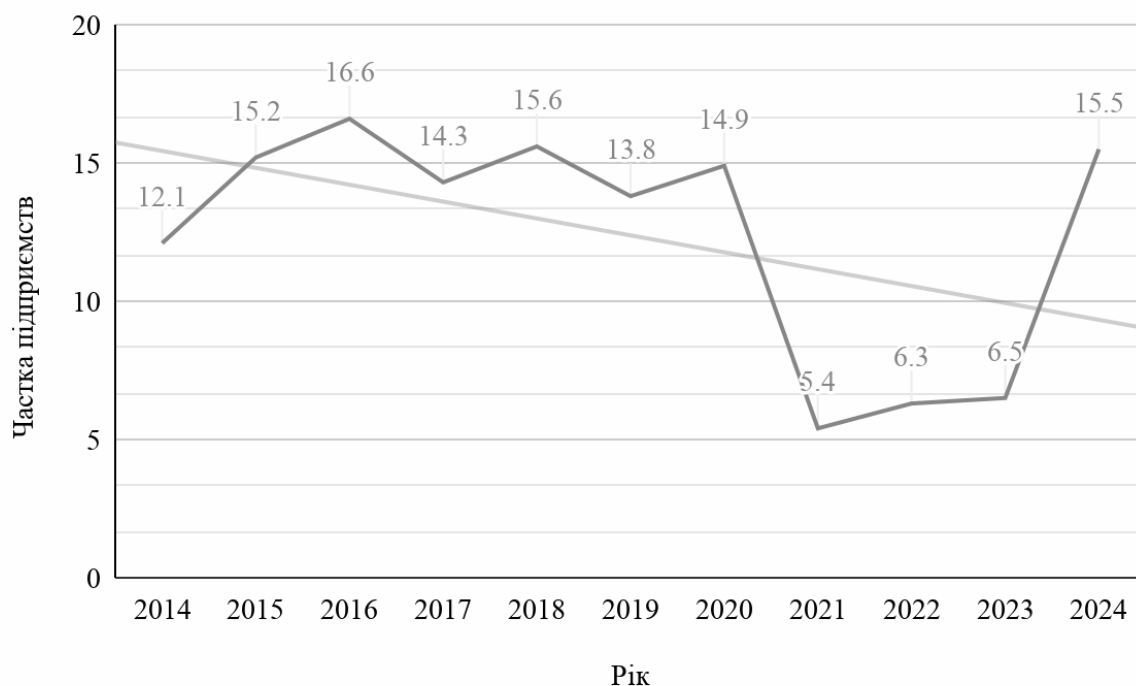


Рис. 2.11. Частка промислових підприємств, що впроваджували інновації, у загальній кількості промислових підприємств

Джерело: побудовано автором за матеріалами [49; 50]

Далі розглянемо динаміку кількості впровадження інноваційної продукції промисловими підприємствами (рис. 2.12).

Загалом показники впровадження інноваційної продукції відповідають тенденції частки промислових підприємств, що впроваджували інновації. За розглянутий період частка нових для ринку інновацій коливалась в діапазоні 11,8–25,19% з середнім квадратичним відхиленням 3,9. Частка впроваджених машин і обладнання коливалась у діапазоні 15,91–39,24% із середнім квадратичним відхиленням 8,71. Після спаду у 2021 р. загальна кількість упровадженої інноваційної продукції має висхідну тенденцію. Так, за 2024 р. було впроваджено 3397 одиниць інноваційної продукції, що на 93,45% більше порівняно з 2021 р. Кількість нових для ринку інновацій у 2024 р. є відносно низькою. Хоча їх кількість зросла на 6,93% порівняно з 2021 р., у загальній кількості їх частка становить 11,8%, що на 44,76% (9,55 відсоткових пункти) нижче за 2021 р.



Рис. 2.12. Кількість упровадженої інноваційної продукції (товарів, послуг) промисловими підприємствами

Джерело: побудовано автором за матеріалами [49; 50]

На рис. 2.13 наведено динаміку розподілу факторів, що стримують промислове виробництво.

Найбільш стабільною проблемою є нестача сировини. За розглянутий період кількість підприємств, які зазначають її серед проблем, що стримують їх виробництво, коливалась у межах 9–17% ($\sigma = 2,07$). Частка підприємств, що зазначали недостатній попит як одну з проблем, також є відносно стабільною і високою (35–48%; $\sigma = 4,59$). Найбільше коливання має проблема нестачі робочої сили (3–34%; $\sigma = 9,68$), частка підприємств, що з нею стикаються, особливо зростає після 2024 р. Фінансові обмеження, хоч і є відносно стабільними, коливаючись у межах 23–42% ($\sigma = 6,02$), загалом скорочуються. Так, станом на жовтень 2025 р. з фінансовими обмеженнями стикаються 26% підприємств, що на 16 пунктів менше порівняно із жовтнем 2015 р., коли їх частка становила 42%.

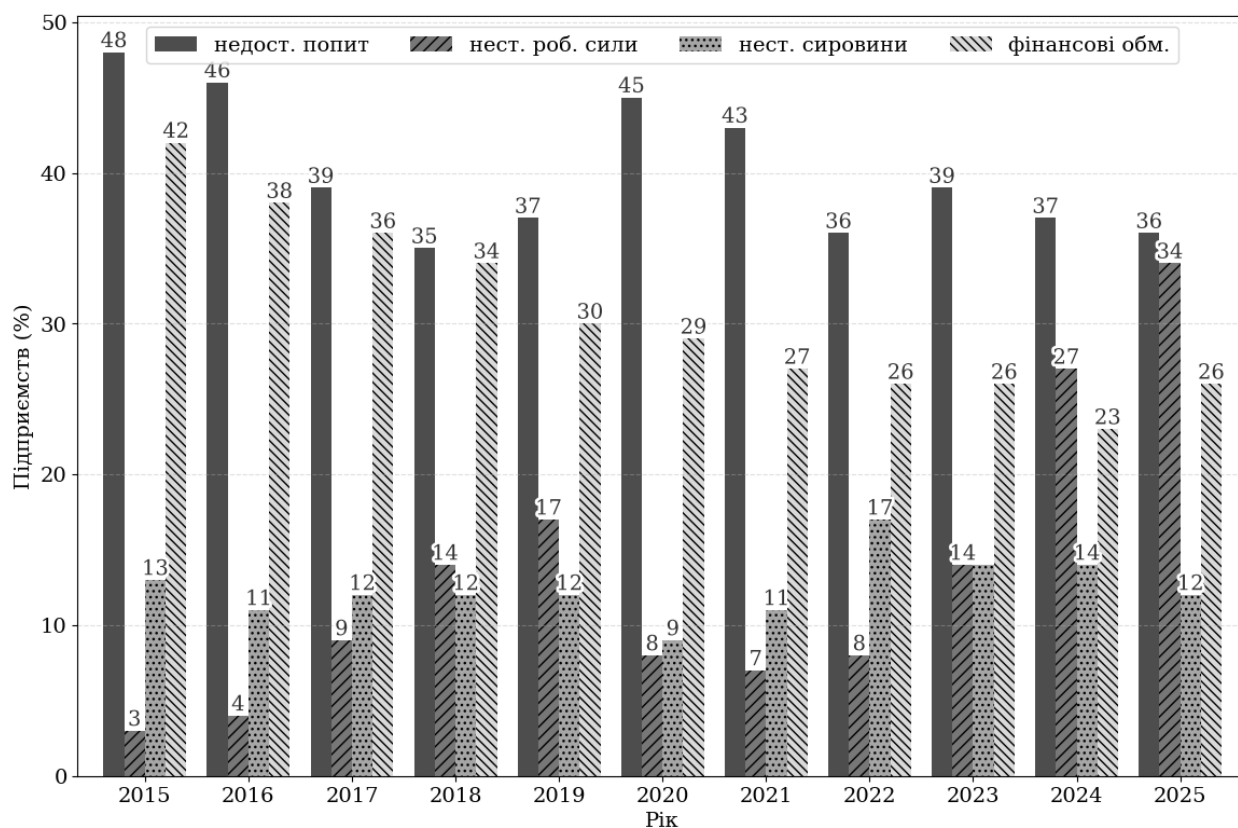


Рис. 2.13. Розподіл факторів, що стримують промислове виробництво (за всіма галузями промисловості) за 2015–2025 рр.

Джерело: побудовано автором за матеріалами [49; 50]

Отже, за результатами проведеного аналізу можна виокремити такі основні блоки проблем трансформаційних процесів в Україні (табл. 2.5): об'єм і діяльність промислового сектора, обмежений рівень інноваційного потенціалу промисловості, низька сприйнятливість промислового середовища для міжнародної співпраці та залучення інвестицій, висока чутливість промислового сектора до негативних факторів зовнішнього середовища.

Таблиця 2.5

Основні проблем розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0

Блок проблем	Характеристика
1	2
Об'єм і діяльність промислового сектора	Загалом промисловість має спадну тенденцію, що виражається в скороченні доданої вартості промисловості у ВВП, нерівномірній, спадній тенденції зайнятості в промисловості, скороченні частки товарів виробництва в експорті

1	2
Обмежений рівень інноваційного потенціалу промисловості	Об'єм залучення інновацій і високотехнологічної діяльності в промисловості є обмеженим без чітко вираженої тенденції до стабільного зростання; конкурентоспроможність інноваційної продукції обмежена, що зокрема проявляється в частці середньо- та високотехнологічної діяльності в загальному експорті промислової продукції
Низька сприйнятливість промислового середовища для міжнародної співпраці й залучення інвестицій	Низька конкурентоспроможність промисловості й логістичної сфери на міжнародній арені; недостатньо розвинені економічні свободи (інвестиційна, фінансова, грошова); наявність кризових процесів, зокрема внаслідок військових дій, негативно впливає на привабливість промисловості для зарубіжних інвестицій
Висока чутливість промислового сектора до негативних факторів зовнішнього середовища	Кризові процеси, зокрема на фоні пандемії COVID-19 у 2020р. та початку військових дій у 2022 р., різко і значно впливають як на діяльність промисловості загалом, так і на інноваційну діяльність у промисловості

Джерело: побудовано автором

Отже, з наведеного дослідження доцільно зробити висновок про необхідність впровадження комплексної політики, насамперед спрямованої на збереження потенціалу промисловості в умовах криз, підвищення конкурентоспроможності вітчизняної промислової продукції на міжнародній арені та розбудову людського капіталу в промисловості. Важливим аспектом розбудови інноваційного потенціалу промислового сектора та поліпшення конкурентоспроможності продукції є, зокрема, формування інноваційної бази та підготовка фахівців, здатних ефективно інтегруватись в умови сучасного індустріального суспільства.

2.3. Оцінка положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі

Як було зазначено в п. 1.1 дисертаційного дослідження, в умовах промислового суспільства Індустрії 4.0 роль системи вищої освіти є широкою і охоплює низку

функцій на додачу до основної освітньої: розвиток науково-дослідницької діяльності, задоволення широких соціальних інтересів, сприяння економічному розвитку. Водночас стає більш тісним її зв'язок із промисловістю, що описується, зокрема, в межах моделей потрійної і чотириланкової спіралі. Це обумовлює необхідність розвитку інструментарію, що зробив би можливим оцінку діяльності системи вищої освіти в такому середовищі.

Проте наразі цей інструментарій обмежений, незважаючи на те, що проблематика зв'язку вищої освіти і промисловості висвітлювалась як зарубіжними, так і вітчизняними дослідниками. Понятійну базу можна знайти, зокрема, в працях Р. Тійссена (R. Tijssen), М. Сеппо (M. Seppo) й А. Ліллеса (A. Lilles). Так, Р. Тійссен вводить поняття «університетсько-промислові взаємодії» та «університетсько-промислові перетоки знань» [51], а М. Сеппо й А. Ліллес додатково пропонують поняття «університетсько-промислова співпраця» [52]. С. Крамський та ін. [53] також зазначають, що умовою ефективного функціонування освіти й науки є інтеграція і наголошують на необхідності розвитку наукової співпраці із суб'єктами поза системою вищої освіти.

Отже, у межах такого інструментарію пропонується розрахунок індексу освітньо-індустріальної діяльності (EIA) [54]. Індекс містить три субіндекси: освітньої діяльності, наукової діяльності та промислової діяльності (рис. 2.14).

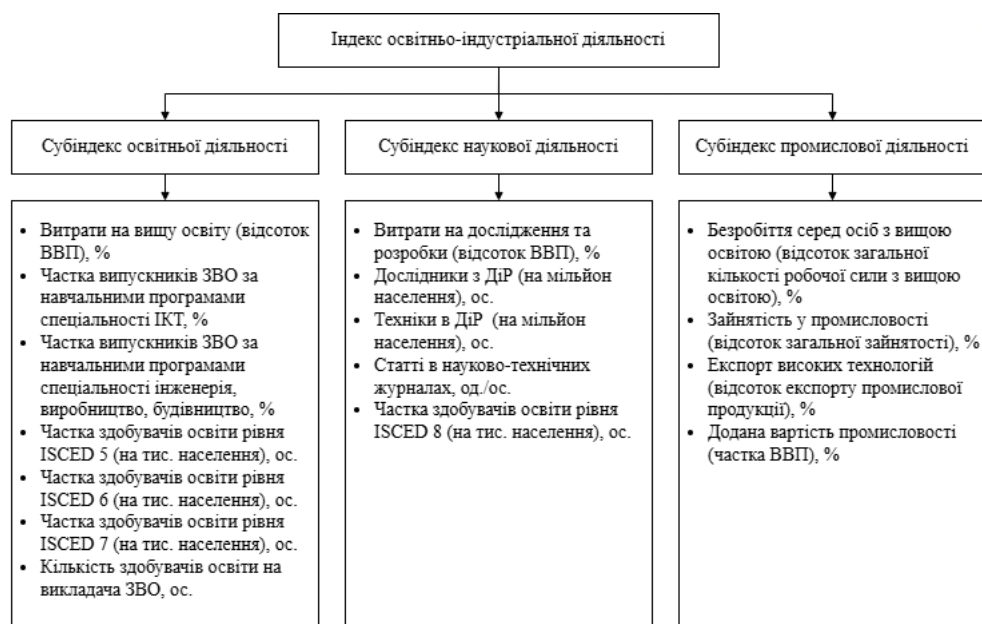


Рис. 2.14. Структура індексу освітньо-індустріальної діяльності

Джерело: побудовано автором

Індекс містить 16 показників, відібраних із бази даних Всесвітнього банку (рис. 2.14). Вибір субіндексів і показників, що їх складають, обумовлено розумінням ролі системи вищої освіти в умовах сучасного промислового середовища, зокрема в межах моделей потрійної та чотириланкової спіралей, та переліку функцій закладів, що включає не тільки випуск кваліфікованих спеціалістів, але й ведення науково-дослідницької діяльності, участь в інноваційній діяльності.

Для показників було виконано нормалізацію та масштабування до діапазону $[0; 1]$ за принципом «min-max». Нормалізацію стимуляторів було виконано за формулою:

$$X_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (2.1)$$

де X_i – значення показника, що розраховується; x_i – фактичне значення; x_{min} – мінімальне значення; x_{max} – максимальне значення.

Для дестимуляторів (безробіття серед осіб із вищою освітою, кількість здобувачів освіти на викладача) було використано формулу:

$$X_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.2)$$

Субіндекси освітньої діяльності, наукової діяльності і промислової діяльності розраховувались як середнє арифметичне їх складових:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.3)$$

де S – значення субіндексу, n – кількість показників, що входять до субіндексу, x_i – значення показника.

Значення індексу освітньо-індустріальної діяльності (EIA) розраховується як середнє геометричне субіндексів (2.4). Використання середнього геометричного обумовлено меншою чутливістю до існування диспропорційних значень серед субіндексів [55].

$$EIA = \sqrt[3]{I_1 \times I_2 \times I_3}, \quad (2.4)$$

де I_1, I_2, I_3 – значення субіндексів.

Основним обмеженням запропонованого методу є використання однакових ваг складових, що може недостатньо повною мірою відображати внесок індивідуальних аспектів у розвиток освітньо-промислової діяльності країни, особливо при розрахунку субіндексів. У зв'язку з цим перспективним напрямом подальшого розвитку методу є залучення факторного аналізу, що дозволило би виявити зв'язок між показниками та визначити їх коефіцієнти [56].

У роботі було виконано розрахунок EIA для країн, що входять до ЄС, а також кандидатів. Це обумовлено такими міркуваннями: повнота даних, спільне регуляційне поле, контекст ЄС є релевантним для України як країни-кандидата. Щоб забезпечити можливість рівнозначного порівняння та ранжування, країни, у яких відсутні дані за трьома чи більше складовими будь-якого із субіндексів, було виключено. У результаті було розраховано значення субіндексів та проранжовано 28 країн за період 2010–2019 рр. Обраний період дозволив отримати високу доступність даних за показниками, що розглядаються, однак його обмеженням є те, що він не охоплює періоди пандемії COVID-19 та військових дій, що дозволило би поглибити розуміння впливу кризових процесів на освітньо-індустріальну діяльність в Україні.

У результаті ранжування країн за значенням субіндексу освітньої діяльності (табл. В.1 Додатка В) лідерами є Австрія, Данія, Фінляндія, Греція, Швеція. Україна посідає 8-му ланку за субіндексом. Її освітній потенціал особливо виражений у високій густоті викладацького складу і здобувачів, а також у частці випускників за спеціальностями інженерія, машинобудування та будівництво. Лідерами за субіндексом наукової діяльності (табл. В.2 Додатка В) є Швеція, Австрія, Данія, Фінляндія, Німеччина. Україна знаходиться на 25-й ланці, що свідчить про відносно низький рівень освітньо-наукової діяльності порівняно з країнами ЄС і кандидатами. За результатами дослідження субіндексу промислової діяльності (табл. В.3 Додатка В) лідерами є Чехія, Угорщина, Ірландія, Словаччина, Німеччина. Україна знаходиться на 21-й позиції. Лідерами за EIA (табл. В.4 Додатка В) є Австрія, Німеччина, Швеція, Данія, Фінляндія. Україна займає 25-ту ланку, що свідчить про невисокий рівень розвитку освітньо-індустріальної діяльності порівняно з іншими країнами, що входять до ЄС або є кандидатами в межах індексу EIA.

Визначимо зв'язок між економічним станом країни, вираженим у ВВП на душу населення, та ЕІА шляхом кореляційного аналізу. Коефіцієнт кореляції $R = 0,82$ ($p < 0,0001$), що свідчить про наявність суттєвого прямого зв'язку між показниками. Графічне представлення кореляції наведено на рис. 2.15.

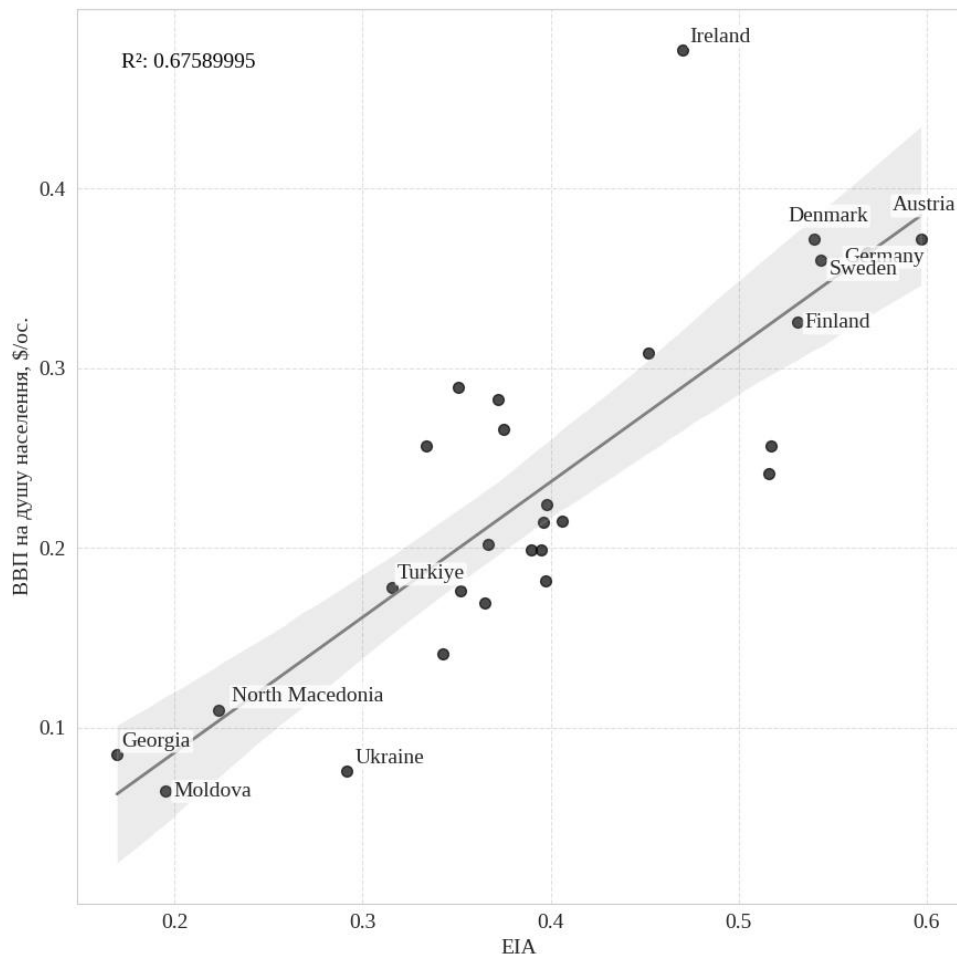


Рис. 2.15. Кореляційно-регресійна модель залежності ВВП на душу населення країн ЄС та кандидатів від ЕІА

Джерело: побудовано автором

Далі проведемо кластерний аналіз для визначення груп країн за ступенем розвитку освітньо-промислової діяльності. Спираючись на візуальну оцінку отриманої дендрограми (див. рис. В.1 Додатка В), було зроблено припущення про існування двох кластерів. Для перевірки припущення було виконано дисперсійний аналіз для розподілу на два кластери (табл. 2.6). За всіма субіндексами рівень значущості $p < 0,05$, що підтверджує наявність розходження між визначеними кластерами.

Дисперсійний аналіз для визначення значущості відмінності між кластерами

Субіндекс	BSS	DF	F	p
Освітньої діяльності	0,042227	26	9,0221	0,0058
Освітньо-наукової діяльності	0,666630	26	75,6779	< 0,0001
Промислової діяльності	0,068002	26	5,0224	0,0338

Джерело: побудовано автором

BSS – різниця між сумами квадратів, DF – ступені вільності, F – F-тест, p – рівень значущості

Отже, за результатами аналізу було виділено два кластери (рис. 2.16). До першого кластера увійшли такі країни: Австрія, Німеччина, Швеція, Данія, Фінляндія, Чехія, Словенія, Ірландія, Франція. Другий кластер складають країни: Литва, Португалія, Хорватія, Словаччина, Польща, Угорщина, Іспанія, Мальта, Греція, Румунія, Латвія, Італія, Болгарія, Кіпр, Туреччина, Україна, Північна Македонія, Молдова, Грузія.

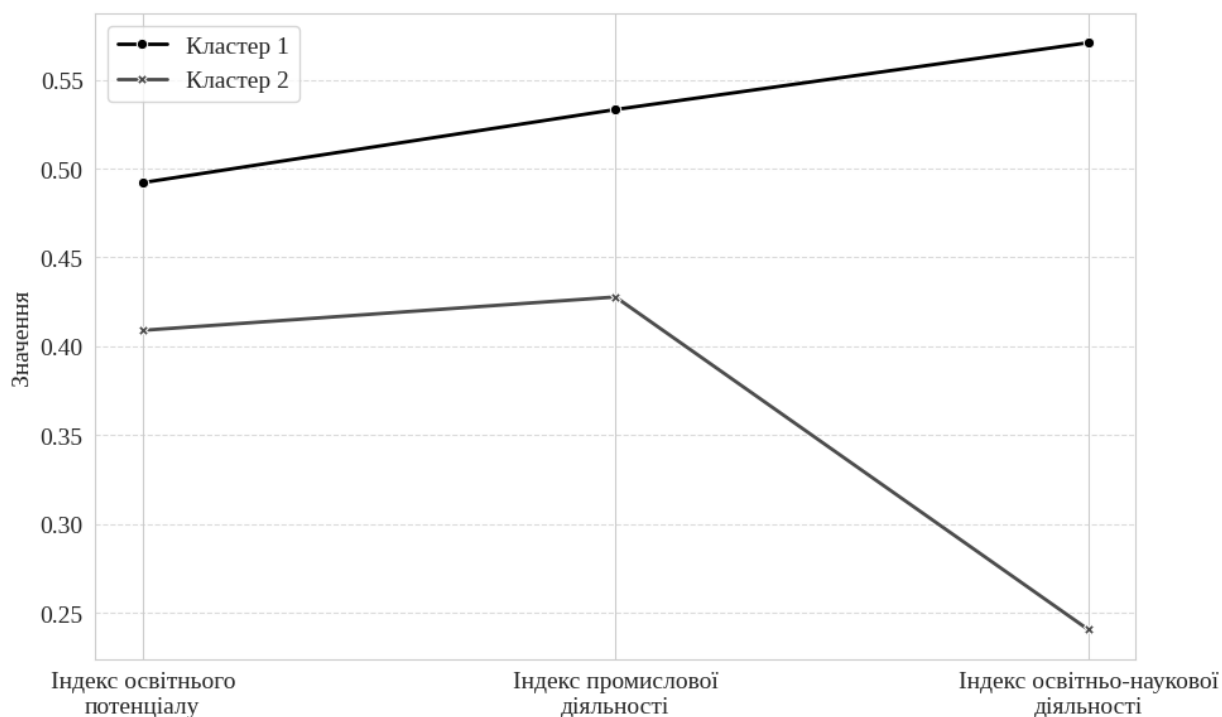


Рис. 2.16. Графік середніх значень показників визначених кластерів країн ЄС і кандидатів

Джерело: побудовано автором

З наведеного розподілу можна зробити висновок, що серед вибірки країн-членів ЄС та кандидатів, що увійшли до аналізу, країни з високим рівнем промислового розвитку мають також високий рівень розвитку системи вищої освіти, до якої входять показники як освітньої діяльності, так і науково-дослідницької діяльності. Водночас, з огляду на різницю в середніх значеннях індексу освітньо-наукової діяльності, можна винести припущення, що вагомим фактором є поглинальна здатність промисловості, тобто здатність ефективно використовувати людський капітал і результати наукової діяльності [57; 58].

Отриманий результат узгоджується з баченням ролі системи вищої освіти в промисловому суспільстві, зокрема в межах моделей спіралі, та розширенням переліку функцій освітніх закладів, що передбачає використання результатів науково-дослідницької діяльності в розвитку інноваційних галузей [59; 60]. Одним із проявів трансформації вищої освіти в цих умовах є розмиття меж між освітніми й дослідницькими закладами, а також формування гібридних закладів. Водночас організаційна структура та портфоліо діяльності суб'єктів системи вищої освіти ускладнюються, що обмежує можливості використання звичних інструментів класифікації, рейтингування і бенчмаркінгу, таких як QS World University Rankings, Класифікація Карнегі, Academic Ranking of World Universities тощо.

Так, наприклад, Б. Лепорі (B. Lepori) зазначає, що характеристики закладів системи вищої освіти значно різняться, а розподіл між такими, що визначаються як університети й тими, що ними не вважаються (напр., науково-дослідні центри, інноваційні хаби, на базі яких проводиться освітня діяльність) може бути неоднозначним [61]. Автор наголошує на відсутності емпіричної методики їх класифікації в контексті ЄС та пропонує типологію за двома вимірами [61]: спрямованість діяльності (дослідницька / освітня) і тематичний масштаб (широкий / вузький профіль). М. Сібер (M. Seeber) та ін. розглядають діяльність закладів вищої освіти в контексті інтернаціоналізації та пропонують класифікацію за портфоліо діяльності, виокремлюючи такі категорії [62]: базове портфоліо (загальні підходи до нарощення діяльності з інтернаціоналізації); академічне портфоліо (акцент на некомерційну діяльність); підприємницьке портфоліо (інтернаціоналізація

через діяльність, спрямовану на залучення ресурсів і капіталу). В. Борден (V. Borden) та А. Маккормік (A. McCormick) [63] зазначають, що такі методи, як класифікація Карнегі, не завжди здатні суттєво оцінити діяльність закладів освіти і можуть виступати інструментом підсилення наявних статусних ієрархій, а не характеризування профілю діяльності закладу.

Зважаючи на це, для сучасних закладів вищої освіти важливим є доступ до інструментарію стратегічного позиціювання, на основі якого можуть обґрунтовуватись напрями розвитку, підтримки своєї діяльності й забезпечення конкурентоспроможності. У межах такого інструментарію пропонується метод оцінки положення суб'єктів системи вищої освіти за характеристикою профілю їх діяльності в освітньо-промисловому просторі [64]. Подібно до методу авторів В. Борден та А. Маккормік [63] формується класифікаційне середовище за двома (на відміну від трьох) вимірами: освітній S_E та індустріальний S_I (рис. 2.17).

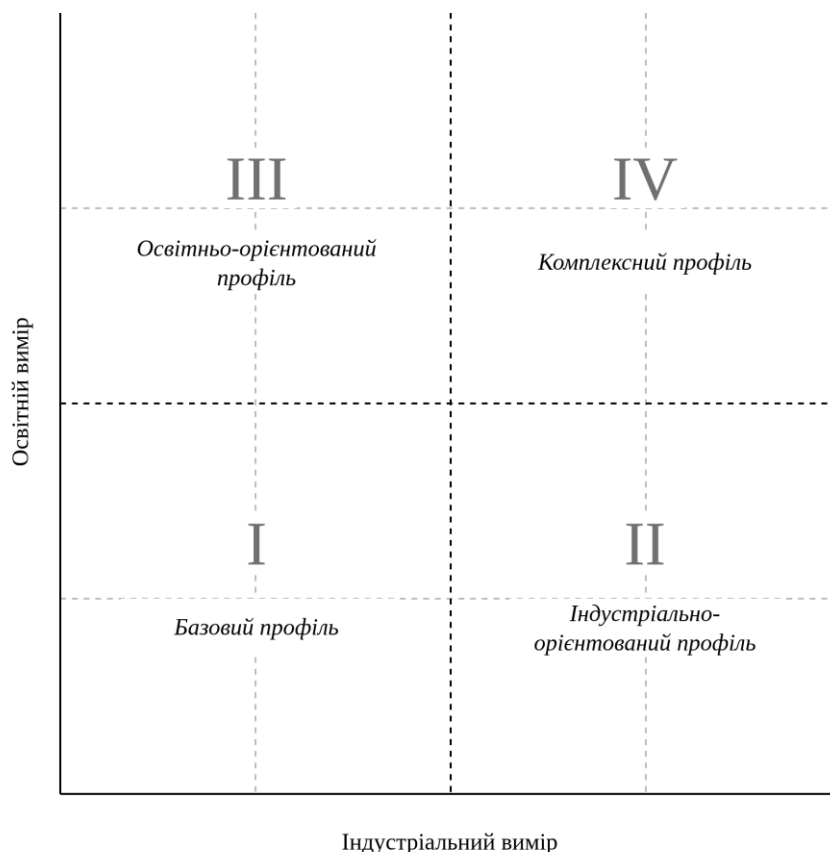


Рис. 2.17. Матриця освітньо-індустріального позиціювання суб'єктів системи вищої освіти

Джерело: побудовано автором за матеріалами [64]

Освітній вимір характеризує масштаб та інтенсивність освітньо-направленої діяльності суб'єкта, що може виражатись через такі показники, як кількість здобувачів знань, частка викладачів відносно здобувачів, широта дисциплін, що викладаються, тощо. Індустріальний вимір характеризує масштаб та інтенсивність індустріально-направленої діяльності суб'єкта, що може бути виражена через такі показники, як рівень співпраці з представниками промисловості, продукування патентів, доробок тощо.

На першому етапі виконується підбір показників за кожним виміром. Запропонований метод не передбачає заздалегідь визначеного переліку показників із метою розширити здатність його застосування залежно від наявних даних, характеру суб'єктів, що оцінюються, мети дослідження тощо. Після формування вибірки показників виконується ранжування суб'єктів за кожним із них. Для i -го закладу розраховується процентилю P_i , у якому він знаходиться відносно інших:

$$P_i = \frac{r_i}{n} \times 100, \quad (2.5)$$

де r_i – ранг за показником, n – загальна кількість закладів.

Розрахування процентилів обумовлено такими міркуваннями [64]: можливість виконати стандартизацію незалежно від одиниць виміру, відсутність необхідності залучення додаткових статистичних інструментів чи модифікації розрахунків під вибірку, більша стійкість до викидів, запобігання кластеризації в нерівномірно розподілених вибірках. Як порогове значення між квадрантами пропонується вважати 50-й процентилю, що обумовлено наочністю та порівняльністю представлення [64]. У запропонованій методиці також допускається використання субквадрантів, що формуються шляхом розділення матриці по 25-му та 75-му процентилях.

Ранг S за кожним виміром розраховується як середнє арифметичне процентилів, що його складають:

$$S = \frac{\sum_i^n (P_1, P_2, P_i, \dots, P_n)}{n}, \quad (2.6)$$

де P_i – процентилю за показником, n – загальна кількість закладів.

При розрахунку рангів передбачається можливість заміщення показників, що можуть бути відсутні серед деяких суб'єктів у вибірці. Процентиль P_x , за яким для суб'єкта немає даних, заміщується середнім арифметичним наявних процентилів:

$$P_x = \frac{\sum_i^n (P_1, P_2, P_i, \dots, P_{n-1})}{n - 1} \quad (2.7)$$

Після цього P_x підставляється замість процентилів, що відсутні:

$$S = \frac{\sum_i^n (P_1, P_x, P_i, \dots, P_n)}{n} \quad (2.8)$$

Відповідно до значень S_E та S_I визначається належність суб'єкта до одного із чотирьох квадрантів (табл. 2.7) і розміщення його у двовимірній площині (рис. 2.17). Візуальне представлення дозволяє наочно оцінити його положення відносно інших в освітньо-промисловому просторі.

Таблиця 2.7

Характеристика квадрантів матриці освітньо-промислового позиціонування

Категорія	Характеристика
I	Суб'єкти на ранніх ступенях розвитку або спеціалізовані, регіональні заклади. Їх зв'язок із промисловим сектором незначний, навчальні програми, що надаються, знаходяться на базовому рівні, загальний профіль освітньо-індустріальної діяльності обмежений за обома вимірами
II	Науково-дослідні центри та заклади, що тісно співпрацюють із промисловим сектором, продукують більший об'єм доробок, що мають комерційний потенціал, тоді як масштаб і поглибленість освітньої діяльності в них менші
III	Заклади академічної направленості, орієнтовані на надання освітніх послуг у більших масштабах та/або за ширшим колом навчальних програм, тоді як зв'язки з промисловістю та рівень дослідницької діяльності в них обмежені
IV	Заклади, які мають виражену активність за обома вимірами, що проявляється в тісних зв'язках із промисловістю (напр., проведення спільних науково-дослідних ініціатив і т. ін.), а також надання широкого кола освітніх послуг. Можуть виступати в ролі інноваційних хабів

Джерело: запропоновано автором за матеріалами [64]

Після визначення квадранта, у якому заклад знаходиться в цей момент, проводиться визначення і обґрунтування цільового квадранта. Ось переходу (за горизонталлю – розширення індустріальної діяльності, за вертикаллю – розширення освітньої діяльності) наглядно задає вектор дій, що необхідні для досягнення нового положення.

Так, наприклад, якщо заклад відноситься до квадранта III а цільовим є IV, доцільно буде спочатку провести інвентаризацію і оцінку портфоліо його освітньої діяльності з метою визначення конкурентних переваг, сильних сторін, ресурсів, що забезпечують таке його положення, після чого формується стратегія переходу до квадранта IV. Представлення положення закладу у двовимірній площині також спонукає віддавати перевагу «вертикальним» і «горизонтальним» векторам, а не «діагональним». Для закладу у квадранті I, що становить базовий профіль освітньо-індустріального позиціонування, встановлення цільовим квадранта IV є недоцільним, адже це вимагає більших ресурсних затрат і значно ускладнює стратегію, оскільки такий вектор потребує рухатись у двох напрямках одночасно. Для закладу у квадранті II «діагональним» є перехід до квадранта III, що означає одночасно скорочення промислово-направленої діяльності й нарощення освітньо-орієнтованої. Водночас вектори зворотного переходу (згортання діяльності), як-от IV–II або III–I, також можуть розглядатись у випадках, коли наявне положення закладу не відповідає його стратегічним орієнтирам, вимогам стейкхолдерів або не є стабільним.

Після вибору вектора проводиться аудит показників, за якими проводився аналіз, визначаються фактори, що гальмують перехід до цільового квадранта, на основі чого розробляється і впроваджується стратегія. Коли перехід вважається виконаним, проводиться аналіз для підтвердження того, що заклад досяг бажаного квадранта. Після цього визначається новий вектор, і процес повторюється.

На основі описаного методу було проведено оцінку освітньо-індустріального позиціонування закладів вищої освіти в рейтингу Times Higher Education (THE) World University Rankings 2026. Для аналізу було включено такі метрики, що складають рейтинг (табл. Г.1 Додатка Г) [65]: якість викладання, міжнародне положення, дослідницьке середовище, якість досліджень, промисловість.

Вибір THE World University Rankings як джерела даних обумовлено доступністю і повнотою даних, а також існуванням індивідуальних метрик, що можуть бути використані при розрахунках значень освітнього й індустріального вимірів. Водночас рейтинг має такі обмеження: можливе існування упередженості у виборі закладів, що його складають; використання даних на основі самотійної

звітності та опитувань; складові, що входять до розрахунку метрик, не завжди здатні повною мірою охарактеризувати аспект, що оцінюється.

До аналізу увійшло 592 заклади країн-членів ЄС та кандидатів, для яких станом на 2026 р. було розраховано значення рейтингової оцінки World University Rankings. Вибірка містить 22 українських заклади (табл. Г.2 Додатка Г), зокрема Сумський державний університет, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна.

У результаті проведеного аналізу було проранжовано 592 вищі освітні заклади країн-членів ЄС та кандидатів. До квадранта I увійшов 251 заклад, II – 57 закладів, III – 52 заклади, IV – 232 заклад (табл. Г.3 Додатка Г).

Географічний розподіл закладів країн за квадрантами наведено на рис. 2.18.

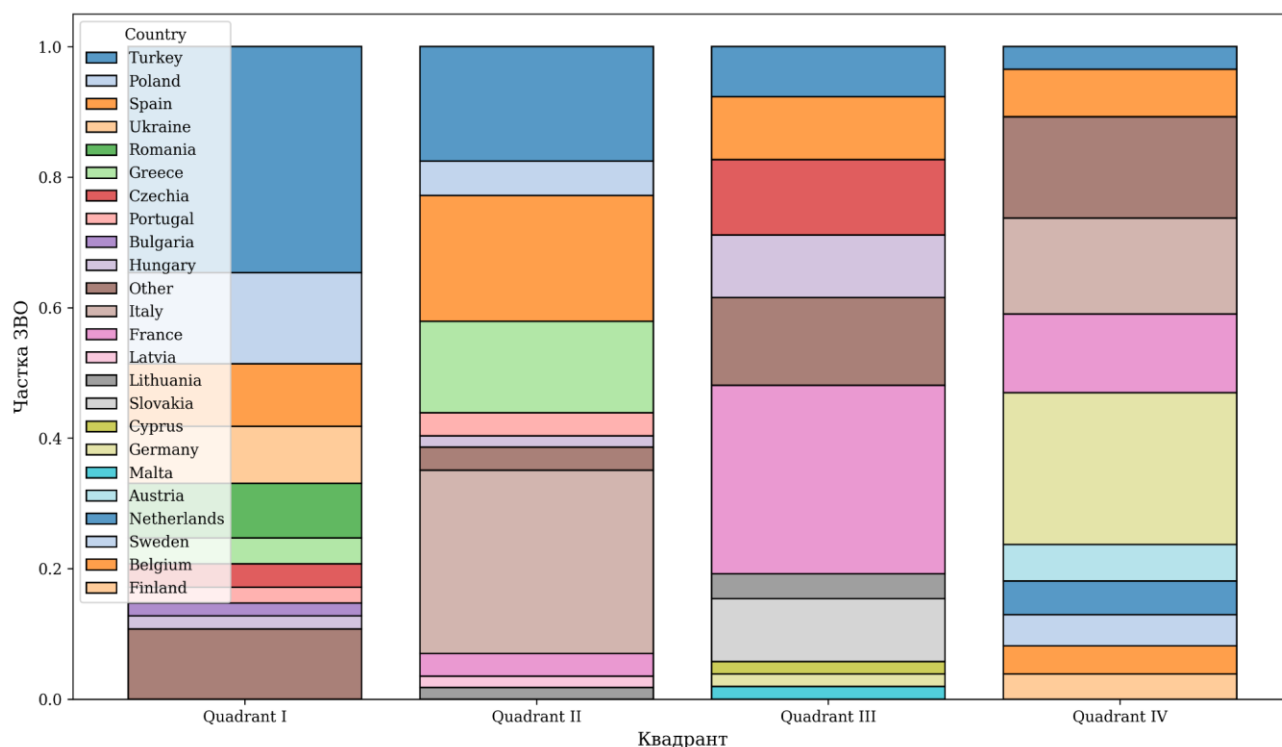


Рис. 2.18. Частка закладів вищої освіти країн за квадрантами

Джерело: побудовано автором

У першому квадранті найбільшу частку складають заклади Туреччини (87; 34,7%), Польщі (35; 13,9%), Іспанії (24; 9,6%). У другому квадранті найбільшу частку складають заклади Італії (16; 28,1%), Іспанії (11; 19,3%), Туреччини (10; 17,5%), Греції (8; 14%). У третьому квадранті переважають заклади Франції (15; 28,9%), Чехії (6; 11,5%), Іспанії (5; 9,6%) та Угорщини (5; 9,6%). У четвертому квадранті найбільшу частку складають заклади Німеччини (54; 23,3%), Італії (34; 14,7%), Франції (28; 12,1%), Іспанії (17; 7,3%). Усі 22 українських освітніх заклади увійшли до першого квадранта (рис. 2.18), їх частка становить 8,8% від усіх у квадранті.

Для оцінки значущості результатів розподілу за матрицею освітньо-промислового позиціонування було виконано дисперсійний аналіз (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Дисперсійний аналіз для визначення значущості відмінності між квадрантами

Показник	BSS	DF	F	p
Освітній вимір	30,321316	588	645,9722	< 0,0001
Індустріальний вимір	33,062842	588	731,1994	< 0,0001

Джерело: побудовано автором

BSS – різниця між сумами квадратів, DF – ступені вільності, F – F-тест, p – рівень значущості

Рівень значущості за обома вимірами має значення $p < 0,0001$, що свідчить про адекватність визначення груп закладів вищої освіти за матрицею освітньо-промислового позиціонування.

Для визначення значущості різниці між окремими квадрантами використаємо постфактум тест «чесної значущої різниці» Тьюкі [66]. Доцільність використання тесту Тьюкі в межах дослідження обумовлено такими міркуваннями [67; 68]: можливість виявлення проблем першого порядку, здатність визначити існування статистично значущої різниці між індивідуальними парами кластерів (у цьому випадку квадрантів) за кожним виміром (індустріальним та освітнім), на відміну від порівняння загальної різниці, визначення ступеня відмінності.

Результати тесту Тьюкі наведено в табл. 2.9.

Постфактум тест «чесної значущої різниці» Тьюкі між квадрантами

Квадранти	MD	SE	95% CI	p
Освітній вимір				
I – II	0,1169	0,013	[0,07; 0,16]	< 0.0001
I – III	0,3474	0,0135	[0,3; 0,4]	< 0.0001
I – IV	0,4893	0,0081	[0,46; 0,52]	< 0.0001
II – III	0,2306	0,017	[0,17; 0,29]	< 0.0001
II – IV	0,3725	0,0131	[0,33; 0,42]	< 0.0001
III – IV	0,1419	0,0136	[0,09; 0,19]	< 0.0001
Промисловий вимір				
I – II	0,3354	0,0127	[0,29; 0,38]	< 0.0001
I – III	0,1044	0,0132	[0,06; 0,15]	< 0.0001
I – IV	0,5117	0,0079	[0,48; 0,54]	< 0.0001
II – III	-0,231	0,0167	[-0,29; -0,17]	< 0.0001
II – IV	0,1763	0,0128	[0,13; 0,22]	< 0.0001
III – IV	0,4074	0,0133	[0,36; 0,46]	< 0.0001

Джерело: побудовано автором

MD – різниця середніх, SE – стандартна похибка різниці, CI – довірчий інтервал, p – рівень значущості

За результатами тесту «чесної значущої різниці» Тьюкі (табл. 2.9) було виявлено статистично значущу різницю між усіма парами кластерів для обох вимірів: освітнього та промислового.

Розглядаючи результати тесту Тьюкі (табл. 2.9) та візуального представлення розмаху середніх значень квадрантів (рис. 2.19) можна побачити, що різниця середніх відповідає загальній логіці переходу між квадрантами. Так, за освітнім виміром найменші значення мають пари I–II (0,1169) і III–IV (0,1419), які знаходяться на одній стороні порогу освітнього виміру, тоді як I–IV має найвищу різницю середніх (0,4893). За промисловим виміром спостерігається аналогічний результат. Парами з найменшою різницею середніх є I–III (0,1044) і II–IV (0,1763). Водночас пара II–III має від’ємну різницю середніх (–0,231), що узгоджується з логікою самого переходу. Оскільки заклади у квадранті III мають освітньо-орієнтований профіль, перехід II–III передбачає згортання індустріально-направленої діяльності.

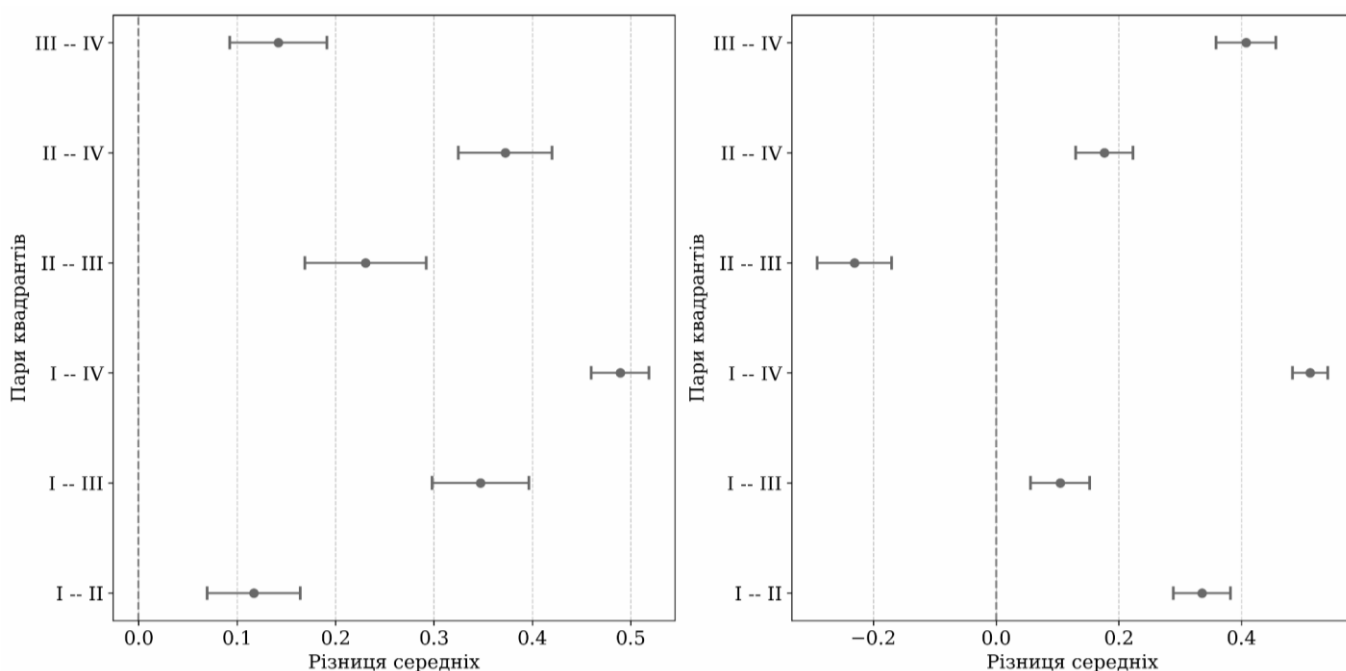


Рис. 2.19. Діаграма розмаху середніх значень квадрантів за освітнім (зліва) та промисловим (справа) вимірами

Джерело: побудовано автором

З огляду на отримані результати можна зробити такі висновки. Заклади у квадранті IV, серед яких зокрема Мюнхенський технічний університет, Каролінський інститут, Делфтський технічний університет, Паризький політехнічний інститут, мають загалом збалансований рівень розвитку для їх профілю, що відображається в найнижчій абсолютній різниці між показниками промислового та освітнього вимірів. Для закладів IV квадранта ця різниця становить 0,09, для III квадранта – 0,252, II квадранта – 0,21, I квадранта – 0,103. Водночас заклади I квадранта мають друге найменше значення після закладів IV квадранта, що свідчить про загальну обмеженість їх діяльності, коли як заклади II та III квадрантів мають більший розрив, що свідчить про формування профільності за промисловим чи освітнім спрямуванням відповідно. Також заклади IV квадранта є відносно різнорідними, що відображається в найвищому значенні середнього квадратичного відхилення за показником освітнього виміру (0,133) та другому за величиною для промислового виміру (0,128). Заклади квадранта I мають $\sigma = 0,129$ і $\sigma = 0,13$ за значеннями освітнього та промислової виміру відповідно II – 0,1 і 0,073, III – 0,092 і 0,103.

Як зазначалось вище, усі вітчизняні освітні заклади відносяться до квадранта I, тобто їх положення в освітньо-промисловому просторі відповідає базовому профілю. Насамперед цей результат узгоджується з кластерним аналізом за субіндексами EIA, відповідно до якого Україна увійшла до групи країн, що мають нижчі показники освітньо-індустріальної діяльності, що можна вбачати однією з можливих причин такої концентрації. Крім цього, за всіма метриками рейтингу THE World University Rankings (табл. Г.1 Додатка Г) освітні заклади України мають нижчі середні значення порівняно з іншими у вибірці. Найменшу різницю мають метрики «якість викладання» (–25,96%) і «міжнародне положення» (–40,33%). Найбільшу різницю мають: «якість досліджень» (–57,5%), «дослідницьке середовище» (–58,76%), «промисловість» (–61,66%).

Отже, вищі освітні заклади України мають два основних вектори переходу: до квадранта II, що передбачає нарощення науково-дослідницької діяльності та поглиблення співпраці з представниками промислового сектора, та до квадранта III, що охоплює подальшу розбудову та поглиблення освітньої діяльності. Вектор переходу I–IV пропонується не розглядати через те, що він пов'язаний зі значними ресурсними витратами та високим рівнем невизначеності, що ускладнює керування змінами й оцінку результативності. З огляду на різницю середніх значень за метриками THE World University Rankings, пріоритетними напрямками розвитку пропонується вбачати розвиток партнерських відносин із представниками промислового сектора й укріплення дослідницького середовища, що, зокрема, передбачає нарощення дослідницької репутації та доходів від науково-дослідної діяльності.

Проведене дослідження дозволило сформулювати більш чітке уявлення щодо стану й тенденцій проблем трансформаційних процесів в Україні, зокрема в присутності кризових процесів, викликаних наслідками пандемії COVID-19 і військової агресії РФ, а також виявити основні їх блоки та положення вітчизняних закладів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі порівняно з колегами з ЄС та країн-кандидатів. Отримані результати в подальшому слугують основою розробки теоретико-методичних положень і практичних рекомендацій щодо

вдосконалення організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті України в умовах Індустрії 4.0.

Висновки до розділу 2

У розділі були отримані такі наукові результати різного ступеня новизни.

На теоретичному рівні одержано такі наукові результати:

1. Проведено оцінку публікаційної діяльності за даними наукометричної бази Scopus, що дозволило виявити висхідну динаміку наукової зацікавленості щодо технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті за період 2014–2025 рр., а також існування дисбалансу за окремими технологіями. Так, перевага віддається дослідженням технологій штучного інтелекту (42,41% від загальної кількості публікацій), коли як дослідженню кіберфізичних систем і розподілених реєстрів приділяється менше уваги.

2. Проведено оцінку стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу, що дозволило виявити ряд регіональних особливостей, які витікають з властивостей нормативно-правового середовища, доступності коштів, рівня розвитку цифрової інфраструктури та соціокультурної підготовленості, а також спільні для декількох регіонів світу виклики, а саме такі: фінансові обмеження, недостатній рівень кваліфікацій педагогічного й технічного персоналу, нерівномірність розвитку цифрової інфраструктури, недостатній рівень зрілості цифрової культури.

3. Наведено характеристику використання технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті і проведено їх аналіз за моделлю SAMR, що дозволило встановити, що низка технологій Індустрії 4.0, зокрема штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, Інтернет речей та великі дані, мають високий трансформаційний потенціал на рівнях модифікації та переосмислення. Також виявлено високий потенціал технологій Індустрії 4.0 при комплексному впровадженні.

4. Узагальнено основні причинно-наслідкові цикли, що виникають у процесі впровадження технологій Індустрії 4.0, що пов'язують впровадження технологій із працездатністю випускників, співпрацею з промисловим сектором, рівнем компетентностей персоналу та обсягом фінансування. Водночас виявлено балансуючий цикл, що включає ускладнення ІТ-інфраструктури, ризики кібербезпеки і спротив змінам, що призводить до гальмування впровадження технологій Індустрії 4.0.

5. У межах аналізу тенденцій та формування основних блоків проблем дістало подальшого розвитку аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України.

6. Під час оцінювання системи вищої освіти України порівняно з країнами ЄС і кандидатами з використанням індексу освітньо-індустріальної діяльності (EIA) вдосконалено інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти.

7. У межах оцінювання положення закладів вищої освіти України на матриці освітньо-індустріального позиціювання вдосконалено інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти.

На емпіричному рівні одержано такі наукові результати:

1. Оцінка рівня розвитку промисловості в Україні, місця України в міжнародних рейтингах, показників інноваційної діяльності промисловості України, розподілу факторів, що стримують промислове виробництво, дозволила виявити такі основні блоки проблем трансформаційних процесів в Україні: обсяг і діяльність промислового сектора, обмежений рівень інноваційного потенціалу, низька сприйнятливість промислового середовища для залучення інвестицій та міжнародної співпраці, висока чутливість до негативних факторів зовнішнього середовища.

2. За запропонованою методикою розрахунку індексу освітньо-індустріальної діяльності проранжовано 28 країн-членів ЄС та кандидатів за період 2010–2019 рр. Україна посіла 8-ме місце за субіндексом освітньої діяльності, 25-те місце – за субіндексом наукової діяльності, 21-ше місце – за субіндексом промислової діяльності. За загальним значенням індексу Україна посіла 25-те місце. Ранжування країн дозволило виявити дві групи: країни-лідери та наздоганяючі. Україна увійшла

до другої групи, що свідчить про необхідність розбудови інноваційного потенціалу та поглинальної здатності промислового сектора, а також підсилення взаємодії між вищою освітою та промисловістю.

3. З використанням матриці освітньо-індустріального позиціювання суб'єктів системи вищої освіти проведено дослідження 592 закладів країн-членів ЄС та кандидатів за даними THE World University Rankings 2026, у вибірку якого увійшли 22 українських ЗВО. Засвідчено наявність статистично вагомого розподілу між квадрантами для обох вимірів. Усі 22 українських освітніх заклади увійшли до першого квадранта, що свідчить про віднесення їх до базового профілю та обумовлює необхідність розробки і впровадження стратегій підвищення конкурентоспроможності. Проведений аналіз дозволив обґрунтувати можливий перехід до квадрантів II або III, що становлять індустріально-орієнтований та освітньо-орієнтований профіль відповідно.

Основні результати досліджень цього розділу опубліковано в роботах автора [14–16; 25–29; 54; 64]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Elsevier B.V. Scopus – homepage. URL: <https://www.scopus.com>
2. E. B. Moraes et al. Integration of Industry 4.0 technologies with Education 4.0: advantages for improvements in learning. *Interactive technology and smart education*. 2023. Vol. 20, no. 2. P. 271–287. DOI: 10.1108/ITSE-11-2021-0201
3. R.-I. Mogoş et al. Technology enhanced learning for Industry 4.0 engineering education. *Revue Roumaine des Sciences Techniques Serie Electrotechnique et Energetique*. 2018. Vol. 63, no. 4. P. 429–435.

4. Cicek I., Bernik A., Tomicic I. Student thoughts on virtual reality in higher education—a survey questionnaire. *Information*. 2021. Vol. 12, no. 4. DOI: 10.3390/info12040151
5. Crompton H., Burke D. Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International journal of educational technology in higher education*. 2023. Vol. 20. DOI: 10.1186/s41239-023-00392-8
6. Gil Y. et al. Amplify scientific discovery with artificial intelligence. *Science*. 2014. Vol. 346, no. 6206. P. 171–172. DOI: 10.1126/science.1259439
7. Alfiras M., Yassin A. A., Bojiah J. Present and the future role of the internet of things in higher education institutions. *Journal of Positive Psychology & Wellbeing*. 2022. Vol. 6, no. 1. P. 167–175.
8. Mircea M., Stoica M., Ghilic-Micu B. Investigating the impact of the internet of things in higher education environment. *IEEE access*. 2021. Vol. 9. P. 33396–33409. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060964>
9. Caspari-Sadeghi S. Learning assessment in the age of big data: learning analytics in higher education. *Cogent education*. 2023. Vol. 10, no. 1. DOI: 10.1080/2331186X.2022.2162697
10. Ashaari M. A. et al. Big data analytics capability for improved performance of higher education institutions in the era of IR 4.0: a multi-analytical SEM & ANN perspective. / *Technological forecasting and social change*. 2021. Vol. 173. URL: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121119>
11. Gallon L. et al. Educational cyber-physical systems (ECPs) for university 4.0. *Information*. 2024. Vol. 15, no. 12. DOI: 10.3390/info15120790
12. Arpaci I. et al. Evaluating the actual use of cloud computing in higher education through information management factors: a cross-cultural comparison. *Education and information technologies*. 2023. Vol. 28, no. 9. P. 12089–12109. DOI: 10.1007/s10639-023-11594-y
13. Chaka C. Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research*

and practice in technology enhanced learning. 2022. Vol. 18. DOI: 10.58459/rptel.2023.18002

14. Khaustova V., Reshetniak O., Shapoval O. The role of multilevel trust in explainable artificial intelligence for higher education. *Data processing and networking : Proceedings of ICDPN 2025, České Budějovice, 7–8 November 2025* / ed. by A. Swaroop et al. 2026. URL: <https://link.springer.com/book/9783032276902>

15. Шаповал О. В. Вплив та практичні перспективи використання великих мовних моделей у модернізації навчального процесу вищих навчальних закладів. *Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії*: зб. матеріалів VI Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму, м. Київ, 12 листоп. 2024 р. Київ, 2025. С. 232–235.

16. Shapoval O. V. Determinants of Industry 4.0 adoption in global higher education: a cross-national assessment. *Bereznevyi naukovyi dyskurs 2025 na temu: «synerhiia osvity, nauky ta biznesu v epokhu hlobalnykh transformatsii»*: Zbirnyk materialiv III Mizh-narodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Chernihiv, 27 February 2025 / ed. by H. V. Starchenko, A. P. Duka. Chernihiv, 2025. P. 103–106.

17. Nationalization of Gulf labour markets: higher education and skills development in Industry 4.0 / ed. by A. Mishrif, M. Karolak, C. Mirza. Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. DOI: 10.1007/978-981-19-8072-5

18. Deliwe A. The fourth industrial revolution and higher education in Africa: a systematic review and implications. *Proceedings of the European Conference on e-Learning*. 2021. P. 130–138.

19. Baker P. M., Gaspard H., Zhu J. A. Industry 4.0/Digitalization and networks of innovation in the North American regional context. *European planning studies*. 2021. Vol. 29, no. 9. P. 1708–1722. DOI: 10.1080/09654313.2021.1963053

20. Advances, opportunities, and challenges in the digital transformation of HEIs in Latin America / J. H. Serna Gómez et al. *Radical solutions for digital transformation in Latin American universities* / ed. by D. Burgos, J. W. Branch. Singapore, 2021. P. 55–75. DOI: 10.1007/978-981-16-3941-8_4

21. Cordero D. et al. Intention to adopt Industry 4.0 by organizations in Colombia, Ecuador, Mexico, Panama, and Peru. *IEEE access*. 2023. Vol. 11. P. 8362–8386. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3238384
22. Yang F., Gu S. Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex & intelligent systems*. 2021. Vol. 7, no. 3. P. 1311–1325. DOI: 10.1007/s40747-020-00267-9
23. Hervás-Oliver J.-L. et al. Emerging regional innovation policies for Industry 4.0: analyzing the digital innovation hub program in European regions. *Competitiveness review: an international business journal*. 2021. Vol. 31, no. 1. P. 106–129. DOI: 10.1108/CR-12-2019-0159
24. Hamilton E. R., Rosenberg J. M., Akcaoglu M. The substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model: a critical review and suggestions for its use. *TechTrends*. 2016. Vol. 60, no. 5. P. 433–441. DOI: 10.1007/s11528-016-0091-y
25. Шаповал О. В. Інструменти забезпечення конкурентоспроможності вищих навчальних закладів. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики*: матеріали Міжнар. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 22 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 680–683.
26. Shapoval O. The role of micro-credentials in bridging the skills gap between higher education and the platform economy. *The 28th international scientific conference «Competitiveness and innovation in the knowledge economy»*, Chişinău, 20–21 September 2024. Chişinău, 2025. P. 156–162. DOI: 10.53486/cike2024.14
27. Shapoval O. The influence of Education 4.0 technologies on digital transformation of higher education institutions. *Development through research and innovation IDSC-2024*: Collection of articles, Chişinău, 23 August 2024. Chişinău, 2024. P. 131–136. DOI: 10.53486/dri2024.14
28. Shapoval O. Perspectives of using artificial intelligence as an automated knowledge assessment instrument. *Journal of educational technology development and exchange*. 2025. Vol. 18, no. 4. P. 169–196. DOI: 10.18785/jetde.1804.08
29. Shapoval O. Managing educational processes using blockchain technology: the example of stackable micro-credentials acquisition. *Information systems for intelligent*

systems / ed. by T. Ganokratanaa et al. Cham, 2026. Vol. 467. P. 331–341. DOI: 10.1007/978-3-032-12983-3_32

30. Sterman J. Business dynamics, system thinking and modeling for a complex world. Massachusetts Institute of Technology. Engineering Systems Division, 2002.

31. Beke E., Horvath R., Takacs-Gyorgy K. Industry 4.0 and current competencies. *Naše gospodarstvo/Our economy*. 2020. Vol. 66, no. 4. P. 63–70. DOI: 10.2478/ngoe-2020-0024

32. Mabotha P. A. P., Ngcamu B. S. Digital transformation in the higher education sector: a systematic literature review. *Administrative sciences*. 2025. Vol. 16, no. 1. DOI: 10.3390/admsci16010001

33. Pano N., Gjika I., Hoxha E. Digital technologies supporting SMEs – A survey in Albanian manufacturers' websites. *The international journal of management science and business administration*. 2024. Vol. 10, no. 6. P. 19–29. DOI: 10.18775/ijmsba.1849-5664-5419.2014.106.1002

34. Heaton S., Siegel D. S., Teece D. J. Universities and innovation ecosystems: a dynamic capabilities perspective. *Industrial and corporate change*. 2019. Vol. 28, no. 4. P. 921–939. DOI: 10.1093/icc/dtz038

35. Osadcha K., Buksha M., Manzhula O. Digitization for professional training of future specialists in the field of vocational and technical education. *Educological discourse*. 2023. Vol. 43, no. 1. P. 7–21. DOI: 10.28925/2312-5829.2023.11

36. Laufer M., Schäfer L., Deacon B. Resisting Digital Change: is it a bad thing?: an exploration into why university staff resist digital teaching. *SRHE conference 2022, mobilities in higher education*. 2022

37. Deacon B. et al. Resisting digital change at the university: an exploration into triggers and organisational countermeasures / *European journal of higher education*. 2025. Vol. 15, sup1. P. 119–142. DOI: 10.1080/21568235.2025.2512735

38. Afolalu O., Tsoeu M. S. Cybersecurity in higher education institutions: a systematic review of emerging trends, challenges and solutions. *Future internet*. 2025. Vol. 17, no. 12. DOI: 10.3390/fi17120575

39. Кривоконь О. Г. Соціально-економічні передумови індустріалізації України початку ХХ сторіччя. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: історія і філософія науки і техніки*. 2013. № 21. С. 168–180.
40. Круш П. В., Максименко І. А. Нова інституціональна теорія і трансформаційні процеси в економіці України. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: економічна*. 2003. Т. 55.
41. Кохан В. Трансформаційні процеси у науково-технологічній сфері сучасної України. *Релігія та соціум*. 2010. № 1. С. 160–165.
42. Кудріна О. Трансформаційні процеси економічного розвитку регіонів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2015. № 6. С. 90–93.
43. Моргун А. Трансформаційні процеси сучасної України та їх вплив на формування політики національної безпеки. *Держава і право. Серія: політичні науки*. 2017. № 76. С. 144–154.
44. DataBank. URL: <https://databank.worldbank.org/>
45. Competence centre on composite indicators and scoreboards. URL: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>
46. The International Bank for Reconstruction and Development Connecting to compete: trade logistics in the global economy. 2023. URL: https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-04/LPI_2023_report_with_layout.pdf
47. Index of economic freedom. URL: <https://www.heritage.org/index>
48. Промвиробництво та будівництво. URL: <https://nabu.ua/ua/promvirobnitstvo-budivnitstvo.html>
49. Shapoval O. V. Assessing the innovative dynamics of Ukraine's industrial sector in the context of crisis processes. *Business Inform*. 2025. No. 3. P. 129–137. DOI: 10.32983/2222-4459-2025-3-129-137
50. Держстат. URL: <https://stat.gov.ua/>
51. Tijssen R. J. Universities and industrially relevant science: towards measurement models and indicators of entrepreneurial orientation. *Research policy*. 2006. Vol. 35, no. 10. P. 1569–1585. DOI: 10.1016/j.respol.2006.09.025

52. Seppo M., Lilles A. Indicators measuring university-industry cooperation. *Discussions on Estonian economic policy*. 2012. Vol. 20, no. 1. P. 204–225.
53. Крамський С. О. та ін. Використання проєктного менеджменту як інноваційно-енвіронментального підходу в системі підготовки фахівців з економіки та управління науково-технічною сферою. *Економічний вісник Донбасу*. 2023. № 3 (73). С. 88–96. DOI: 10.12958/1817-3772-2023-3(73)-88-96
54. Шаповал О. В. Роль системи вищої освіти в інноваційному розвитку промислового середовища країн світу та України. *Економіка та суспільство*. 2026. № 83. DOI: 10.32782/2524-0072/2026-83-123
55. Clark-Carter D. Measures of central tendency. *International encyclopedia of education*. 2010. P. 264–266. DOI: 10.1016/b978-0-08-044894-7.01343-9
56. Іляш О. Дослідницька діяльність і промислова співпраця як чинники забезпечення сталого розвитку ЗВО в умовах Індустрії 4.0. *Сталий розвиток економіки*. 2026. № 1 (58). С. 799–805. DOI: 10.32782/2308-1988/2026-58-106
57. Filippetti A., Frenz M., Ietto-Gillies G. The impact of internationalization on innovation at countries' level: the role of absorptive capacity. *Cambridge journal of economics*. 2017. Vol. 41, no. 2. P. 413–439
58. Cohen W. M., Levinthal D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*. 1990. Vol. 35, no. 1. P. 128. DOI:10.2307/2393553
59. Кизим М. О., Іляш О. І. Оцінка ролі наукової діяльності освітніх установ на розвиток високотехнологічних галузей: приклад країн ОЕСР. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2026. № 26. DOI: 10.5281/zenodo.18804696
60. Chentukov Y. et al. Assessing the impact of higher education competitiveness on the level of socio-economic development of a country. *Problems and perspectives in management*. 2021. Vol. 19, no. 2. P. 370–383. DOI: 10.21511/ppm.19(2).2021.30
61. Lepori B. The heterogeneity of European higher education institutions: a configurational approach. *Studies in higher education*. 2022. Vol. 47, no. 9. P. 1827–1843. DOI: 10.1080/03075079.2021.1968368

62. Seeber M., Meoli M., Cattaneo M. How do European higher education institutions internationalize? *Studies in higher education*. 2020. Vol. 45, no. 1. P. 145–162. DOI: 10.1080/03075079.2018.1541449
63. Borden V. M. H., McCormick A. C. Accounting for diverse missions: can classification systems contribute to meaningful assessments of institutional performance? *Tertiary education and management*. 2020. Vol. 26, no. 3. P. 255–264. DOI: 10.1007/s11233-019-09045-w
64. Шаповал О. В. Інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти в умовах промислової інтеграції. *Економіка та суспільство*. 2025. № 72. DOI: 10.32782/2524-0072/2025-72-89
65. Times Higher Education. World university rankings. URL: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/latest/world-ranking>
66. DeMuth J. E. Basic statistics and pharmaceutical statistical applications. Boca Raton, FL : Chapman & Hall/CRC, 2006. Vol. 16
67. Nanda A. et al. Multiple comparison test by Tukey's honestly significant difference (HSD): do the confident level control type I error. *International journal of statistics and applied mathematics*. 2021. Vol. 6, no. 1. P. 59–65. DOI: 10.22271/math.2021.v6.i1a.636
68. Barnette J. J., McLean J. E. The Tukey honestly significant difference procedure and its control of the type I error-rate. 1998.

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ
УПРАВЛІННЯ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ У ВИЩІЙ ОСВІТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ
ІНДУСТРІЇ 4.0

3.1. Обґрунтування організаційних та економічних важелів впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0

В умовах середовища Індустрії 4.0 актуальним для освітніх закладів питанням є формування дієвого механізму управління трансформаціями, у межах якого береться до уваги специфіка їх функціонування під впливом процесів, що в цьому середовищі протікають, та його вимог. Для цього доцільно насамперед визначити мету, заради якої освітній заклад проходить трансформацію, та механізм, через який ця трансформація реалізується.

Виділення мети, бажаного результату трансформаційної зміни є вкрай важливим, адже безцільна, бездумна зміна може мати руйнівні наслідки [1]. Розуміння мети трансформації набуває особливо гострого значення для закладів вищої освіти, які перебувають у висококонкурентному середовищі під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх джерел конкуренції, а також екзогенних сил Індустрії 4.0 [2]. Зважаючи на це, одним із основних завдань сучасного закладу системи вищої освіти можна вважати забезпечення і підтримку власної конкурентоспроможності та релевантності [3; 4].

У межах дослідження конкурентоспроможність освітніх закладів пропонується вбачати як динамічну здібність, що реалізується для створення сталої цінності шляхом стратегічного управління і рекомбінації ресурсів інтелектуального капіталу у виразні ключові компетенції, що диференціюють те, як заклад відповідає на вимоги стейкхолдерів і середовища [5; 6]. Результатом реалізації цієї динамічної здібності є стратегічне оновлення, що виражається як стан, у якому процес, зміст і результат змін

призводять до досягнення нових властивостей, які забезпечують відповідність умовам навколишнього середовища й успішне функціонування [7]. Протилежним до стратегічного оновлення є інституційний (організаційний) стазис (персистентність), тобто стан організації, у якому зберігається траєкторна залежність через відсутність значущих змін у її структурі та механізмах протягом тривалого часу незалежно від того, відбуваються зміни в навколишньому середовищі чи ні [8].

Отже, механізм трансформації можна представити у вигляді переривчастої рівноваги між інституційним стазисом і стратегічним оновленням, що формується під впливом рушійних, допоміжних, перешкоджаючих сил (рис. 3.1) [9; 10]. Диференціюючим фактором між стазисом і оновленням виступає наявність і масштаб трансформаційних (другого порядку) змін [11; 12]. Наближеність до кінців спектра відображає те, наскільки організація укорінена в траєкторну залежність (стазис) або наскільки значним є масштаб і темп змін, які становлять стратегічне оновлення.

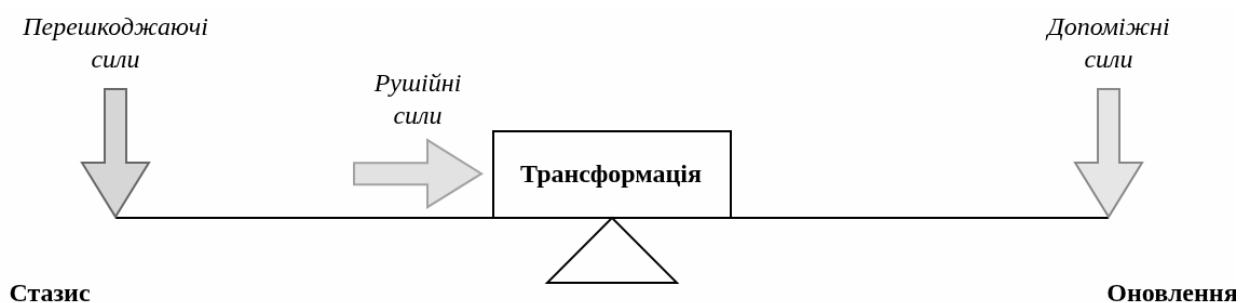


Рис. 3.1. Модель механізму трансформації

Джерело: побудовано автором за матеріалами [9; 13]

У цій моделі вектор руху є однозначним, тобто метою освітнього закладу як організації є максимізація трансформаційних змін для досягнення стратегічного оновлення якомога швидше та в більшому масштабі, що не завжди є бажаним результатом та може мати негативні наслідки для довготривалого розвитку [14–16]. Отже, можна навести розширену модель (рис. 3.2), у якій присутні стримуючі сили, внаслідок чого формується стан динамічної рівноваги. Динамічна рівновага передбачає, що між протилежними силами існує корисна, свідома напруга, результатом впливу якої є примноження досягнутих результатів [17].

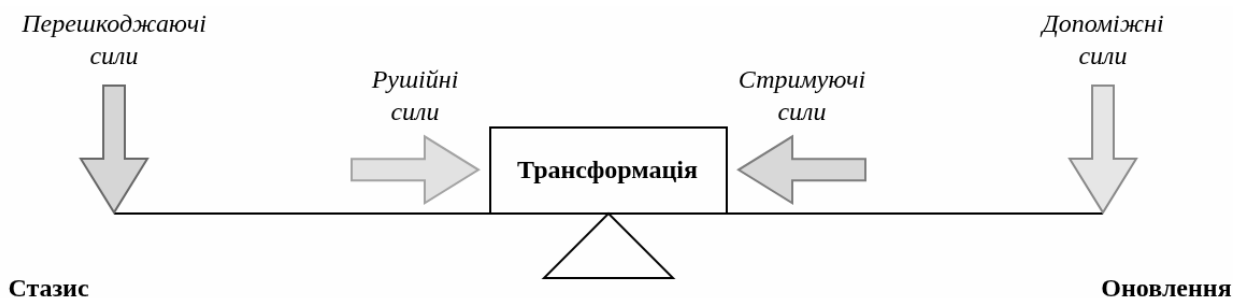


Рис. 3.2. Розширена модель механізму трансформації

Джерело: побудовано автором за матеріалами [9; 13]

Такий підхід є доцільним для закладів вищої освіти в умовах мінливого середовища Індустрії 4.0, оскільки не всі трансформаційні процеси однаково узгоджуються зі стратегічним баченням закладу й релевантними факторами внутрішнього та зовнішнього середовища, через що деякі з них необхідно «приборкати» з метою уникнення досягнення стану, до якого заклад не готовий. Цей погляд узгоджується з баченням Л. Періні (L. Perini) та ін. [12], згідно з яким дослідники наголошують, що напруга між стратегічним відновленням і стратегічною інерцією є саме діалектичною. К. Жанв'єр (K. Janvier) та ін. [11] також зазначають діалектичну природу напруги між траєкторною залежністю та її зламом для досягнення стратегічного оновлення.

Отже, серед завдань організаційно-економічного механізму трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 можна вбачати забезпечення ефективної діяльності закладу, збереження його релевантності й конкурентоспроможності в умовах промислового суспільства Індустрії 4.0 шляхом досягнення стану динамічної рівноваги між стратегічною інерцією і стратегічним відновленням. Зокрема, організаційно-економічний механізм управління трансформаціями може розглядатись як сукупність організаційно-економічних важелів впливу, спрямованих на спричинення трансформаційної зміни відповідно до визначених стратегічних орієнтирів [18; 19].

Основу організаційно-економічного механізму (рис. 3.3) становить формулювання стратегічних орієнтирів трансформації. Ці орієнтири відіграють вкрай важливу роль, оскільки ними визначається загальний вектор руху закладу та його

позиціювання в середовищі Індустрії 4.0. Визначення стратегічних орієнтирів насамперед керується факторами зовнішнього та внутрішнього середовища (рис. 3.4).

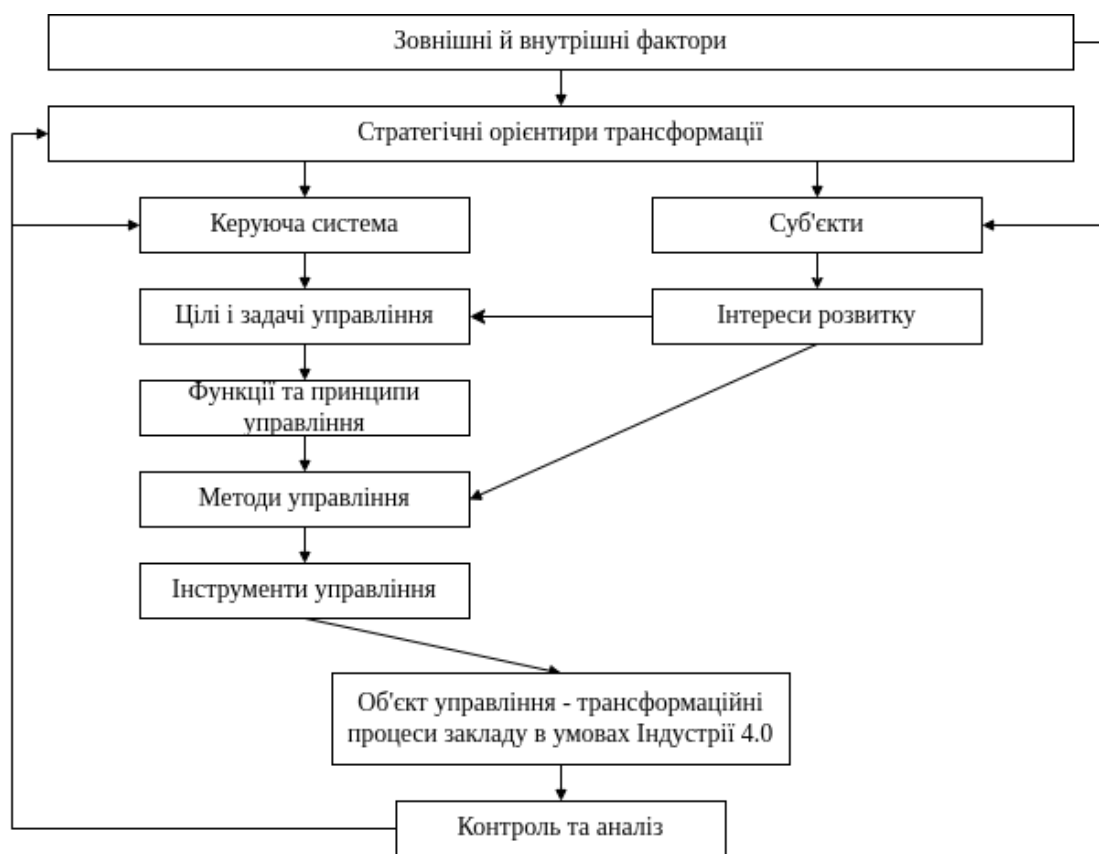


Рис. 3.3. Структура організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0

Джерело: побудовано автором за матеріалами [18–21]

Серед факторів зовнішнього середовища закладу вищої освіти можна узагальнити такі [22–24]: державні політики та нормативно-правове регулювання; кон'юнктура ринку освітніх послуг; конкуренція; стан розвитку інноваційного середовища; умови повоєнної відбудови та безпекове середовище; тенденції демографічних показників, що може включати процеси міграції, скорочення чи збільшення демографічної бази здобувачів тощо; стан і тенденції ринку праці (очікування роботодавців, попит на конкретні навички й компетентності). Серед внутрішніх факторів наведемо такі [24–27]: кадровий потенціал, зокрема відносно цифрових компетентностей, готовності до змін, демографії кадрового складу; матеріально-технічна база (лабораторії, обладнання, програмне забезпечення і т. ін.); репутація, імідж; наявність організаційних, технологічних, наукових тощо ноу-хау та

здатність їх використовувати; фінанси, структура доходів; склад, структура освітніх програм.

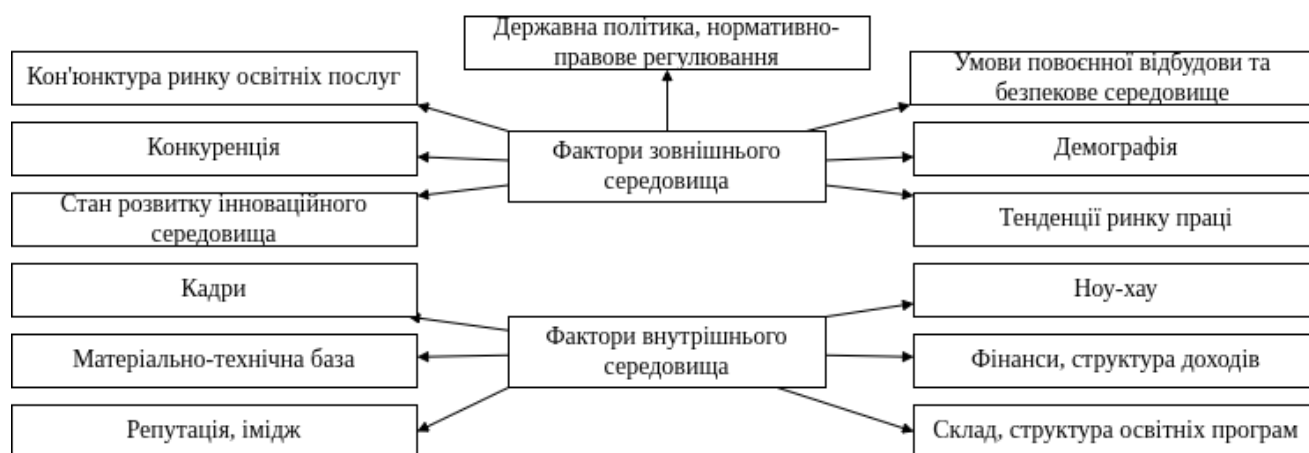


Рис. 3.4. Зовнішні й внутрішні фактори трансформації закладу вищої освіти

Джерело: побудовано автором за матеріалами [22–27]

Визначення, інвентаризація і оцінка цих факторів дозволяє виявити наявні проблеми та перспективи розвитку закладу, внаслідок чого формується більш конкретний фундамент для прийняття рішень. На їх основі виконується формування стратегічних орієнтирів і визначення суб'єктів управління серед переліку стейкхолдерів. Як було визначено у п. 1.1 дисертаційного дослідження, основні групи стейкхолдерів у вищій освіті в умовах середовища Індустрії 4.0 складають: керівництво, науково-педагогічний склад, адміністративний склад, здобувачі освіти, влада, представники приватного сектора, представники громадськості.

Описаний організаційно-економічний механізм охоплює керуючу систему, цілі й завдання, функції та принципи, методи й інструменти управління. Від ефективного цілепокладання, у межах якого беруться до уваги стратегічні орієнтири, пріоритети закладу, стан його середовища й інтереси розвитку суб'єктів, залежить ефективність використання ресурсної бази та дієвість інструментів управління для руху в напрямку обраного вектора розвитку. Методи управління становлять собою сукупність прийомів і механізмів впливу на об'єкт, через які реалізуються функції управління (організаційно-адміністративні, економічні, соціально-психологічні, розрахунково-аналітичні тощо) [28]. Серед інструментів управління виокремлюються, зокрема, такі [28]: система збалансованих показників, бенчмаркінг, реінжиніринг бізнес-процесів,

даунсайзинг, управління змінами, зниження складності, сценарне планування, бренд-менеджмент. На сьогодні заклади вищої освіти мають доступ до широкого кола методів та інструментів управління, значна частина яких походить від підприємств приватного сектора, що не завжди дозволяє адекватно врахувати особливості діяльності саме освітніх закладів. Зважаючи на це, вибір сукупності інструментів управління має здійснюватися на основі інвентаризації та аналітичної оцінки наявних інструментів, особливостей організаційної структури закладу та портфолію його діяльності.

Описаний організаційно-економічний механізм управління трансформаціями є адаптивним, тобто передбачає існування зворотного зв'язку цілеспрямованого впливу на об'єкт управління в межах переоцінки стратегічних орієнтирів трансформації та складових керуючої системи. Під час формування механізму важливо розглянути процеси, що його становлять (рис. 3.5).

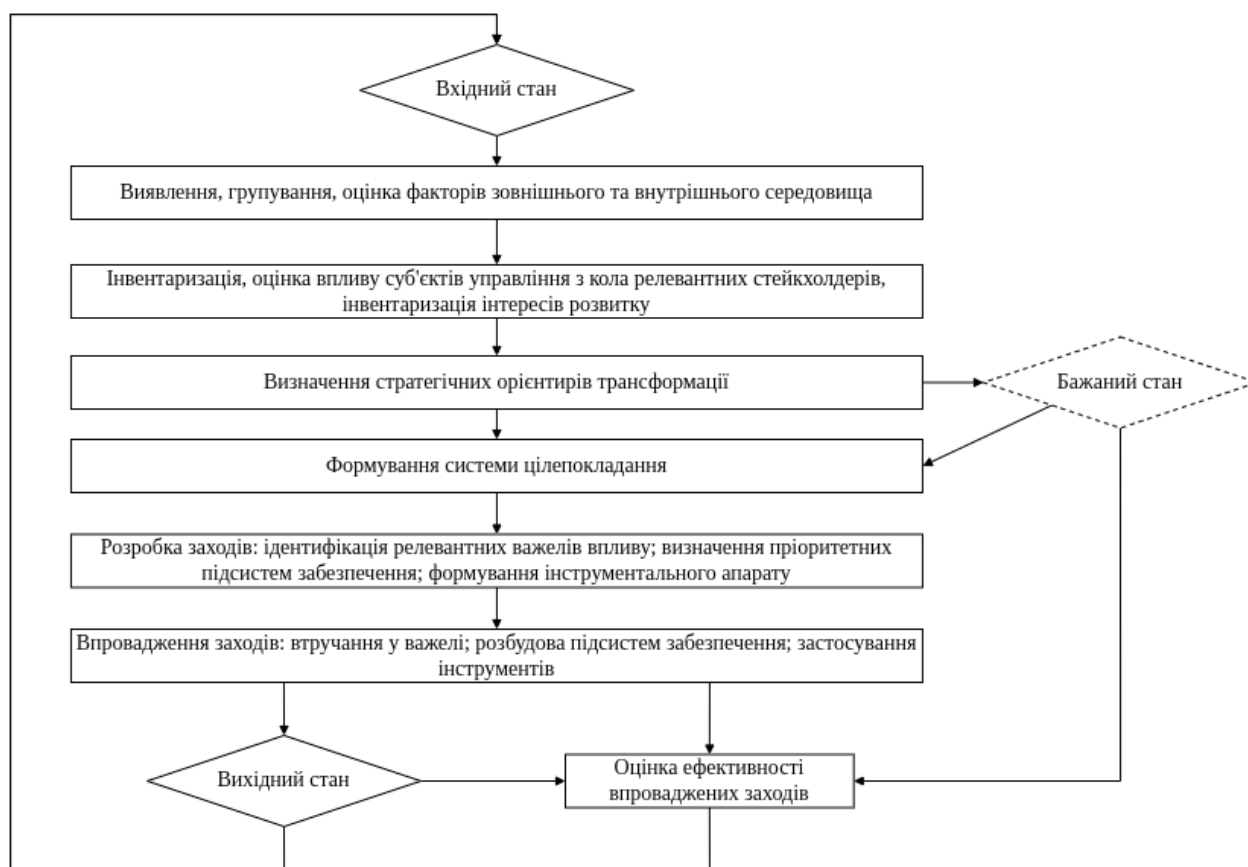


Рис. 3.5. Концептуальна модель системи управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0

Джерело: побудовано автором [18–20; 25]

Система управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 (рис. 3.5) є циклічною і має ієрархічну структуру, спрямовану на узгодження трьох станів: вхідного, бажаного (цільового) та вихідного. Вхідним є реальний стан закладу на момент початку поточного циклу управління. Визначення вхідного стану є необхідним, оскільки за ним визначаються орієнтири для досягнення бажаного стану. Для цього проводиться оцінка факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, а також суб'єктів управління. Після цього визначаються стратегічні орієнтири трансформації, що виражаються у вигляді бажаного стану. Далі формується система цілепокладання (цілі, завдання), спрямована на досягнення бажаного стану, та розробляються відповідні заходи. На наступному етапі проводиться впровадження заходів, після чого вихідний стан, досягнутий у результаті їх впровадження, оцінюється відносно цільового.

Залежно від існування та ступеня невідповідності між вихідним і бажаним станом визначається подальший напрям дій. Якщо невідповідності відсутні, це означає, що бажаний стан було досягнуто. Тоді проводиться комплекс дій, спрямованих на його закріплення. Якщо невідповідність незначна, проводяться заходи коригувального впливу. У випадку існування значної невідповідності, тобто бажаний стан не було досягнуто або було досягнуто мінімально, проводиться перегляд стратегії. На наступному циклі цей стан стає вхідним та оцінюється відповідно до нового стану внутрішнього та зовнішнього середовища.

Отже, для управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 важливим є впровадження цілеспрямованих втручань, узгоджених зі стратегічним баченням та місією закладу, для забезпечення його конкурентоспроможності та релевантності. Необхідність виявляти організаційні та економічні важелі впливу випливає з їх властивості бути точками впливу в системі, втручання в які здатне спричинити зміни, масштаб яких є диспропорційним відносно сили втручання, що робить ці точки впливу ядром ідей та процедур під час розробки рішень для досягнення системної зміни [29–31].

Основу розуміння важелів впливу як складової організаційно-економічного механізму управління трансформаціями становлять точки впливу Д. Медоуз

(D. Meadows) та важелі контролю Р. Сімонса (R. Simons). За Д. Медоуз можна виділити дві основні властивості точок (важелів) впливу, релевантні в межах дослідження [32]: (1) мають диспропорційний вплив відносно сили втручання і (2) втручання в точки вищого (глибокого) порядку викликає більший опір. Інакше кажучи, для досягнення зміни більшого масштабу необхідно втручатись у точки вищого порядку, однак зробити це складніше. На додаток можна виділити третю властивість, що полягає в існуванні зв'язку між точками на різних рівнях, тобто втручання в точки вищого порядку може призвести до змін на рівні точок нижчого порядку, внаслідок чого формується цикл зворотного зв'язку, що підсилює ефект від втручання [33].

Важелі контролю Р. Сімонса – це системи, що контролюють компоненти успішного впровадження організаційної стратегії та, як наслідок, стратегічного оновлення шляхом їх балансування для формування динамічної напруги між досягненням цілей та інноваціями [34; 35]. Р. Сімонс визначає компоненти бізнес-стратегії та відповідні їм важелі контролю: базові цінності та системи вірувань; ризики та системи меж; стратегічні невизначеності й інтерактивні системи контролю; ключові показники ефективності та діагностичні системи контролю. Системи вірувань надихають та направляють на пошук нових можливостей, системи меж обмежують опортуністичну поведінку, діагностичні системи контролю мотивують, відслідковують і винагороджують досягнення встановлених цілей, інтерактивні системи контролю стимулюють організаційне навчання та формування нових ідей і стратегій [34]. С. Тессье (S. Tessier) і Д. Отлі (D. Otley) [36] розширюють модель Р. Сімонса та, зокрема, розділяють системи контролю за видом (соціальні, технічні) та характером дії (діагностичні та інтерактивні, сприятливі та обмежуючі, нагороди та покарання).

Виходячи з наведеного можна визначити такі риси важелів впливу (табл. 3.1): локус, модальність, цілеспрямованість, масштаб, динамка часу, плече.

У межах організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0 виявлення та оцінка пріоритетних важелів впливу

за їх властивостями дозволяє сформувати цілеспрямовані механізми втручання для досягнення бажаного стану відповідно до стратегічних орієнтирів трансформації.

Таблиця 3.1

Характеристика основних рис важелів впливу

Властивість	Характеристика
Локус	Простір, у межах якого важіль впливає на систему (політики, структури, культура тощо)
Модальність	Основна логіка чи механізм, за яким відбувається вплив важеля на систему (напр., діагностичні та інтерактивні системи контролю)
Цілеспрямованість	Ступінь того, наскільки важіль є усвідомленим, спланованим і керованим, впроваджується він чи формується та вступає в дію емерджентно
Масштаб	Широта, глобальність зміни в межах системи, що відбувається в результаті втручання у важіль
Динаміка часу	Часові властивості результату втручання у важіль (напр., як швидко проявляється результат втручання, наскільки він є тривалим і т. ін.)
Плече	Наскільки диспропорційним є результат відносно сили втручання

Джерело: побудовано автором за матеріалами [32; 34–39]

Більш детально розглянемо важелі впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти в сукупності двох блоків: організаційні та економічні (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Організаційні та економічні важелі впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0

Джерело: побудовано автором за матеріалами [40–47]

Організаційні важелі – це важелі, вбудовані в структуру та процеси організації, втручання у які спричиняє зміни в організації в цілому [40; 48]. До організаційних відносяться такі важелі:

- організаційна структура закладу (відділи, інститути, підрозділи, кафедри тощо), якою визначаються можливості його діяльності, матеріальна база й контингентність до навколишнього середовища [49];
- кадрова політика, спрямована на розвиток необхідних навичок і компетентностей серед адміністративного та науково-педагогічного складу, розробку методик оцінки продуктивності з урахуванням потреб Індустрії 4.0, залучення й утримання кваліфікованих співробітників;
- організаційна культура, спрямована на підтримку цінностей інноваційного розвитку, сталого мислення, розвиток готовності стейкхолдерів до змін, залучення їх до полілогу з метою зменшення опору змінам;
- системи контролю якості, оцінки процесів акредитації, матеріалів навчальних програм, адміністративних процесів тощо з метою забезпечення відповідності освітнім стандартам та сприяння постійному вдосконаленню;
- внутрішні політики, спрямовані на сприяння передачі знань, взаємодії з представниками промислового сектора, держави, залучення місцевих громад;
- управлінські структури, що сприяють гнучкому управлінню, оперативній адаптації до умов навколишнього середовища та впровадженню мультистейкхолдерних, партисипативних моделей управління.

Економічні важелі – це фінансово-економічні інструменти впливу на параметри системи, що спричиняють зміни [50–52]. Економічні важелі поділяються на макроекономічні та мікроекономічні [46]. Макроекономічні важелі – це інструменти регулювання показників економічного зростання або поведінки суб’єктів економічної діяльності, що впроваджуються на державному чи міждержавному рівні [50; 53]. Мікроекономічні важелі впроваджуються на рівні організації [53].

Серед макроекономічних важелів виділяються:

- пряма державна підтримка закладів вищої освіти, які беруть активну участь в інноваційній діяльності, впроваджують технології Індустрії 4.0;

- податкові пільги та стимулювання за напрямками впровадження технологій Індустрії 4.0, інноваційної, науково-дослідницької діяльності, пов'язаної з технологіями Індустрії 4.0;

- цільове фінансування та/або пільгове кредитування конкретних проєктів чи ініціатив;

- матеріальне забезпечення закладів, науково-педагогічного складу у вигляді надання обладнання, приміщень тощо;

- формування сприятливого економічного поля для підтримки інноваційної діяльності закладів системи вищої освіти та їх взаємодії з приватним сектором у вигляді спільних проєктів, державного регулювання альтернативних механізмів фінансування та/або інвестування в ЗВО зі сторони приватного сектора і громадськості.

Серед мікроекономічних важелів наводяться такі:

- матеріальна зацікавленість стейкхолдерів (премії, стимули, розподіл прибутків), залучення їх до процесів комерціалізації результатів інтелектуальної праці;

- формування резервних коштів для впровадження технологій Індустрії 4.0;

- розробка альтернативних стратегій ціноутворення на освітні послуги для забезпечення додаткових джерел прибутку;

- розробка та впровадження моделей розподілу ресурсів всередині закладу, а також між закладами та представниками приватного сектора (спільне користування обладнанням, приміщеннями, інформаційними та іншими ресурсами, оренда, ліквідація активів);

- механізми розподілу витрат і спільного фінансування між представниками системи освіти та приватного сектора.

Розглядаючи організаційно-економічний механізм, необхідно зазначити, що закладам системи вищої освіти притаманний ряд властивостей, що вирізняють їх відносно інших суб'єктів господарювання [54]: широкий горизонт планування, розподілена організаційна й управлінська структури, сильна система цінностей і орієнтирів, широке коло стейкхолдерів, більш виражена траєкторна залежність, менш

чітко виражене розуміння показників ефективності. Зважаючи на ці особливості, до організаційно-економічного механізму управління трансформаціями у вищій освіті можна винести такі вимоги [4; 5; 13; 23]: гнучкість, адаптивність відносно стану внутрішнього й зовнішнього середовища; проактивний підхід до керування (напр., на основі форсайт-практик); орієнтація на суспільні цінності, сприяння досягненню цілей сталого розвитку; тісна робота зі стейкхолдерами, орієнтація на мультистейкхолдерні підходи до управління.

Описаний організаційно-економічний механізм управління трансформаціями у вищій освіті спирається на використання сучасного інструментарію керування та залучення технологій Індустрії 4.0 для забезпечення ефективного функціонування закладу в умовах промислового суспільства Індустрії 4.0, збереження його релевантності і сприяння суспільному розвитку. Для освітнього закладу сьогодення коло структурних підрозділів і видів його діяльності, що піддаються трансформації, може бути широким, однак основною функцією залишається освітня. Водночас освітній аспект діяльності першим піддається тиску зі сторони середовища Індустрії 4.0, що виражається у формуванні низки вимог, для задоволення яких потребується злагоджена робота й розбудова відповідних підсистем забезпечення.

3.2. Напрями трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0

Виходячи з розуміння сутності поняття Освіти 4.0 та особливостей технологій Індустрії 4.0, що використовуються в межах закладів вищої освіти, можна зазначити, що трансформація навчального процесу має комплексний характер і тією чи іншою мірою відображається на діяльності всіх його складових. Для вироблення рекомендацій щодо трансформації навчального процесу та освітніх програм вищих освітніх закладів України відповідно до вимог Індустрії 4.0 в ролі орієнтира обрано

модель Університет 4.0 як таку, що сформувалась під впливом сучасного промислового середовища і відображає оптимальну конфігурацію.

Серед закордонних прикладів освітніх закладів, що відповідають цій моделі, можна навести університети-учасники європейського альянсу EuroTech Universities Alliance [55]: Данський технічний університет, Федеральна політехнічна школа Лозанни, Паризький політехнічний інститут, Техніон – Ізраїльський технологічний інститут, Технічний університет Ейндговена та Мюнхенський технічний університет. Станом на 2020 р. в університетах альянсу навчалось понад 15 тис. здобувачів освіти рівня PhD, їх внесок у програму Horizon 2020 склав 1,3 млрд євро, а представники закладів зареєстрували 385 грантів у межах програми. З 2011 р. університетами-учасниками було зареєстровано понад 5900 винаходів [55].

Більш детально розглянемо інноваційну екосистему Технічного університету Ейндговена (рис. 3.7).

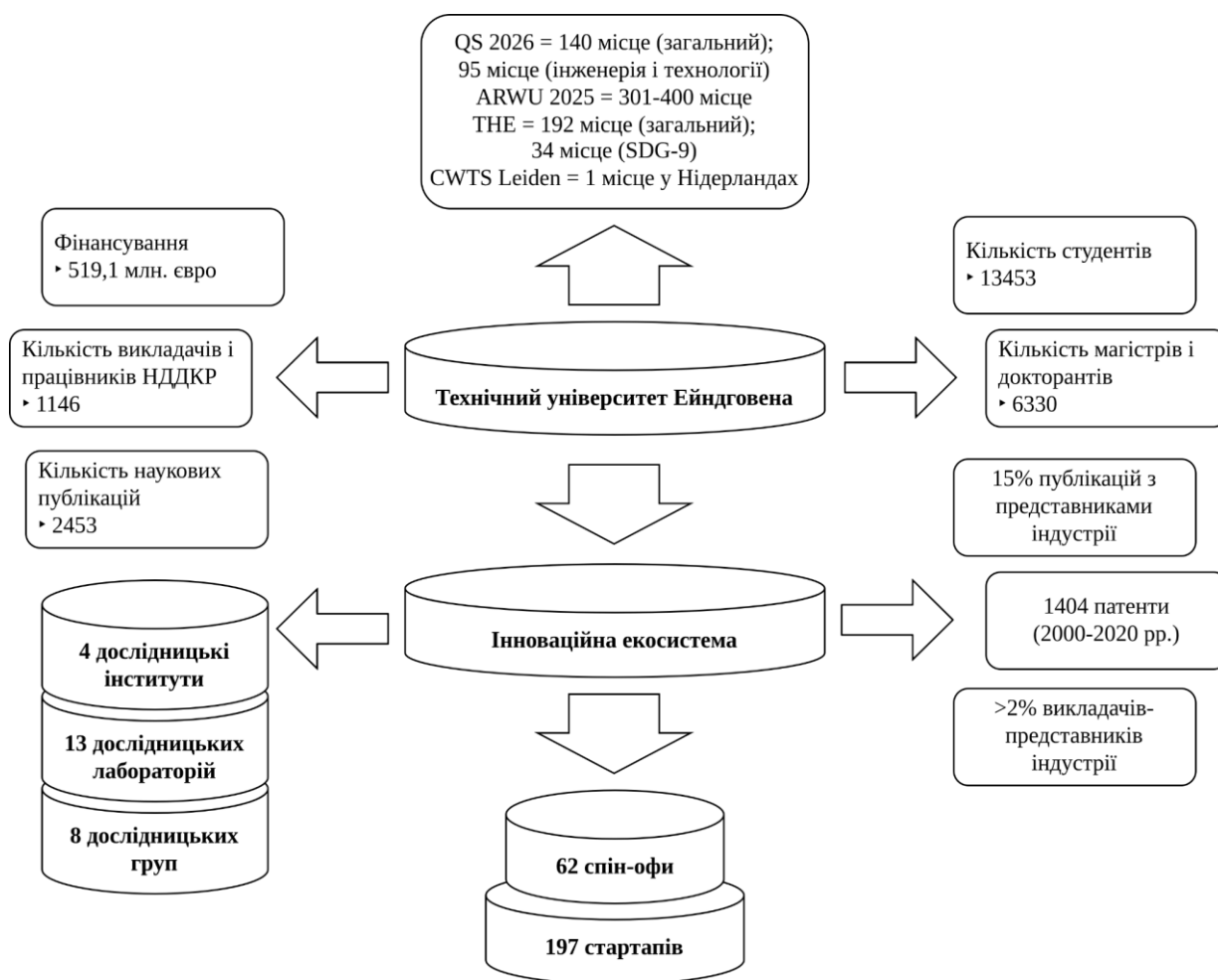


Рис. 3.7. Структура Технічного університету Ейндговена

Джерело: сформовано автором за матеріалами [56; 57]

Станом на 2024 р. університет налічує 13453 студентів, близько 6330 магістрів і докторантів та 1146 викладачів і працівників НДДКР. До екосистеми університету входять 4 дослідницьких інститути, 13 лабораторій та 8 дослідницьких груп за різними дисциплінами, у тому числі комп'ютерні науки, енергетика, біоінженерія та ін. У 2024 р. працівниками університету опубліковано 2453 наукові праці, з яких 15% у співавторстві з представниками промислового сектора. Університет займає відносно невисокі ланки в міжнародних рейтингах порівняно з такими закладами, як Массачусетський технологічний інститут (MIT), Гарвардський університет, Стенфордський університет та ін., однак є місцевим лідером і тісно взаємодіє з інноваційною екосистемою регіону [57].

На прикладі Технічного університету Ейндговена можна в подальшому уточнити, що такі властивості притаманні освітнім закладам моделі Університет 4.0 [56]: цифровізація процесів закладу, розвиток цифрових навичок серед кадрового складу; розбудова матеріально-технічної бази на основі сучасних інформаційних технологій, що містить, зокрема, програмне забезпечення; впровадження соціально-комунікативних навичок у межах навчального процесу; розширення підходів до викладання, залучення нових або альтернативних форм викладання і оцінки знань; високий рівень науково-дослідницької діяльності, акцент на проведенні досліджень за актуальними напрямками; інтернаціоналізація діяльності, зокрема шляхом дистанційного навчання для залучення здобувачів знань з-за кордону, міжнародної співпраці; сприяння розвитку концепції навчання протягом життя. Ще однією характерною властивістю університету Ейндговена є глокальність, що виражається в його тісній інтеграції в інноваційну екосистему регіону, у якому він розташований, одночасно з підтримкою високого рівня міжнародної діяльності.

Наразі серед закладів системи вищої освіти України неможливо виділити такі, що повністю відповідали би баченню моделі Університету 4.0 [46]. Водночас серед вітчизняних закладів можна зазначити низку таких, що рухаються в напрямку трансформації свого навчального процесу та освітніх програм відповідно до вимог Індустрії 4.0, а саме такі: Український державний університеті науки і технологій; Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського;

Харківський національний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

В Українському державному університеті науки і технологій (УДУНТ) проводяться заходи, спрямовані на модернізацію навчального процесу в межах проєкту «Освіта 4.0: український світанок». У 2023 р. університет запровадив 5 нових освітніх програм, спрямованих на відповідь вимогам Індустрії 4.0. На базі закладу також впроваджено низку цифрових систем: система дистанційного навчання, центр вебменеджменту (ЦВМУ), програмний комплекс Автоматизованих Робочих Місць, онлайн-система «Успішність студента в смартфоні» [58]. На базі Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського впроваджено «Хаб NOTBOX», у межах якого надаються програми для розвитку компетентностей, потрібних педагогічним працівникам у сучасних умовах [59]. Сковорода-хаб на базі Харківського національного педагогічного університету імені Г. Сковороди проводить регулярні курси підвищення цифрової грамотності [60]. До інноваційної системи КПП ім. І. Сікорського входять, зокрема, бізнес-інкубатор, інноваційний холдинг, стартап-школа, науковий парк [61].

Більш детально трансформацію навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0 розглянемо на прикладі Сумського державного університету (рис. 3.8), Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (рис. 3.9), і Київського національного університету імені Тараса Шевченка (рис. 3.10). Усі три з розглянутих університети увійшли до аналізу, проведеного в п. 2.3 дисертаційного дослідження та відносяться до 22 вітчизняних освітніх закладів у першому квадранті, що становить базовий профіль освітньо-промислового позиціонування.

Сумський державний університет налічує понад 10,5 тис. здобувачів, близько 750 аспірантів і докторантів, більше 600 викладачів і працівників НДДКР. Станом на 2026 р. у наукометричній базі Scopus зафіксовано 6643 наукових праць за авторством дослідників університету, з яких 63,9% у відкритому доступі, h5-індекс університету – 56. Інноваційна екосистема СумДУ (рис. 3.8) охоплює центри колективного

користування науковим обладнанням, 4 навчально-наукових інститути, Стартап-центр New Generation, Україно-шведський дослідницький центр SUMEYA.

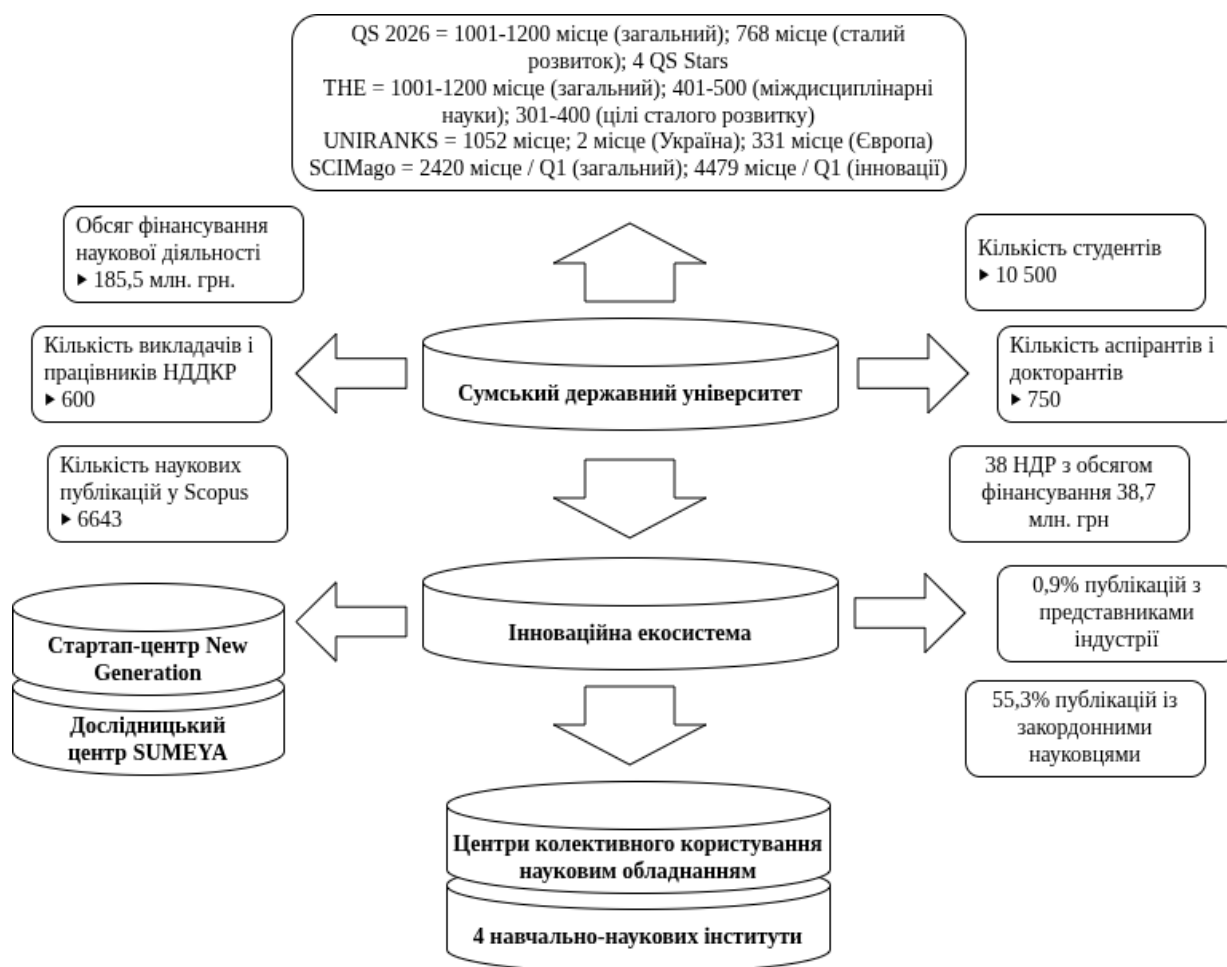


Рис. 3.8. Структура СумДУ

Джерело: сформовано автором за матеріалами [62; 63]

Рівень міжнародної співпраці СумДУ можна вважати високим. За даними наукометричної бази Scopus, 55,3% публікацій дослідників університету виконано із закордонними колегами. Водночас рівень співпраці з іншими секторами незначний. Так, 0,9% публікацій опубліковано в співавторстві з представниками промисловості, 5,7% – з представниками державного сектора. У патентах процитовано 0,4% публікацій науковців університету.

Далі розглянемо інноваційну екосистему Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (рис. 3.9).

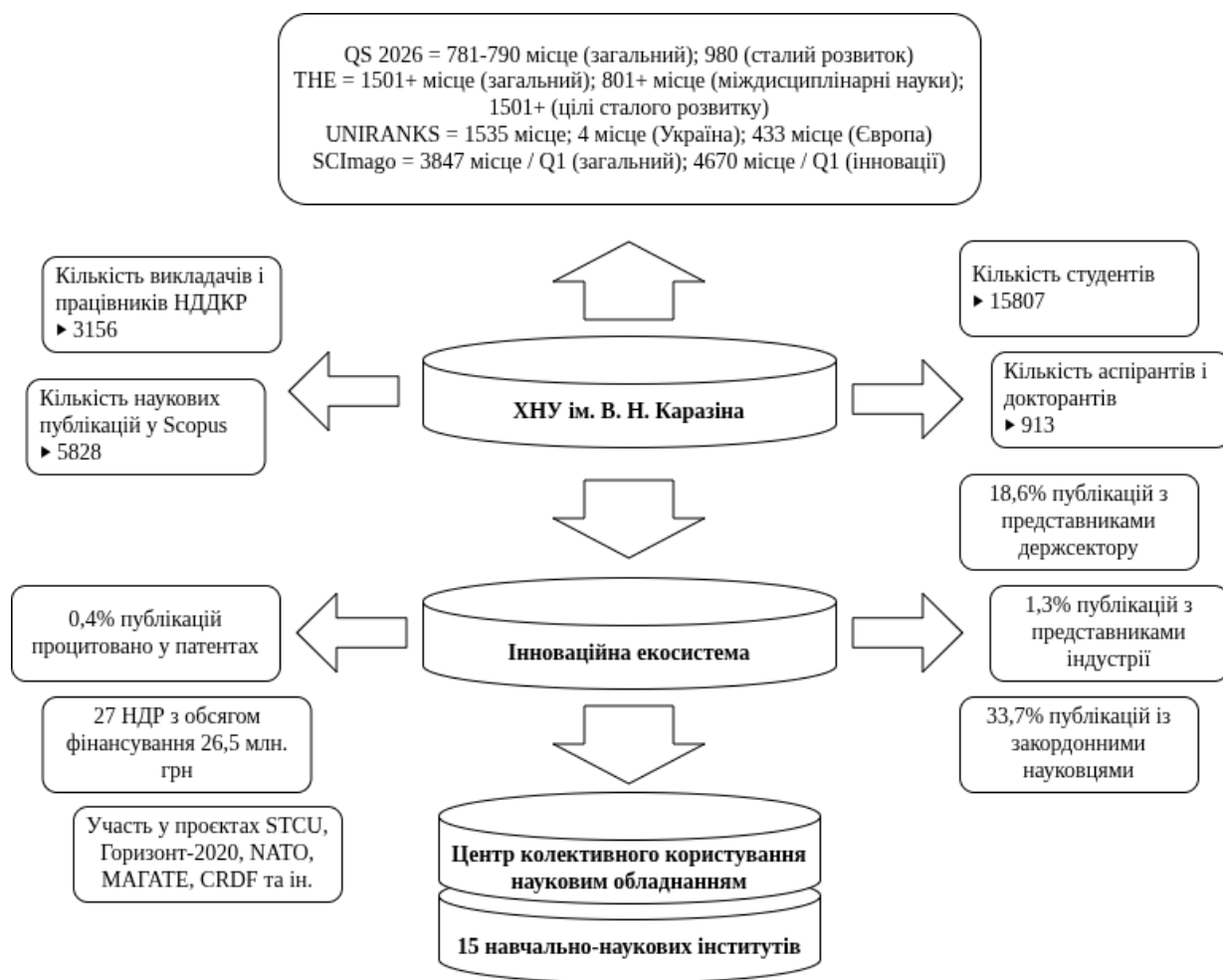


Рис. 3.9. Структура ХНУ ім. В. Н. Каразіна

Джерело: сформовано автором за матеріалами [63; 64]

Університет налічує 15807 студентів, 913 аспірантів і докторантів та 3156 викладачів і працівників НДДКР. Станом на 2026 р. у наукометричній базі Scopus дослідникам закладу належить 5828 публікацій, з яких 54,3% знаходиться у відкритому доступі, h5-індекс університету – 37. Інноваційна екосистема ХНУ ім. В. Н. Каразіна складає 15 навчально-наукових інститутів, також діє центр колективного користування науковим обладнанням. Виходячи з оцінки характеру публікаційної діяльності науковців університету можна зробити припущення, що рівень його взаємодії з промисловим сектором є дещо обмеженим. Так, 1,3% публікацій у базі Scopus опубліковано у співавторстві з представниками індустрії, 18,5% – спільно з представниками державного сектора, у патентах процитовано 0,4% публікацій. Спільно із закордонними науковцями було опубліковано 33,7% робіт, що свідчить про помірний рівень міжнародної співпраці.

Детальніше розглянемо інноваційну екосистему Київського національного університету імені Тараса Шевченка (рис. 3.10).

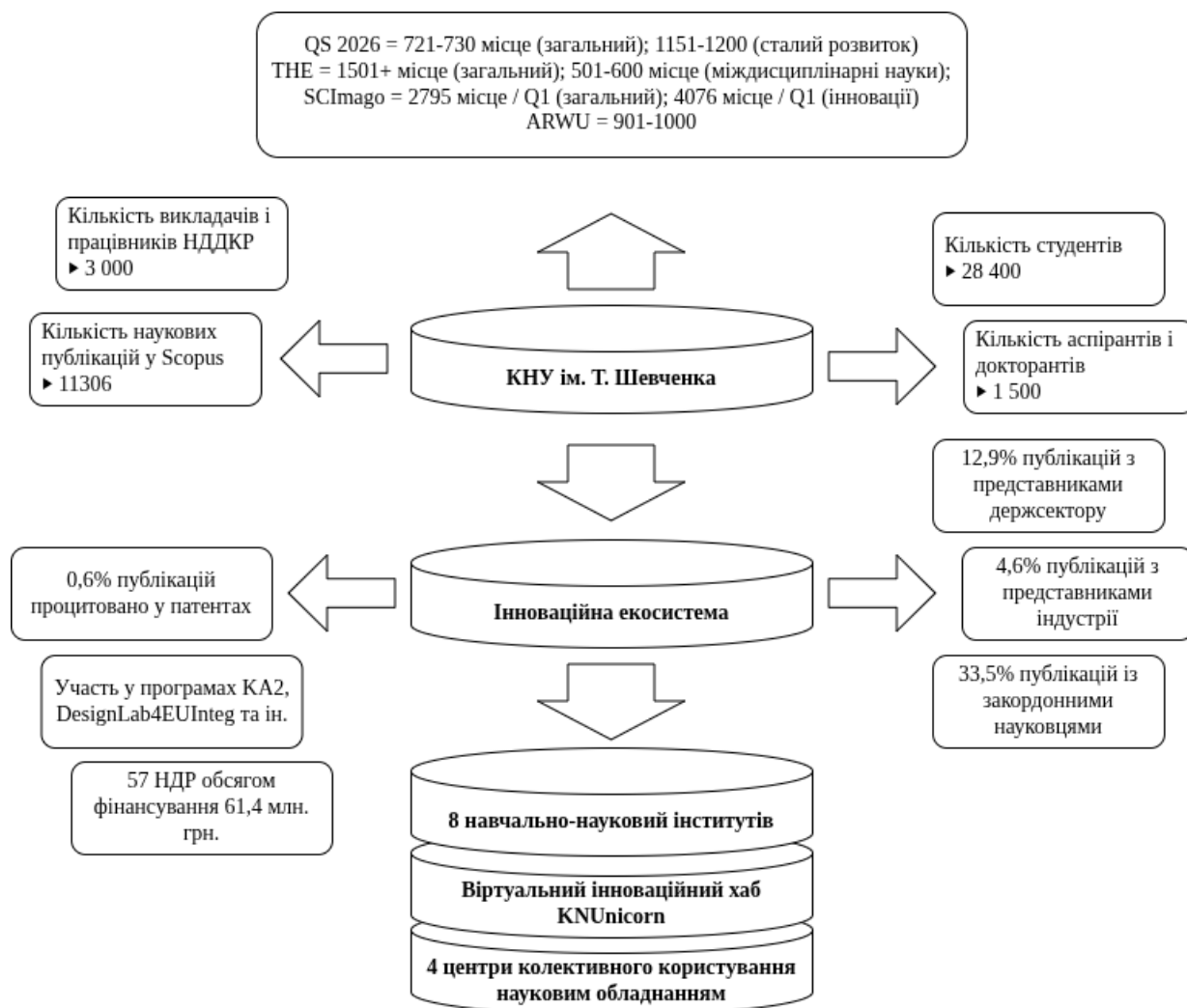


Рис. 3.10. Структура КНУ ім. Т. Шевченка

Джерело: сформовано автором за матеріалами [63; 65]

У КНУ ім. Т. Шевченка навчається понад 28 тис. студентів, понад 1,5 тис. аспірантів і докторантів, до його кадрового складу входить понад 3 тис. викладачів і працівників НДДКР. У 2026 р. у наукометричній базі Scopus за авторством науковців університету нараховується 11306 публікацій, з яких 52% у відкритому доступі, h5-індекс закладу – 66. До інноваційної системи університету входять 8 навчально-наукових інститутів, 4 центри колективного користування науковим обладнанням і Віртуальний інноваційний хаб KNUunicorn. Рівень співпраці в публікаційній діяльності є помірним, 33,5% публікацій у наукометричній базі Scopus були написані

в співавторстві із закордонними колегами, 4,6% – з представниками індустрії, 12,9% – з представниками державного сектора.

З огляду на результати аналізу положення суб'єктів системи вищої освіти в освітньо-промисловому просторі, проведеного у п. 2.3 дисертаційного дослідження, розглянемо СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка на матриці освітньо-індустріального позиціювання (рис. 3.11), що дозволить виробити актуальні рекомендації відповідно до вірогідних векторів їх розвитку.

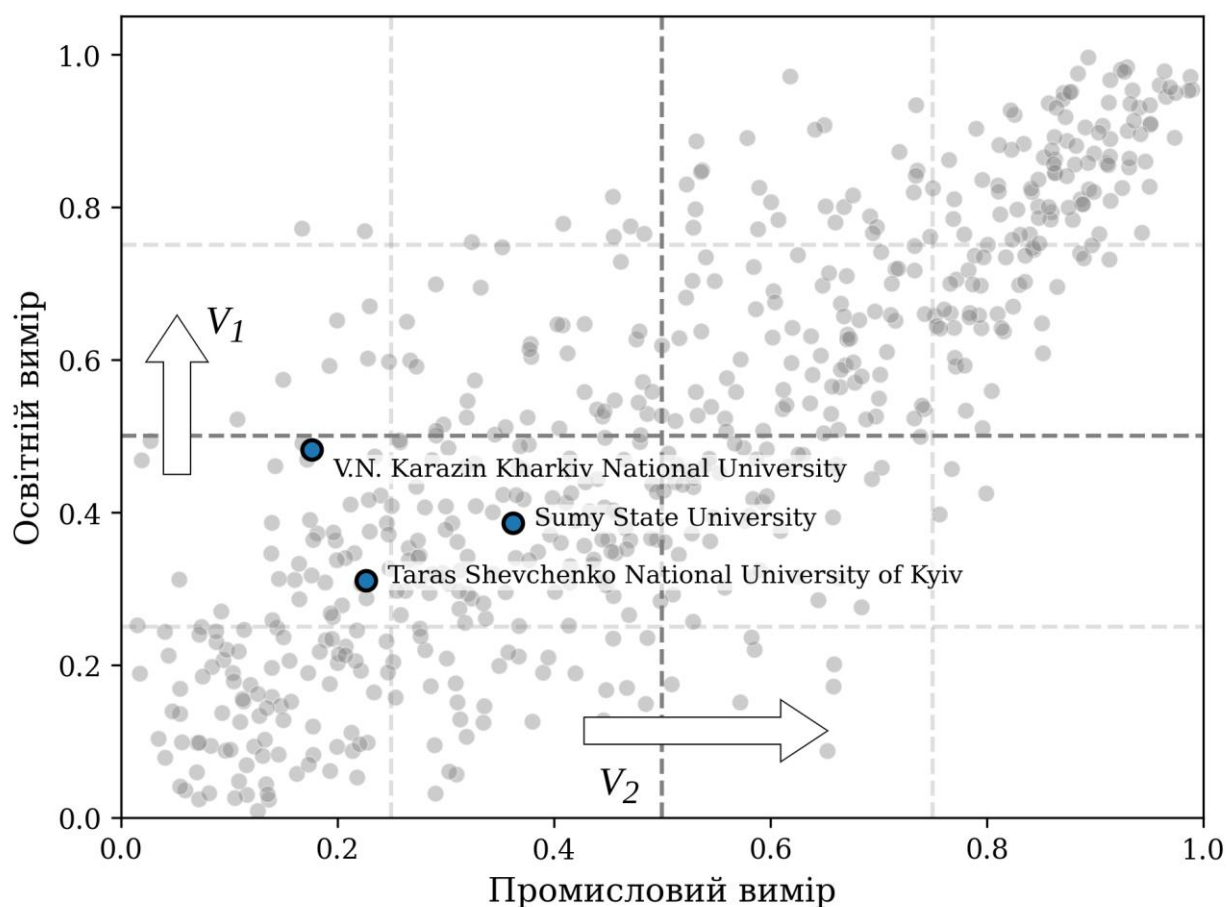


Рис. 3.11. Положення СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка на матриці освітньо-промислового позиціювання серед закладів ЄС та України та вірогідні вектори їх розвитку

Джерело: побудовано автором

З візуальної оцінки розглянутих університетів на матриці освітньо-промислового позиціювання (рис. 3.11) видно, що вони мають виразні положення в межах першого квадранта, що може братись до уваги під час формулювання стратегічних орієнтирів розвитку в умовах Індустрії 4.0.

Для СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка розглядаються два основних вектори переходу між квадрантами: з базового профілю в освітньо-орієнтований I–III (V_1) і з базового профілю в промислово-орієнтований I–II (V_2). Як зазначалось до цього, перехід із базового профілю в комплексний I–IV не розглядається, оскільки масштаб змін та ресурсні витрати є занадто високими.

Для ХНУ ім. В. Н. Каразіна пропонується вбачати цільовим вектор V_1 , оскільки університет уже має сильну позицію для подальшої розбудови свого освітнього профілю. Так, за освітнім виміром університет знаходиться на 2-му місці в Україні зі значенням 0,48, що є близьким до порогового значення переходу у квадрант освітнього профілю (III), тоді як за показником промислового виміру він займає п'яту ланку зі значенням 0,18. Крім того, орієнтація на освітній вектор дозволяє активізувати й розширити наявну ресурсну базу (репутація, зв'язки з міжнародними партнерами тощо). Для цього виносяться такі рекомендації: сприяти розвитку міжнародного партнерства для активізації залучення закордонних викладачів, зокрема тих, що мають тісні зв'язки з промисловим сектором; провести інвентаризацію освітніх програм і розробити план дій з підвищення привабливості для здобувачів освіти з-за кордону; розширити коло освітніх програм, що надаються, відповідно до актуальних тенденцій ринку праці зі включенням актуальних дисциплінарних і міждисциплінарних навичок і компетентностей; розробити стратегію диверсифікації джерел доходів за освітні послуги зі включенням альтернативних підходів до навчання і атестації (мікрокваліфікації, масові відкриті онлайн-курси, спільні освітні програми з підприємствами приватного сектора тощо); сприяти підвищенню кваліфікації й засвоєнню актуальних навичок і компетентностей серед педагогічного складу, цифрової грамотності; активніше залучати стейкхолдерів із промислового сектора при розробці навчальних програм, рамок компетентностей, методів оцінки знань; розширити матеріально-технічне забезпечення в необхідному об'ємі для підтримки нових навчальних програм і забезпечення сучасних методів викладання, що залучаються в межах концепції Освіти 4.0.

Для СумДУ, зважаючи на високе значення показника промислового виміру та активну науково-дослідницьку діяльність, у ролі пріоритетного напряму

пропонується V_2 . Серед вітчизняних закладів університет займає першу ланку за промисловим виміром зі значенням 0,36, а за освітнім виміром третю зі значенням 0,38. Отже, для переходу у квадрант II виносяться такі рекомендації: провести розбудову підсистем забезпечення науково-дослідницької і інноваційної діяльності; розробити стратегію диверсифікації джерел доходів від науково-дослідницької діяльності, валоризації результатів досліджень, комерціалізації доробок; визначити та впровадити пріоритетні напрями співпраці з приватним сектором у межах науково-дослідницької і інноваційної діяльності; заохочувати здобувачів освіти до участі в науково-дослідницькій діяльності, зокрема в межах освітнього процесу; сприяти підвищенню кваліфікації та засвоєння актуальних навичок і компетентностей серед науково-дослідницького складу; сформулювати пріоритетні напрями досліджень відповідно до світових тенденцій, зокрема в розвитку технологій Індустрії 4.0, таких як штучний інтелект і машинне навчання.

КНУ ім. Т. Шевченка знаходиться відносно близько до центру першого квадранта, значення за освітнім і промисловим виміром для університету становлять 0,31 (6 місце) і 0,23 (3 місце) відповідно. Отже, як вектор V_1 , так і вектор V_2 для нього можна вважати осяжними. У такому разі ключовим завданням є чітко сформулювати стратегічні орієнтири з урахуванням внутрішнього й зовнішнього середовища, а також місії та візії університету. Доцільним може бути проведення аудиту ресурсної бази за методом VRIO для виявлення цінних, рідких, складних в імітації ресурсів, зокрема тих, що можуть використовуватись не повною мірою, а також аудиту ланцюгів вартості відповідно до освітніх і науково-дослідницьких послуг, що надаються університетом. Результати проведеного аналізу ляжуть в основу обґрунтування конкретного вектора й рекомендацій для його досягнення.

Для трансформації навчального процесу закладів системи вищої освіти згідно з вимогами Індустрії 4.0 важливою складовою є їх освітні програми, зокрема на фоні тенденцій до платформізації економік [66; 67]. Отже, у дисертаційному дослідженні в межах аналітичного забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0 пропонується метод визначення відповідності компетентностей освітньої програми до затребуваних на ринку праці (рис. 3.12).

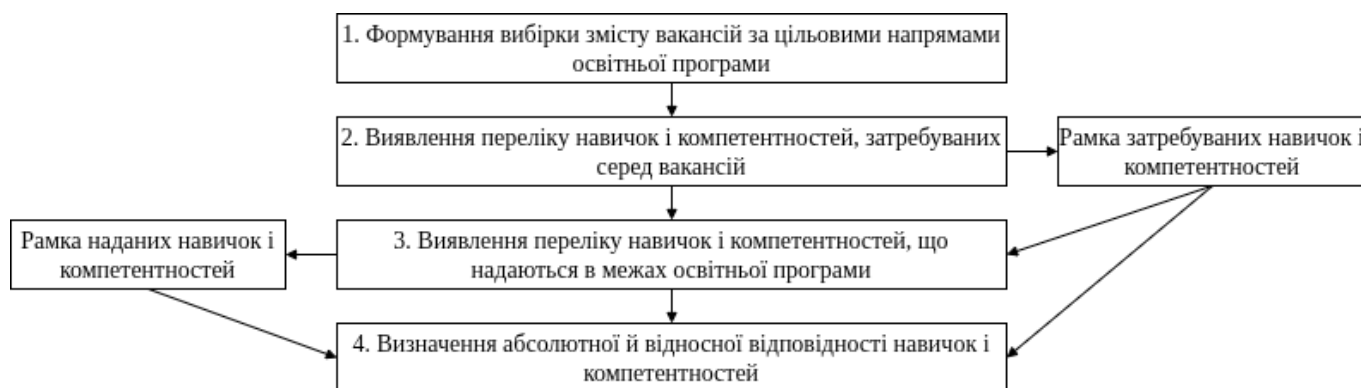


Рис. 3.12. Метод аналізу відповідності навичок і компетентностей освітньої програми затребуваним на ринку праці

Джерело: сформовано автором за матеріалами [68]

На першому етапі проводиться вибірка змісту вакансій за цільовими напрямками освітньої програми. Після цього формується перелік навичок і компетентностей, затребуваних серед відібраних вакансій. Для цього можуть використовуватись методи тематичного аналізу, обробки природної мови, кластеризації тощо. Тематичний аналіз є доцільним в межах представленого методу, оскільки дозволяє систематично опрацьовувати неструктуровані текстові дані та виявляти групи подібних ключових слів у випадках, коли конкретні формулювання можуть різнитися [69]. Після цього проводиться аналіз змісту навчальної програми, у результаті чого формується перелік навичок і компетентностей, що надаються в її межах, і визначається відповідність.

Метод також передбачає порівняння двох вибірок: цільових вакансій і освітніх програм. У цьому разі існує можливість розрахувати абсолютну Δ_i й відносну R_i відповідність компетентностей. Абсолютна відповідність визначається як різниця кількості навчальних програм, у яких включена компетентність, і кількості вакансій, у яких вона потребується. Відносна відповідність визначається як частка між цими кількостями.

У межах дослідження було сформовано рамку навичок і компетентностей Індустрії 4.0 на прикладі спеціальності «Electrical Engineering» (електротехніка). Спеціальність було обрано з міркувань її тісного зв'язку та високої релевантності для розвитку Індустрії 4.0 [70; 71]. Вибірку вакансій було виконано на основі даних

онлайн-платформи LinkedIn за пошуковим запитом «Electrical Engineer AND Industry 4.0» в Європейській економічній зоні. Було відібрано та оброблено 73 вакансії. Онлайн-платформу LinkedIn як джерело даних про ринок праці було обрано з таких міркувань [72]: наявність поточних даних і їх широта, можливість зробити вибірку, часті оновлення. Також брались до уваги освітні стандарти ABET і EUR-ACE та окреслені в науковій літературі навички й компетентності Індустрії 4.0 [73–76]. На основі цих джерел було сформовано рамку за такими групами (табл. Д.1 Додатка Д): когнітивні, міжособистісні, технічні, навички й компетентності Індустрії 4.0, знання мов.

На наступному етапі було виконано відбір освітніх програм закладів вищої освіти ЄС із бази European Higher Education Sector Observatory (EHESO) [77] за 2022 р. за такими параметрами: >1000 студентів на рівнях ISCED 5–7 за спеціальностями інженерія, виробництво, будівництво; частка студентів і випускників у STEM > 0,6. У результаті було відібрано 25 навчальних програм.

Після формування груп і кодів компетентностей (див. табл. Д.2 Додатка Д) було проведено первинну їх оцінку й порівняння. Серед освітніх програм, що увійшли до вибірки, найбільшу густоту мали такі групи: комп'ютерне програмування (92%), аналітичне мислення (88%), вбудовані системи (80%). Коди в групі міжособистісних становили 10%. Навичками та компетентностями з найбільшими розбіжностями між затребуваними й наданими є такі: самоменеджмент, комунікаційні навички, знання англійської мови, спільна робота, безперервне навчання, передача знань.

Деякі з навичок і компетентностей, що в недостатньому об'ємі присутні в планах навчальних програм, зокрема самоменеджмент, спільна робота, безперервне навчання, передача знань і т. ін., можуть вважатись такими, що засвоюються в межах навчального процесу під час виконання завдань освітньої програми, роботи в групах, виконання лабораторних робіт тощо. Множина компетентностей, цінностей, поглядів що засвоюються опосередковано, становить прихований курикулум і може включати як бажані, так і небажані [78].

Серед вибірки освітніх закладів, що було розглянуто, варто визначити ті, у яких когнітивні й міжособистісні компетентності представлені явно: Технічний

університет Ейндговена й Університет Карлсруе. У Технічному університеті Ейндговена в навчальний план здобувачів включається по одному міждисциплінарному проєкту за принципом «навчання на основі викликів» (challenge-based learning), а серед цілей навчальної програми наводиться зокрема «особистісний і професійний розвиток». Навчальна програма Університету Карлсруе включає ряд вибіркових модулів, спрямованих на розвиток міждисциплінарних компетентностей, таких як дискусійний клуб, де надаються навички критичного мислення, методи ефективної комунікації, навички проведення презентацій, передачі знань та ін.

Щоб сформулювати рекомендації для вітчизняних закладів вищої освіти, отриману рамку компетентностей було використано для оцінки складу освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», що надається на базі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту ХНУ ім. В. Н. Каразіна, як найближчу до розглянутих програм європейських закладів вищої освіти [79]. При оцінці брались до уваги такі складові: інтегральна компетентність, загальні компетентності, спеціальні (фахові, предметні) компетентності, програмні результати навчання. Окремо було виконано мапування обов'язкових компонентів програми.

За результатами мапування складу освітньо-професійної програми до навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків в умовах Індустрії 4.0 (табл. Д.3 Додатка Д) можна зробити такі висновки. Із 26 навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків в умовах Індустрії 4.0 у складі програми присутні 13 (у вигляді інтегральної компетентності, загальних, спеціальних компетентностей та програмних результатів навчання): аналітичне мислення, вирішення проблем, спільна робота, комунікаційні навички, технічне письмо, людино-машинна взаємодія, комп'ютерне програмування, аналіз даних, управління проєктами, знання стандартів і регуляцій, вбудовані системи, англійська, робоча/місцева мова (мається на увазі українська й іноземна мова на вибір аналогічно до місцевих мов закладів ЄС). З категорії технічних у програмі присутні всі навички й компетентності. Деякі присутні

за декількома кодами складових (напр., як програмний результат навчання і фахова компетентність).

Як і серед закладів ЄС, ряд навичок і компетентностей, таких як безперервне, самостійне навчання, прийняття рішень, передача знань і т. ін., до освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» у явному вигляді не включені. Можна зробити припущення, що вони повинні засвоюватись як похідна навчання, наприклад, під час роботи над дипломним проєктом, переддипломної практики або виконання завдань у групах. Водночас деякі зі включених компетентностей недостатньо чітко окреслені. Так, наприклад, спільна робота вноситься до списку загальних компетентностей (ЗК 8. Здатність працювати в команді), але не наводиться, в межах якого компонента вона засвоюється. Робототехніка виноситься в індивідуальний компонент (ОК 24. Робототехнічні системи), але як компетентність до переліку не включається. Також Інтернет речей згадується в особливостях програми, але не наводиться як компетентність чи складова освітнього компоненту.

Отже, на основі наведених результатів підсумуємо такі рекомендації для актуалізації освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» відповідно до вимог Індустрії 4.0:

- провести аудит складу програми відповідно до вимог роботодавців області та України із залученням експертів-представників промисловості;
- навести більш розгорнутий опис обов'язкових компонентів освітньо-професійної програми із чітким окресленням компетентностей і програмних результатів навчання, що надаються;
- в об'ємі, що є доцільним і осяжним, узгодити представлення змісту освітньо-професійної програми, ресурсів та компетентностей, що до неї входять з міжнародними рамками, як, наприклад, EUR-ACE;
- навести вичерпний перелік вибіркового освітніх компонентів і програм, доступних у межах освітньо-професійної програми;

- у більш явному вигляді представити когнітивні, міжособистісні та навички Індустрії 4.0 у складі обов'язкових або вибіркових компонентів освітньо-професійної програми.

Отже, трансформація навчального процесу та освітніх програм відповідно до вимог Індустрії 4.0 потребує комплексного підходу, що охоплює формування і впровадження організаційно-економічного механізму управління трансформаціями. Для розробки ефективної системи цілепокладання, від якої залежить інструментальний апарат управління трансформаціями, важливим є проведення аналізу внутрішнього й зовнішнього середовища закладу для формування стратегічних орієнтирів. На прикладі СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка продемонстровано процес вироблення рекомендацій відповідно до положення закладів на матриці освітньо-промислового позиціювання. Водночас необхідним є також врахування місії та візії закладу, оскільки осяжні вектори розвитку не завжди можуть бути такими, що є доцільними або бажаними.

3.3. Рекомендації для сприяння впровадженню технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті в Україні

Впровадження технологій Індустрії 4.0 є невід'ємною складовою трансформації вищого освітнього закладу. Однак воно має бути керованим і спиратись на потреби і стратегічні орієнтири, що формуються на основі чіткого розуміння внутрішнього та зовнішнього середовища, а також викликів, пов'язаних із ним.

Отже, у межах дослідження описується теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України відповідно до потреб Індустрії 4.0 (рис. 3.13).

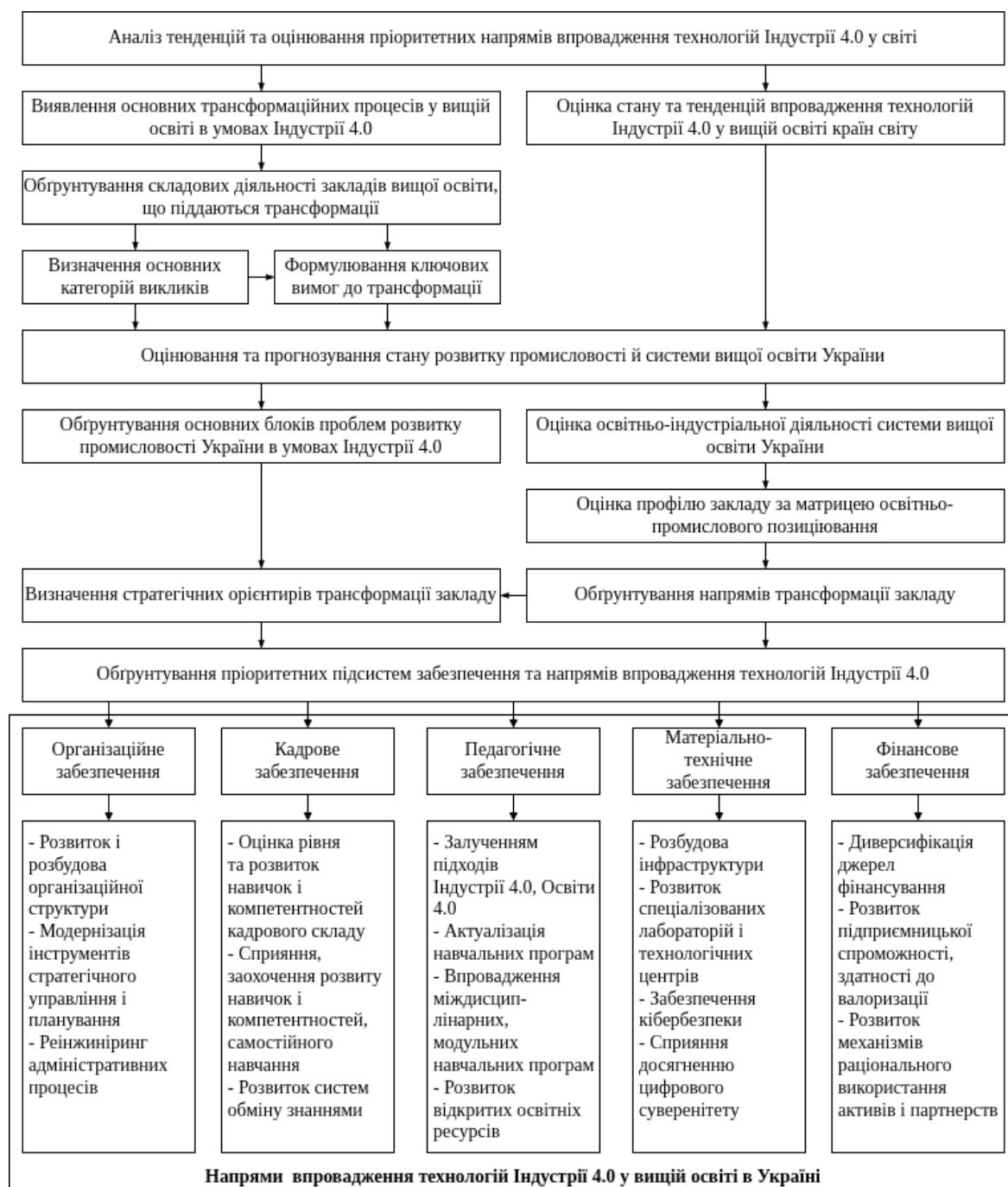


Рис. 3.13. Структурно-логічна схема теоретико-методичного підходу обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Представлений теоретико-методичний підхід передбачає розбудову підсистем організаційного, кадрового, педагогічного, матеріально-технічного та фінансового забезпечення з метою підтримки ефективної діяльності та конкурентоспроможності

закладу в середовищі Індустрії 4.0. У межах кожної підсистеми визначаються основні напрямки та завдання.

Загальну схему основних напрямів удосконалення організаційного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України наведено на рис. 3.14.

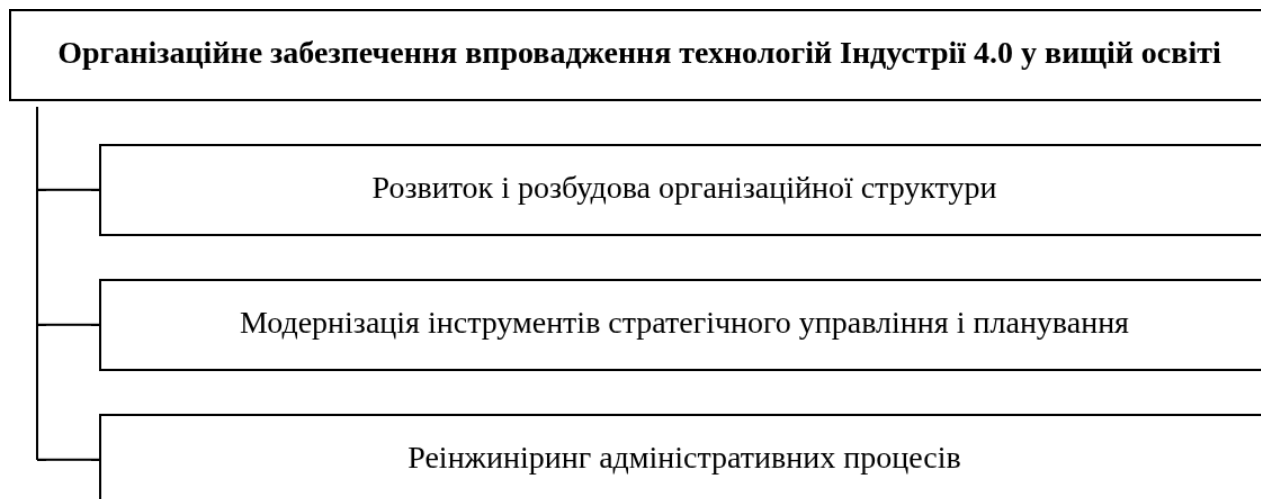


Рис. 3.14. Загальна схема основних напрямків удосконалення організаційного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Відповідно до зазначених напрямів мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- запровадити в управлінській структурі посаду керівного рівня (Chief Transformation Officer або еквівалентну), до повноважень якої входять такі: визначення пріоритетів, формування дорожньої карти трансформації, комунікація і узгодження інтересів стейкхолдерів, керування ризиками;
- сформувати структурний підрозділ управління трансформаціями (Transformation Office/Transformation Management Office або еквівалентний), до функцій якого входять такі: стандартизація інструментів і процедур; сприяння координації між структурними підрозділами; розвиток організаційної культури; формування, управління, пріоритизація, моніторинг портфоліо проектів із трансформації, узгодження його відповідно до стратегічних орієнтирів;

- сформувати ради, до яких залучатимуться експерти-представники підприємств приватного сектора, вищих освітніх закладів регіону, України та країн-партнерів, представники Міністерства освіти і науки України з метою забезпечення обміну досвідом при прийнятті рішень, визначенні стратегічних пріоритетів тощо;

- сприяти розвитку мультистейкхолдерних, партисипативних моделей управління для зведення до мінімуму директивних підходів, що можуть призводити до розриву між встановленими політиками та їх фактичним виконанням, розробки планів, що не приводяться в дію, неефективного використання ресурсів [5];

- виявляти й залучати релевантні групи стейкхолдерів на ранніх етапах планування, керуючись моделлю значущості; сприяти формуванню структурних одиниць для наділення стейкхолдерів необхідним рівнем авторитету та ресурсами; впроваджувати диверсифіковані стратегії відповідно до потреб різних груп стейкхолдерів; сприяти формуванню середовища стійкої, довгострокової довіри між стейкхолдерами [5];

- розробити та затвердити положення щодо механізмів прийняття рішень при впровадженні технологій Індустрії 4.0, що може включати процедури подання пропозицій, критерії оцінки (технічні, фінансові, педагогічні, етичні), процес схвалення тощо;

- сприяти впровадженню форсайт-практик, спрямованих на відхід від реактивної моделі управління і зайняття проактивної позиції щодо розвитку власної діяльності шляхом регулярного аналізу внутрішнього й зовнішнього середовища, тенденцій законодавства, досвіду освітніх закладів, що є лідерами за інноваційним розвитком, флуктуацій ринку праці тощо.

Загальну схему основних напрямків удосконалення кадрового забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України наведено на рис. 3.15.

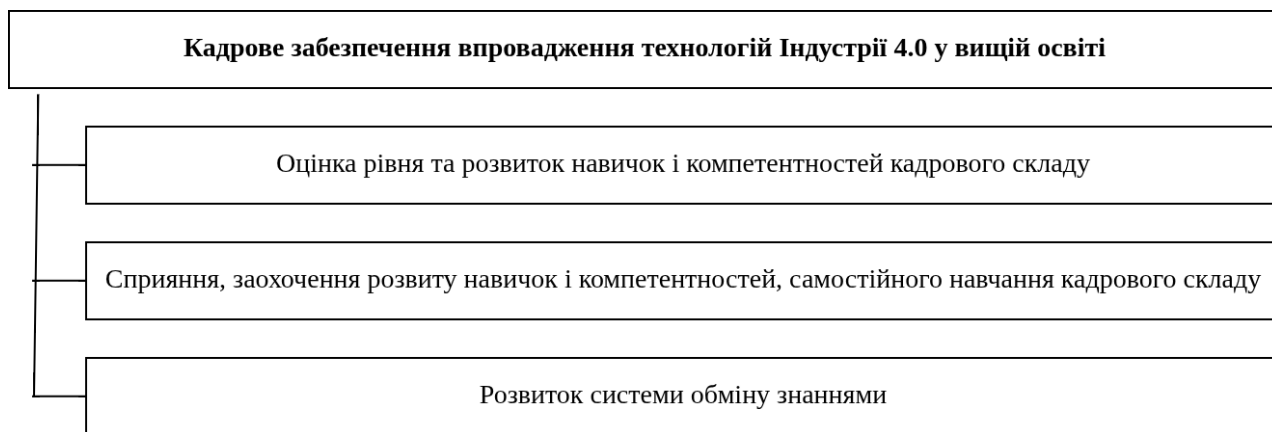


Рис. 3.15. Загальна схема основних напрямків удосконалення кадрового забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Відповідно до зазначених напрямів мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- провести аудит на основі європейської рамки DigCompEdu для визначення загального рівня володіння навичками й компетентностями, необхідними для ведення сучасної освітньої діяльності, серед викладацького складу закладу;

- розробити та запровадити внутрішні програми, тренінги, воркшопи з розвитку релевантних навичок і компетентностей для керівного, науково-педагогічного й адміністративного складу, таких як: цифрова грамотність, основи кібербезпеки та цифрової гігієни, використання цифрових технологій у роботі, робота з даними тощо; за можливості залучати до розробки представників промисловості та закладів-партнерів [80; 81];

- сприяти професійному розвитку науково-педагогічного складу шляхом заохочення до участі в програмах академічної мобільності, міжнародних проєктах, відвідування конференцій, симпозіумів тощо;

- заохочувати кадровий склад до самостійного, безперервного навчання через організацію механізмів субсидіювання витрат на навчальні матеріали (курси, книги, програмне забезпечення і т. ін.), відвідування воркшопів, майстер-класів, виділяти додаткові відпускні дні для самостійного навчання [80];

- у межах системи оцінки персоналу сформувати системи критеріїв, способів, методів та інструментів оцінювання персоналу, що містять такі фактори, як рівень володіння релевантними навичками й компетентностями, наявність сертифікатів, відвідування заходів, якість використання технологій [80];

- запровадити систему стажувань науково-педагогічного складу на підприємствах, які впроваджують технології Індустрії 4.0, для отримання практичного досвіду їх застосування, поглиблення розуміння потреб ринку праці, налагодження подальшої співпраці;

- запровадити систему візит-професорів представників промислових підприємств для ведення спеціалізованих курсів, майстер-класів, воркшопів, а також для участі в ролі менторів студентських проєктів;

- сприяти залученню кадрів, що мають досвід роботи на підприємствах, зокрема таких, які впроваджують технології Індустрії 4.0;

- сприяти формуванню культури навчання протягом життя, самостійного навчання, обміну знаннями та досвідом серед керівного, науково-педагогічного й адміністративного складу.

Загальну схему основних напрямків удосконалення педагогічного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України наведено на рис. 3.16.

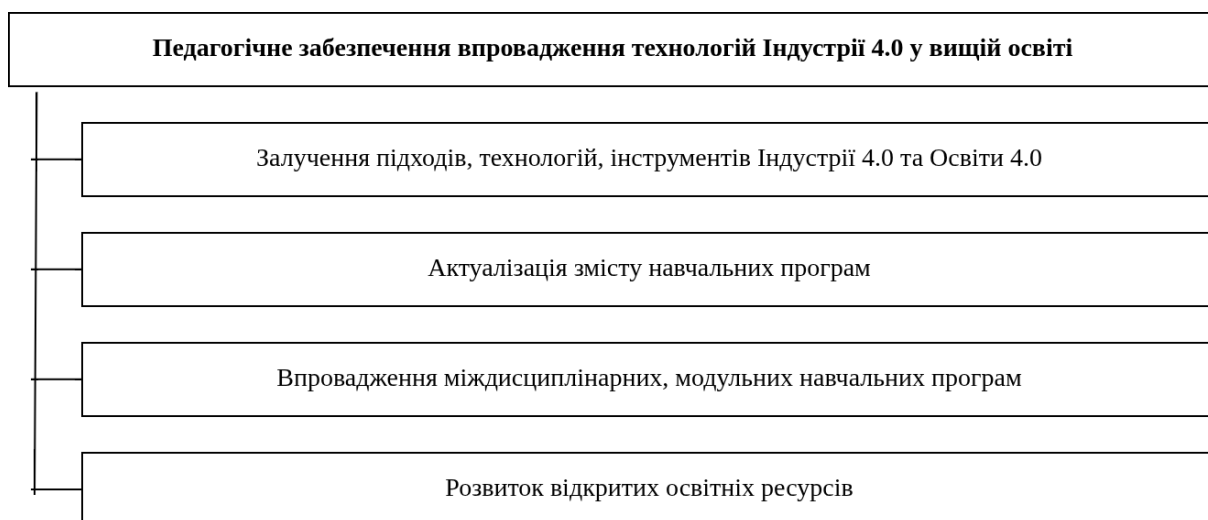


Рис. 3.16. Загальна схема основних напрямків удосконалення педагогічного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Відповідно до зазначених напрямків мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- сприяти впровадженню сучасних, прикладних, адаптивних підходів до навчання (особистісно-орієнтоване, проблемно-орієнтоване, проєктне та ін.) та оцінювання знань (кейс-стаді, підсумкові проєкти тощо), персоналізації підходів і матеріалів навчальних програм відповідно до індивідуальних потреб здобувачів знань [81];

- забезпечити регулярну актуалізацію змісту навчальних програм на основі аналізу потреб і флуктуацій ринку праці, тенденцій розвитку технологій, педагогічних підходів [81];

- сформувати групу вибірових міждисциплінарних навчальних програм, що доступні всім здобувачам, які навчаються в закладі, у межах яких надаються когнітивні та міжособистісні (критичне мислення, креативність, комунікація тощо) навички й компетентності, а також такі, що пов'язані з технологіями Індустрії 4.0 (цифрова грамотність, робота з даними, використання інструментів штучного інтелекту, кібербезпека та ін.) [80];

- забезпечити включення етичних і соціальних аспектів, засад сталого розвитку під час формування й оновлення складу освітніх програм (напр., відповідальне використання інструментів штучного інтелекту, соціальна відповідальність, цілі сталого розвитку);

- включити до переліку освітніх програм, що надаються, альтернативні, такі як модульні навчальні програми, мікрокваліфікації (microcredentials), комбіновані кваліфікації (stackable credentials), нанодипломи тощо з метою залучення більш широкого кола здобувачів знань (робітники, які потребують підвищення кваліфікації, особи, що бажають змінити професію, студенти з інших країн та ін.) [82–84];

- розробити і впровадити механізми зарахування засвоєних знань за нестандартними або неформальними видами навчання (професійний досвід, онлайн-курси, самостійне навчання, сертифікати) у процесі ліквідації академічної різниці;

- сприяти використанню високоякісних відкритих освітніх ресурсів у межах освітнього процесу та включенню їх до переліку матеріалів навчальних програм задля

розширення інформаційної бази, залучення доробок міжнародної освітньої спільноти, розвитку культури відкритої науки;

- сприяти залученню науково-педагогічного складу до створення та розповсюдження відкритих освітніх ресурсів, зокрема спільно з представниками промислового сектора та закордонними колегами; забезпечити формування DOI-кодів для відкритих освітніх ресурсів, що продукуються, для підвищення їх цитованості, видимості, поширення їх використання; за можливості включати розроблені відкриті освітні ресурси до міжнародних репозиторіїв і платформ, таких як OCW Consortium та OER Commons, для підвищення видимості вітчизняної освіти, підвищення репутації на міжнародній освітній арені, сприяння міжнародній співпраці.

Загальну схему основних напрямів удосконалення матеріально-технічного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України наведено на рис. 3.17.

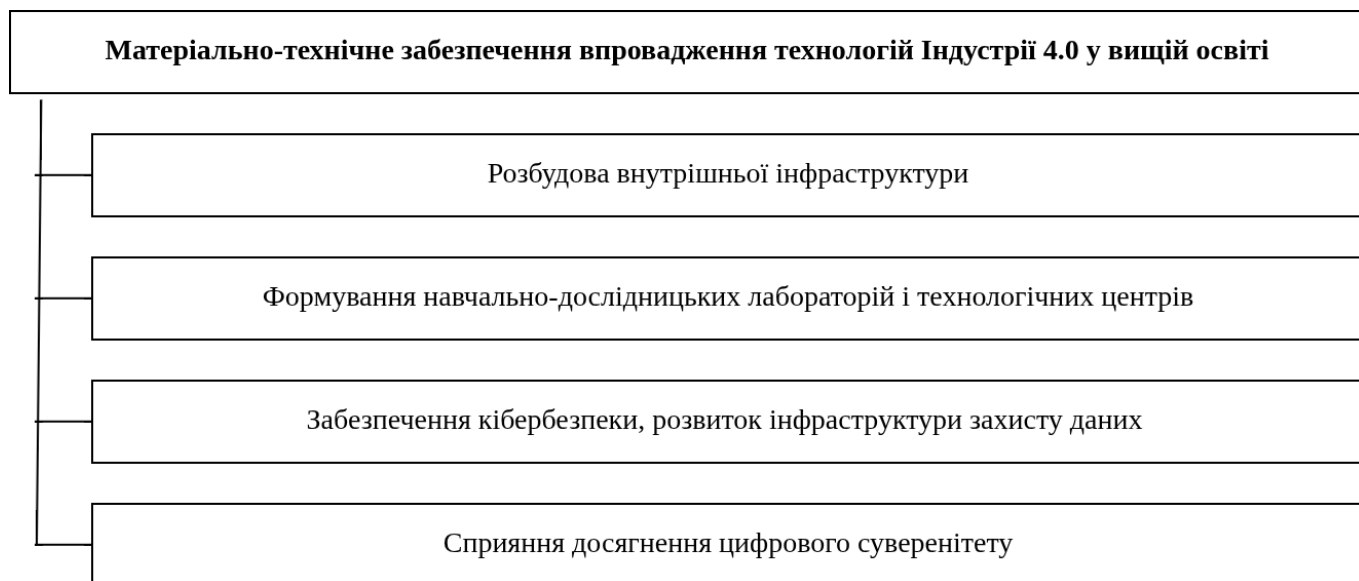


Рис. 3.17. Загальна схема основних напрямів удосконалення матеріально-технічного забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Відповідно до зазначених напрямків мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- провести аудит мережевої інфраструктури, на основі якого визначити задовільність ступеню покриття доступом до мережі Інтернет на території кампусу і, у разі необхідності, впровадити додаткові заходи з розбудови відповідної інфраструктури [81];

- забезпечити належний доступ здобувачів і науково-педагогічного складу до пристроїв (комп'ютерів, ноутбуків, планшетів тощо), необхідних для взаємодії із цифровими системами закладу, шляхом субсидіювання витрат, заключення партнерських угод із постачальниками апаратного забезпечення, введення програм тимчасового та колективного користування, програм «принеси власний пристрій» (Bring Your Own Device – BYOD);

- запровадити стратегію з розбудови мережі лабораторій, інноваційних хабів, фаблабів і т. ін., на базі яких може вестись науково-дослідницька, освітня, інноваційна діяльність із використанням технологій Індустрії 4.0 відповідно до профільного напрямку закладу та його навчальних програм, зокрема, спільно з представниками промислового сектора та підприємств, що впроваджують інновації;

- провести аудит із кібербезпеки для виявлення ризиків і розробки комплексу інженерних, криптографічних, організаційних мір із забезпечення захисту інформації (цілісність, конфіденційність, доступність), що обробляється інформаційними системами закладу, а також дотримання вимог національного та європейського законодавства щодо зберігання і обробки даних [81; 85];

- віддавати перевагу використанню програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом (операційні системи, офісні пакети, пакети для обробки даних, статистичних розрахунків та ін.); сприяти поширенню використання програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом шляхом розробки актуальної документації українською мовою, проведення тренінгів і майстер-класів, створення можливостей для залучення здобувачів освіти й кадрового складу до розробки такого програмного забезпечення і участі в міжнародних спільнотах та організаціях, таких як Free Software Foundation, Open Source Automation Development Lab, Open Education Consortium та ін.;

- сприяти досягненню цифрового суверенітету та зменшенню залежності від третіх сторін-постачальників послуг; за можливості віддавати перевагу розбудові власної інфраструктури, відмовитись або мінімізувати використання рішень за категоріями програмне забезпечення як послуга (Software as a service – SaaS), інфраструктура як послуга (Infrastructure as a service – IaaS), платформа як послуга (Platform as a service – PaaS); віддавати перевагу використанню програмного забезпечення, що спирається на відкриті стандарти (напр., OpenDocument Format), принципи *local-first*;

- розвивати культуру відповідального, комплексного бачення технологій Індустрії 4.0, визнання їх переваг і недоліків, протидії редукціоністичним поглядам на використання технологій у навчанні та роботі.

Загальну схему основних напрямків удосконалення фінансового забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України наведено на рис. 3.18.

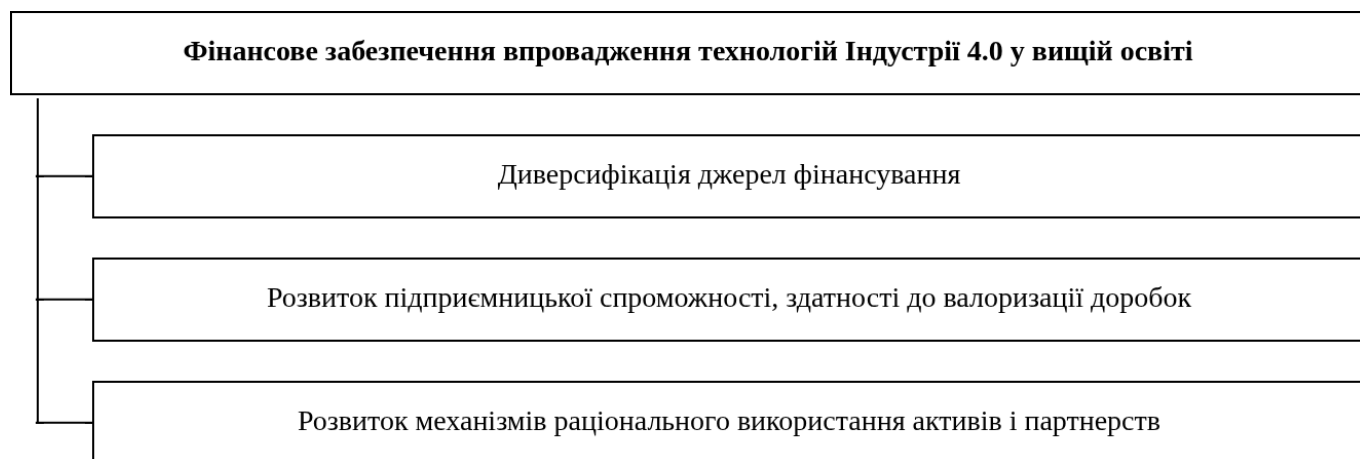


Рис. 3.18. Загальна схема основних напрямків удосконалення фінансового забезпечення впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України

Джерело: побудовано автором

Відповідно до зазначених напрямів мають бути поставлені та вирішені такі завдання:

- сформувати диференційовану систему ціноутворення на освітні послуги на основі форми навчання (очне, заочне, онлайн, змішане), виду послуги (напр., курси, воркшопи, мікрокваліфікації, нанодипломи);

- сприяти розвитку експорту освітніх послуг шляхом актуалізації складу навчальних програм, впровадженню програм, що викладаються англійською або українською та англійською мовами, отриманню акредитації навчальних програм у світових організаціях (напр., ABET, ENAEE, EFMD, AACSB), забезпеченню конкурентного ціноутворення на міжнародному ринку освітніх послуг;

- стимулювати розвиток освітніх послуг, спрямованих на комерційних клієнтів за моделлю «бізнес-бізнес» (business-to-business – B2B), таких як корпоративні курси, програми підвищення кваліфікації, тренінги;

- сформувати механізми краудфандингу й залучати кошти випускників (alumni funding) [86] для фінансування проєктів за пріоритетними напрямками;

- сприяти розбудові здатності закладу до валоризації, комерціалізації, трансферу результатів науково-дослідницької діяльності, зокрема результатів роботи аспірантів і докторантів, через центри трансферу технологій, ліцензування доробок і ноу-хау, формування спін-офів тощо;

- розробити та впровадити підходи до раціонального користування активами (приміщення, лабораторії, обчислювальні потужності, апаратне забезпечення) задля отримання додаткового прибутку через оренду, лізинг, програм спільного користування тощо;

- запровадити механізми підтримки пілотних проєктів за ключовими напрямками інноваційних досліджень закладу, виділення стартового капіталу на апробацію нових технологічних рішень до їх масштабування.

Отже, основними очікуваними результатами реалізації заходів є поліпшення складових діяльності закладу, розширення його можливостей, підвищення адаптивності, конкурентоспроможності й релевантності в умовах мінливого, висококонкурентного середовища Індустрії 4.0. Водночас реалізувати комплекс можливих напрямів трансформації повністю часто не тільки неможливо через ресурсні обмеження (матеріальні, часові, кадрові та ін.), але й, залежно від специфіки конкретного закладу, його структури, недоцільно. Через це множина дій, які можуть здійснюватися у межах певного проміжку часу, обмежена, що зумовлює необхідність обирати цю множину розсудливо, особливо в умовах тривалих, персистентних криз,

як-от такі, з якими стикається Україна внаслідок пандемії COVID-19 і військової агресії.

Тому описаний теоретико-методичний підхід спирається насамперед на розуміння факторів внутрішнього та зовнішнього середовища закладу, глобальні тенденції розвитку технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті, стан і тенденції промислового середовища, у якому він знаходиться, що дозволяє виконувати обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 відповідно до цих факторів, а також внутрішніх джерел впливу, місії та візії закладу, потреб ключових груп стейкхолдерів.

Висновки до розділу 3

У розділі було отримано такі наукові результати різного ступеня новизни.

На теоретичному рівні одержано такі наукові результати:

1. Обґрунтовано конкурентоспроможність ЗВО як динамічну здібність, що реалізується для створення сталої цінності шляхом стратегічного управління і рекомбінації ресурсів інтелектуального капіталу у виразні ключові компетенції, результатом реалізації якої є стратегічне оновлення. Трансформацію вищої освіти представлено як переривчасту рівновагу між інституційним стагісом та стратегічним оновленням, диференціюючим фактором, між якими є зміни другого порядку.

2. Узагальнено зовнішні й внутрішні фактори трансформації закладу вищої освіти. Серед зовнішніх наведено такі: державні політики та нормативно-правове регулювання; кон'юнктура ринку освітніх послуг; конкуренція; стан розвитку інноваційного середовища; умови повоєнної відбудови та безпекове середовище; тенденції демографічних показників, що може включати процеси міграції, скорочення чи збільшення демографічної бази здобувачів тощо; стан і тенденції ринку праці. Серед внутрішніх визначено такі: кадровий потенціал, зокрема відносно цифрових компетентностей, готовності до змін, демографії кадрового складу; матеріально-технічна база; репутація, імідж; наявність організаційних,

технологічних, наукових тощо ноу-хау та здатність їх використовувати; фінанси, структура доходів; склад, структура освітніх програм.

3. Узагальнено основні властивості важелів впливу (локус, модальність, цілеспрямованість, масштаб, динаміка часу, плече), що дозволило обґрунтувати перелік основних організаційно-економічних важелів впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти: організаційні (організаційна структура закладу, кадрова політика, організаційна культура, системи контролю якості, політики, управлінські структури), макроекономічні (пряма державна підтримка, податкові пільги та стимулювання, цільове фінансування, матеріальне забезпечення закладів, формування сприятливого економічного поля), мікроекономічні (матеріальна зацікавленість стейкхолдерів, формування резервних коштів, стратегії ціноутворення на освітні послуги, моделі розподілу ресурсів, механізми розподілу витрат) важелі.

На методичному рівні отримано такі основні наукові результати:

1. Проведено оцінку інноваційної екосистеми СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка, що дозволило висунути ряд рекомендацій відповідно до можливих векторів переходу між квадрантами освітньо-промислового позиціонування. Для ХНУ ім. В. Н. Каразіна запропоновано перехід до квадранта III, що становить освітньо-орієнтований профіль, наведено перелік рекомендацій для досягнення переходу. Для СумДУ запропоновано перехід до квадранта II, що становить промислово-орієнтований профіль, наведено перелік рекомендацій для його досягнення. Для КНУ ім. Т. Шевченка було виявлено відносну близькість до центру квадранта I, наведено, що обидва вектори переходу можуть бути досяжними.

2. У процесі оцінки складу освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» на базі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту ХНУ ім. В. Н. Каразіна за рамкою навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків Індустрії 4.0 удосконалено аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм вищих освітніх закладів України відповідно до вимог Індустрії 4.0.

3. На основі аналізу освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» наведено перелік рекомендацій для її трансформації відповідно до потреб Індустрії 4.0.

4. Описано теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України відповідно до потреб Індустрії 4.0, що передбачає розбудову підсистем організаційного, кадрового, педагогічного, матеріально-технічного і фінансового забезпечення. За наведеними напрямами удосконалення забезпечення сформульовано основні завдання.

На емпіричному рівні одержано такі наукові результати:

1. Аналіз складу 25 навчальних програм закладів вищої освіти Європейського Союзу за напрямом «Electrical Engineering» (електротехніка) на відповідність вимогам підприємств ЄС, діяльність яких пов'язана з Індустрією 4.0, дозволив сформувати рамку навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків в умовах Індустрії 4.0 з такими групами: когнітивні, міжособистісні, технічні, навички й компетентності Індустрії 4.0, знання мов. За результатами проведеного аналізу виявлено, що найбільшу густоту серед освітніх програм у вибірці мали коди комп'ютерне програмування (92%), аналітичне мислення (88%), вбудовані системи (80%), тоді як найнижчу густоту мала група міжособистісних.

2. Отримана рамка навичок і компетентностей дозволила провести аналіз освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», що надається на базі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту ХНУ ім. В. Н. Каразіна. За результатами аналізу виявлено, що з 26 навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків Індустрії 4.0 в складі програми присутні 13: аналітичне мислення, вирішення проблем, спільна робота, комунікаційні навички, технічне письмо, людино-машинна взаємодія, комп'ютерне програмування, аналіз даних, управління проєктами, знання стандартів і регуляцій, вбудовані системи, англійська, робоча / місцева мова.

Основні наукові результати розділу опубліковані в працях автора [5; 67; 68; 80; 82–85]

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Macdonald J. Calling a halt to mindless change: a plea for commonsense management. New York : AMACOM, 1998.
2. Hart P. F., Rodgers W. Competition, competitiveness, and competitive advantage in higher education institutions: a systematic literature review. *Studies in higher education*. 2024. Vol. 49, no. 11. P. 2153–2177. DOI: 10.1080/03075079.2023.2293926
3. Budevici-Puiu L. The necessity of change and development of the higher education institution in the age of globalisation. *Revista romaneasca pentru educatie multidimensionala*. 2020. Vol. 12, no. 1. P. 350–356. DOI: 10.18662/rrem/218
4. Гуцалюк О. М., Колодинський С. Б., Ус Г. О. Управління знаннями, конкурентоспроможністю та економічним розвитком в інноваційно-проектній діяльності освітніх закладів. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Т. 2024, № 4. С. 30–35. DOI: 10.36887/2415-8453-2024-4-4
5. Шаповал О. В. Стратегічне управління конкурентоспроможністю у закладах вищої освіти за моделлю мультистейкхолдерів. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики* : матеріали XX Міжнар. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 21 листоп. 2025 р. Харків, 2025. С. 498–501.
6. Eisenhardt K. M., Martin J. A. Dynamic capabilities: what are they?. *Strategic management journal*. 2000. Vol. 21, no. 10–11. P. 1105–1121. DOI: 10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11%3C1105::aid-smj133%3E3.0.co;2-e
7. Agarwal R., Helfat C. E. Strategic renewal of organizations. *Organization science*. 2009. Vol. 20, no. 2. P. 281–293. DOI: 10.1287/orsc.1090.0423
8. Price R. Organizational stasis: the undoing of leadership? *Review of enterprise and management studies*. 2013. Vol. 1, no. 1.

9. Khin S., Kee D. M. H. Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of manufacturing technology management*. 2022. Vol. 33, no. 3. P. 448–467. DOI: 10.1108/JMTM-03-2021-0111
10. Romanelli E., Tushman M. L. Organizational transformation as punctuated equilibrium: an empirical test. *Academy of management journal*. 1994. Vol. 37, no. 5. P. 1141–1166. DOI: 10.2307/256669
11. Janvier C. A., Van Lent W., Sydow J. Breaking organizational paths for strategic renewal: towards a dialectical perspective. *Long range planning*. 2025. Vol. 58, no. 4. P. 102560. DOI: 10.1016/j.lrp.2025.102560
12. Perini L., Carneiro J., Miller K. D. Strategic inertia and renewal: contrasting responses to market changes. *Long range planning*. 2024. Vol. 57, no. 3. DOI: 10.1016/j.lrp.2024.102441
13. Шаповал О. В. Молодий викладач як агент змін у моделі трансформацій вищого навчального закладу. *День науки : програма та матеріали*, м. Харків, 12 квіт. 2025 р. Харків, 2025. С. 146–148.
14. Coldwell D. A. L. Negative influences of the 4th industrial revolution on the workplace: towards a theoretical model of entropic citizen behavior in toxic organizations. *International journal of environmental research and public health*. 2019. Vol. 16, no. 15. DOI: 10.3390/ijerph16152670
15. Turnbull D., Chugh R., Luck J. Transitioning to E-Learning during the COVID-19 pandemic: how have higher education institutions responded to the challenge? *Education and information technologies*. 2021. Vol. 26, no. 5. P. 6401–6419. DOI: 10.1007/s10639-021-10633-w
16. Kleizen B., Verhoest K., Wynen J. Structural reform histories and perceptions of organizational autonomy: do senior managers perceive less strategic policy autonomy when faced with frequent and intense restructuring? *Public administration*. 2018. Vol. 96, no. 2. P. 349–367.
17. McKinlay J., Williamson V. Systems thinking simplified – four primary concepts. *The art of people management in libraries*. 2010. P. 93–134. DOI: 10.1016/B978-1-84334-423-0.50005-5

18. Грішнова О., Василик А. Організаційно-економічний механізм управління інтелектуалізацією трудової діяльності. *Вісник Прикарпатського університету*. 2008. № 6. С. 159–166.
19. Хоменко І. О., Волинець Л. М., Горобінська І. В. Організаційно-економічний механізм функціонування і розвитку підприємств. *Київський економічний науковий журнал*. 2023. № 1. С. 86–92. DOI: 10.32782/2786-765x/2023-1-11
20. Артеменко Л. П., Піддубна А. С. Організаційно-економічний механізм управління конкурентоспроможністю промислового підприємства. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2015. № 12. DOI: 10.20535/2307-5651.12.2015.45626
21. Губко В. Організаційно-економічний механізм управління фінансово-економічною результативністю аграрного підприємства. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2020. № 2. С. 62–66. DOI: 10.36887/2524-0455-2020-2-11
22. Миколюк А., Савіна Н. Проблеми і перспективи формування системи управління економічною безпекою закладів вищої освіти в умовах турбулентності. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Економічні науки*. 2025. Т. 1, № 109. С. 103–111. DOI: 10.31713/ve1202510
23. Власюк Т., Устік М. Вплив зовнішнього середовища на розвиток закладів вищої освіти. *Економіка та суспільство*. 2024. № 70. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-70-155
24. Гораш К. В., Боднар А. М. Особливості створення інноваційного середовища закладу вищої освіти. *Професійно-прикладні дидактики*. 2023. № 1. С. 29–34. DOI: 10.37406/2521-6449/2023-1-5
25. Раєвнева О. та ін. Фактори конкурентоспроможності закладів вищої освіти України. *Бізнес Інформ*. 2020. № 12. С. 109–116. DOI: 10.32983/2222-4459-2020-12-109-116
26. Юрчишена Л. В. Фінансове планування в університетах в умовах невизначеності. *Економіка і організація управління*. 2023. № 4. С. 82–91. DOI: 10.31558/2307-2318.2023.4.9

27. Савченко О., Побережний Р., Верютіна В. Щодо подальшого розвитку університетів та ролі освіти у підприємстві. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки)*. 2023. № 3. С. 12–16. DOI: 10.20998/2519-4461.2023.3.12
28. Жилінська Л. О. Методи та інструменти управління забезпеченням розвитку промислових підприємств. *Держава та регіони. Серія: економіка та підприємництво*. 2017. № 3 (96). С. 34–42.
29. McLucas A. C. Decision making : risk management, systems thinking and situation awareness. Canberra : Argos Press, 2003.
30. Meadows D. Leverage points-places to intervene in a system. The Sustainability Institute, 1999.
31. Abercrombie R., Boswell K., Thomasoo R. Thinking big: how to use theory of change for systems change. New Philanthropy Capital (NPC), 2018. URL: https://npproduction.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2019/01/https___www.thinknpc.org_wp-content/uploads_2018_07_NPC-Thinking-Big-report_-_FINAL.pdf
32. Meadows D. H., Wright D. Thinking in systems: a primer. White River Junction, VT : Chelsea Green Pub, 2008.
33. Fischer J., Riechers M. A leverage points perspective on sustainability. *People and nature*. 2019. Vol. 1, no. 1. P. 115–120. DOI: 10.1002/pan3.13
34. Simons R. Levers of control: how managers use innovative control systems to drive strategic renewal. Boston : Harvard Business School Press, 1995.
35. Kruis A. M., Speklé R. F., Widener S. K. The Levers of Control Framework: an exploratory analysis of balance. *Management accounting research*. 2016. Vol. 32. P. 27–44. DOI: 10.1016/j.mar.2015.12.002
36. Tessier S., Otley D. A conceptual development of Simons' Levers of Control framework. *Management accounting research*. 2012. Vol. 23, no. 3. P. 171–185. DOI: 10.1016/j.mar.2012.04.003

37. Murphy R., Jones P. Leverage analysis: a method for locating points of influence in systemic design decisions. *FormAkademisk*. 2020. Vol. 13, no. 2. DOI: 10.7577/formakademisk.3384
38. R. Turner J., M. Baker R., Romine K. Complex adaptive team systems (CATS): scaling of a team leadership development model. *Digital leadership – A new leadership style for the 21st century* / ed. by M. Franco. 2020. DOI: 10.5772/intechopen.88743
39. Bellora-Bienengräber L., Derfuss K., Endrikat J. Taking stock of research on the levers of control with meta-analytic methods: stylized facts and boundary conditions. *Accounting, organizations and society*. 2023. Vol. 106. DOI: 10.1016/j.aos.2022.101414
40. Holm C. G., Kringelum L., Anand A. Creating effective strategy implementation: a systematic review of managerial and organizational levers. *Review of managerial science*. 2025. DOI:10.1007/s11846-025-00880-3
41. Shumak L. Financial levers of development project organizations. *International conference on economics, accounting and finance : Book of abstracts*, 2 July 2020. 2020. P. 64–66.
42. Fia M., Ghasemzadeh K., Paletta A. How higher education institutions walk their talk on the 2030 agenda: a systematic literature review. *Higher education policy*. 2023. Vol. 36, no. 3. P. 599–632. DOI: 10.1057/s41307-022-00277-x
43. Winterholler D., Martin M., Hartmann A. From industry to higher education: adapting the «seven levers of digital transformation» and their applicability for the digital transformation of universities. *Proceedings of EUNIS*. 2025. P. 324–333.
44. Roos N., Guenther E. Sustainability management control systems in higher education institutions from measurement to management. *International journal of sustainability in higher education*. 2020. Vol. 21, no. 1. P. 144–160. DOI: 10.1108/IJSHE-01-2019-0030
45. Levesque J.-F., Sutherland K. What role does performance information play in securing improvement in healthcare? A conceptual framework for levers of change. *BMJ open*. 2017. Vol. 7, no. 8. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-014825
46. Кизим М., Хаустова В., Решетняк О. Організаційно-економічний механізм інтеграції освіти, науки та бізнесу: модель сучасного університету.

Проблеми економіки. 2021. Т. 4. № 50. С. 29–41. DOI: 10.32983/2222-0712-2021-4-29-41

47. Menon S., Suresh M. Factors influencing organizational agility in higher education. *Benchmarking: an international journal*. 2021. Vol. 28, no. 1. P. 307–332. DOI: 10.1108/BIJ-04-2020-0151

48. Ford M. W., Evans J. R. Models for organizational self-assessment. *Business horizons*. 2002. Vol. 45, no. 6. P. 25–32. DOI: 10.1016/S0007-6813(02)00257-4

49. Lawrence P. R., Lorsch J. W. Differentiation and integration in complex organizations. *Administrative science quarterly*. 1967. Vol. 12, no. 1. P. 1–47.

50. Hughes D., Leethongdee S., Osiri S. Using economic levers to change behaviour: the case of Thailand's universal coverage health care reforms. *Social science & medicine*. 2010. Vol. 70, no. 3. P. 447–454.

51. Битов В.П., Горбач Л.М., Котляров В.О. Економічні методи управління як головні важелі ефективного розвитку підприємства. *Економічний форум*. 2021. Т. 2, № 2. С. 55–61. DOI: 10.36910/6775-2308-8559-2021-2-7

52. Оглобліна В. О. Економічні важелі відновлення ефективних фінансово економічних результатів діяльності підприємства. *Часопис економічних реформ*. 2017. № 3. С. 66–71.

53. Дідик А. Економічні важелі впливу на діяльність підприємств: етимологічний, семантичний та типологічний аспекти. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2014. № 797. С. 440–446.

54. Hassanien M. Strategic planning in higher education, a need for innovative model. *Journal of education, society and behavioural science*. 2017. Vol. 23, no. 2. P. 1–11. DOI: 10.9734/jesbs/2017/37428

55. Eurotech universities alliance. URL: <https://eurotech-universities.eu/about-us/>

56. Samia N., Cherif A. The fourth-generation model of eindhoven university of technology (the Netherlands): recommendations for Algerian universities. *Management and development research and studies*. 2025. Vol. 14, no. 2. P. 151–170.

57. Eindhoven University of Technology. URL: <https://www.tue.nl/en/>

58. Український держ. ун-т науки і технологій. Освіта 4.0 : український світанок. 2023. URL: https://ust.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/pidvedennya-pidsumkiv-2022-2023-n.r-recovered-2023_08_30-14_00-1-3-2-final_compressed.pdf
59. Програми підвищення кваліфікації – Освітньо-науковий центр. URL: <https://notbox.vspu.edu.ua/prohramy-pidvyshchennia-kvalifikatsii/>
60. Кафедра ТДН та ЦД в ДО – Сковорода-хаб. URL: <https://sites.google.com/hnpu.edu.ua/kaf-it>
61. КПП ім. Ігоря Сікорського. URL: <https://kpi.ua>
62. СумДУ – Сумський державний університет. URL: <https://sumdu.edu.ua>
63. Elsevier B.V. Scopus – homepage. URL: <https://www.scopus.com>
64. Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. URL: <https://karazin.ua>
65. КНУ імені Тараса Шевченка. URL: <https://knu.ua/ua>
66. Боборикін А. Платформізація як наукова проблема. *Інтегровані комунікації*. 2025. № 2 (20). С. 52–63. DOI: 10.28925/2524-2652.2025.27
67. Решетняк О. І., Шаповал О. В. Модернізація навчальних програм вищих навчальних закладів в умовах економіки платформ: виклики і тенденції. *І Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток економічних систем в умовах глобалізації»*: тези доп. І міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 14–16 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 165–167.
68. Shapoval O. A market-driven assessment of Industry 4.0 competencies in EU electrical engineering curricula. 2025 *IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2025. DOI: 10.1109/KhPIWeek61436.2025.11288675
69. Riger S., Sigurvinsdottir R. Thematic analysis. *Handbook of methodological approaches to community-based research: qualitative, quantitative, and mixed methods*. 2016. P. 33–41.
70. Akyazi T. et al. Identifying future skill requirements of the job profiles for a sustainable European manufacturing Industry 4.0. *Recycling*. 2022. Vol. 7, no. 3. P. 32. DOI: 10.3390/recycling7030032

71. Quintero W. R., Maldonado J. E. N. Competencies of the engineer in Industry 4.0 context: a systematic literature review. *Production*. 2024. Vol. 34. DOI: 10.1590/0103-6513.20230051
72. Romanko O., O'Mahony M. The use of online job sites for measuring skills and labour market trends: a review. *Economic statistics centre of excellence (ESCOE) technical reports*. 2022. URL: <https://escoc-website.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2022/05/30133155/TR-19.pdf>
73. ABET Engineering Accreditation Commission. Criteria for accrediting engineering programs. URL: https://www.abet.org/wp-content/uploads/2024/11/2025-2026_EAC_Criteria.pdf
74. European Network for Accreditation of Engineering Education. EUR-ACE framework standards and guidelines. URL: <https://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2023/11/EAFSG-approved-4-Nov-2021.pdf>
75. Saniuk S., Caganova D., Saniuk A. Knowledge and skills of industrial employees and managerial staff for the Industry 4.0 implementation. *Mobile networks and applications*. 2023. Vol. 28, no. 1. P. 220–230. DOI: 10.1007/s11036-021-01788-4
76. Analysis of employees' competencies in the context of Industry 4.0 / B. Kowal et al. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 19. P. 7142. DOI: 10.3390/en15197142
77. European Commission. European higher education sector observatory. URL: <https://national-policies.eacea.ec.europa.eu/eheso>
78. What does hidden curriculum in engineering look like and how can it be explored? / I. Villanueva et al. *2018 ASEE annual conference & exposition*. Salt Lake City, Utah, 2018. P. 31234. DOI: 10.18260/1-2--31234
79. Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О. Г. Толстолузька та ін. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна. URL: <https://start.karazin.ua/programs/5/7/G7/32>
80. Шаповал О. В. Напрями трансформації вищої освіти в країнах світу в умовах індустрії 4.0. *Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи* : матеріали III міжнар. науково-практ. конф., м. Полтава, 20–21 берез. 2023 р. 2023. С. 217–219.

81. Shapoval O. The influence of Education 4.0 technologies on digital transformation of higher education institutions. *Development through research and innovation IDSC-2024* : Collection of articles, Chişinău, 23 August 2024. Chişinău, 2024. P. 131–136. DOI: 10.53486/dri2024.14
82. Shapoval O. The role of micro-credentials in bridging the skills gap between higher education and the platform economy. *The 28th international scientific conference «Competitiveness and innovation in the knowledge economy»*, Chişinău, 20–21 September 2024. Chişinău, 2025. P. 156–162. DOI: 10.53486/cike2024.14
83. Shapoval O. Managing educational processes using blockchain technology: the example of stackable micro-credentials acquisition. *Information systems for intelligent systems* / ed. by T. Ganokratana et al. Cham, 2026. Vol. 467. P. 331–341. DOI: 10.1007/978-3-032-12983-3_32
84. Шаповал О. В. Інструменти забезпечення конкурентоспроможності вищих навчальних закладів. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики*: матеріали Міжнар. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 22 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 680–683.
85. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education in Ukraine: challenges and opportunities. *Business Inform.* 2023. Vol. 10, no. 549. P. 184–190. DOI: 10.32983/2222-4459-2023-10-184-190
86. Abiola W. et al. Alumni funding, a veritable source of university funding. *Lagos business and management review*. 2022. Vol. 1, no. 1. P. 15–27.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розроблено теоретико-методичні положення і практичні рекомендації щодо управління трансформаціями системи вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0. Проведене в роботі дослідження дозволило отримати низку взаємопов'язаних результатів різного рівня новизни: методичного, теоретичного й емпіричного.

На теоретичному рівні одержано такі наукові результати:

1. Уточнено сутність понять, що характеризують трансформації у вищій освіті, що дозволило встановити взаємозв'язок між ними та провести розмежування поняття трансформації як зміни другого порядку із суміжними категоріями.

2. Обґрунтовано міждисциплінарну природу парадигми Індустрії 4.0, узагальнено основні технології, що є релевантними для дослідження: віртуальна й доповнена реальність, штучний інтелект і машинне навчання, Інтернет речей, великі дані, кіберфізичні системи, хмарні обчислення, блокчейн і розподілені реєстри.

3. Уточнено сутність поняття Освіта 4.0 в контексті четвертої промислової революції, побудовано концептуальну карту поняття Освіта 4.0 з такими компонентами: цінності, компетентності, технології Індустрії 4.0, процес навчання, інфраструктура. Представлена концептуальна карта в подальшому дозволила продемонструвати холістичну природу поняття як такого, що знаходиться на перетині сучасних технологій і «людської» складової.

4. Виходячи з розуміння сутності поняття Освіта 4.0 і визначення моделі Університету 4.0 як такого, що є тісно пов'язаним із засадами Індустрії 4.0 та відповідає її вимогам, узагальнено основні категорії викликів у трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0: стратегія, компетентності, технології, кібербезпека.

5. Проведено оцінку стану та тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу, що дозволило виявити ряд регіональних особливостей,

які витікають із властивостей нормативно-правового середовища, доступності коштів, рівня розвитку цифрової інфраструктури та соціокультурної підготовленості.

6. На основі аналізу технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті за моделлю SAMR виявлено їх високий трансформаційний потенціал на рівнях модифікації та переосмислення, а також при комплексному впровадженні.

7. Узагальнено основні причинно-наслідкові цикли, що виникають у процесі впровадження технологій Індустрії 4.0, що пов'язують впровадження технологій із працездатністю випускників, співпрацею з промисловим сектором, рівнем компетентностей персоналу та обсягом фінансування.

8. У процесі аналізу тенденцій та визначення проблем трансформаційних процесів в Україні дістало подальшого розвитку аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у промисловості України.

9. Під час оцінювання діяльності системи вищої освіти України порівняно з країнами ЄС і кандидатами з використанням індексу освітньо-індустріальної діяльності (EIA) вдосконалено інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти.

10. Під час оцінювання місця закладів вищої освіти України на матриці освітньо-індустріального позиціювання вдосконалено інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти.

11. Виходячи з бачення конкурентоспроможні ЗВО як динамічної здібності та механізму трансформації у вигляді переривчастої рівноваги між інституційним стагісом та стратегічним оновленням описано організаційно-економічний механізм управління трансформаціями у вищій освіті як сукупність організаційно-економічних важелів впливу, спрямованих на спричинення трансформаційної зміни відповідно до визначених стратегічних орієнтирів.

На методичному рівні отримано такі основні наукові результати:

1. За результатами оцінки інноваційної екосистеми СумДУ, ХНУ ім. В. Н. Каразіна та КНУ ім. Т. Шевченка запропоновано перелік рекомендацій відповідно до вірогідних векторів переходу між квадрантами освітньо-промислового позиціювання.

2. При оцінці складу освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за рамкою навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків Індустрії 4.0 удосконалено аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0.

3. Описано теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України відповідно до потреб Індустрії 4.0, що дозволило сформувати основні напрями удосконалення підсистем організаційного, кадрового, педагогічного, матеріально-технічного і фінансового забезпечення та відповідні завдання.

На емпіричному рівні одержано такі наукові результати:

1. За результатами оцінки рівня розвитку промисловості в Україні, місця України в міжнародних рейтингах, показників інноваційної діяльності промисловості України, розподілу факторів, що стримують промислове виробництво, виявлено основні блоки проблем трансформаційних процесів в Україні: обсяг і діяльність промислового сектора; обмежений рівень інноваційного потенціалу; низька сприйнятливість промислового середовища для залучення інвестицій та міжнародної співпраці; висока чутливість до негативних факторів зовнішнього середовища.

2. У результаті розрахунку індексу освітньо-індустріальної діяльності для 28 країн-членів ЄС та кандидатів за період 2010–2019 рр. Україна посіла 8-ме місце за субіндексом освітньої діяльності, 25-те місце – за субіндексом наукової діяльності, 21-ше місце – за субіндексом промислової діяльності, 25-те місце – за загальним значенням індексу. Україна увійшла до групи країн-наздоганяючих, що обумовлює необхідність розбудови інноваційного потенціалу, поглинальної здатності промисловості та поглиблення взаємодії між вищою освітою та промисловим сектором.

3. На основі дослідження 592 вищих освітніх закладів країн-членів ЄС та кандидатів виявлено, що всі 22 вітчизняних заклади у вибірці мають базовий профіль освітньо-індустріального позиціювання, що потребує розробки і впровадження стратегій підвищення конкурентоспроможності.

4. За результатами аналізу 25 навчальних програм закладів вищої освіти Європейського Союзу за напрямом «Electrical Engineering» (електротехніка) на відповідність вимогам Індустрії 4.0 сформовано рамку навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків.

5. За сформованою рамкою проведено аналіз освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту ХНУ ім. В. Н. Каразіна, що дозволило сформулювати релевантні рекомендації щодо трансформації освітньої програми відповідно до вимог Індустрії 4.0.

Отже, відповідно до поставленої мети та наукових і науково-практичних завдань у дослідженні було обґрунтовано сутність і роль системи вищої освіти в індустріальному суспільстві; узагальнено характеристики трансформаційних процесів у вищій освіті в країнах світу; визначено ключові вимоги до трансформації вищої освіти відповідно до потреб Індустрії 4.0; проведено оцінку стану й тенденцій впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті країн світу; здійснено аналіз тенденцій та визначено основні проблеми розвитку промисловості України в умовах Індустрії 4.0; проведено оцінку положення суб'єктів системи вищої освіти України в освітньо-промисловому просторі; обґрунтовано організаційні та економічні важелі впливу на трансформаційні процеси в системі вищої освіти України в умовах Індустрії 4.0; сформульовано рекомендації щодо напрямів трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України відповідно до вимог Індустрії 4.0 і розроблено рекомендації щодо сприяння впровадженню технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті в Україні.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Порівняння властивостей понять «трансформація» з суміжними

Властивість	Зміна	Реформа	Модернізація	Адаптація	Трансформація
Масштаб	Локальний, впливу піддається обмежена частина системи	Структурно-секторальний; у межах наявного фундаменту	Багатовимірний; спрямований; структурно-інституційний	Локальний, впливу піддаються механізми взаємодії системи із середовищем	Глобальний, багатовимірний, впливу піддається вся система або значна її частина
Характер	Поступовий, корективний, ціленаправлений	Ціленаправлений, плановий, нормативно-правовий	Прогресивно-оновлюючий, інноваційно-технологічний	Пристосувальний, безперервний	Радикальний, нелінійний, якісний
Часові рамки	Короткі, чіткі, спостережувані	Середньо- та довгострокові; розмежовані	Тривалі; багатоетапні	Динамічні, безперервні; від короткочасних до тривалих	Широкі, розмиті
Зворотність	Зворотна	Частково зворотна	Низька; можливі періоди консервації, стагнації	Висока, залежна від середовища	Важко піддається звертанню, може бути безповоротною
Результат	Поліпшення в рамках наявного статусу-кво	Перехід у новий стан у межах наявного ладу	Перехід до сучасного/еталонного типу	Вироблення нових форм взаємодії без зміни сутності	Метаморфоз, формування нового статусу-кво

Джерело: сформовано автором на основі [69–72]

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Структура індексу конкурентоспроможності промислової продукції (CIP)

Індекс конкурентоспроможності промислової продукції (CIP)			
Здатність виробляти й експортувати товари промисловості	Додана вартість виробництва на душу населення		
	Експорт промислової продукції на душу населення		
Поглиблення й оновлення технологій	Інтенсивність індустріалізації	Частка середньо- та високотехнологічної діяльності у загальній доданій вартості виробництва	
		Частка доданої вартості виробництва у ВВП	
	Якість промислового експорту	Частка середньо- та високотехнологічної діяльності в загальному експорті промислової продукції	
		Частка експорту промислової продукції в загальному експорті	
Вплив на світ	Частка світової доданої вартості виробництва		
	Частка у світовому експорті промислової продукції		

Джерело: сформовано автором на основі [45]

Таблиця Б.2

Місце України та інших країн світу за індексом конкурентоспроможності промислової продукції (CIP) з 2018 по 2023 рр.

Країна	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Німеччина	1	0,49	1	0,47↓	1	0,42↓	1	0,40↓	1	0,38↓	1	0,42↑
Китай	2	0,38	2	0,39↑	2	0,37↓	2	0,37	2	0,36↓	2	0,38↑
Південна Корея	3	0,38	3	0,36↓	4	0,33↓	4	0,32↓	4	0,31↓	4	0,33↑
Японія	4	0,36	4	0,35↓	5	0,31↓	6	0,30↓	7	0,28↓	8	0,30↑
США	5	0,35	5	0,35	6	0,31↓	7	0,30↓	6	0,30	5	0,32↑
Ірландія	6	0,33	6	0,34↑	3	0,35↑	3	0,34↓	3	0,35↑	3	0,34
Швейцарія	7	0,31	7	0,32↑	8	0,29↓	8	0,29	8	0,28↓	7	0,31↑

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тайвань	8	0,31	8	0,30↓	7	0,30	5	0,31↑	5	0,30↓	6	0,31↑
Сінгапур	9	0,28	9	0,26↓	9	0,25↓	9	0,25	9	0,25	9	0,25
Нідерланди	10	0,26	10	0,26↓	10	0,24↓	10	0,23↓	10	0,22↓	10	0,24↑
— // —												
Естонія	50	0,06	48	0,06	48	0,06	47	0,05↓	52	0,05	50	0,05
— // —												
Україна	70	0,04	69	0,03↓	68	0,03	69	0,03	82	0,02↓	80	0,02
— // —												
Чорногорія	128	0,01	127	0,01	128	0,01	126	0,01	128	0,01	127	0,01

Джерело: сформовано автором за матеріалами [45]

C_R – місце країни в рейтингу; C_S – значення індексу

Таблиця Б.3

Структура індексу ефективності логістики (LPI)

Складова	Мінімальне значення	Максимальне значення	Коефіцієнт*
1	2	3	4
Митний контроль – ефективність роботи митниці та управління кордонами	1 (вкрай низька)	5 (вкрай висока)	0.4105
Інфраструктура – якість торгово-транспортної інфраструктури	1 (вкрай низька)	5 (вкрай висока)	0.4133
Міжнародні перевезення – легкість організації перевезень за конкурентними цінами	1 (вкрай важко)	5 (вкрай легко)	0.3931
Компетентність – компетентність та якість логістичних послуг	1 (вкрай низька)	5 (вкрай висока)	0.4168
Оперативність – частота, з якою відправлення досягають одержувачів у заплановані або очікувані терміни доставки	1 (майже ніколи)	5 (майже завжди)	0.4133
Трекінг – можливість відстежувати та контролювати вантажі	1 (вкрай низька)	5 (вкрай висока)	0.4021

Джерело: сформовано автором на основі [46]

*Коефіцієнти наведено за 2023 р.

**Місце України та інших країн світу за індексом ефективності логістики (LPI) з
2014 по 2023 рр.**

Країна	2014		2016		2018		2023	
	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S	C _R	C _S
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Німеччина	1	4,12	1	4,23 ↑	1	4,2 ↓	3	4,1 ↓
Нідерланди	2	4,05	4	4,19 ↑	6	4,02 ↓	5	4,1 ↑
Бельгія	3	4,04	6	4,11 ↑	3	4,04 ↓	8	4,0 ↓
Велика Британія	4	4,01	8	4,07 ↑	9	3,99 ↓	19	3,7 ↓
Сінгапур	5	4,0	5	4,14 ↑	7	4,0 ↓	1	4,3 ↑
Швеція	6	3,96	3	4,2 ↑	2	4,05 ↓	7	4,0 ↓
Норвегія	7	3,96	22	3,73 ↓	21	3,7 ↓	24	3,7
Люксембург	8	3,95	2	4,22 ↑	24	3,63 ↓	27	3,6 ↓
США	9	3,92	10	3,99 ↑	14	3,89 ↓	17	3,8 ↓
Японія	10	3,91	12	3,97 ↑	5	4,03 ↑	13	3,9 ↓
Канада	12	3,86	14	3,93 ↑	20	3,73 ↓	10	4,0 ↑
Швейцарія	14	3,84	11	3,99 ↑	13	3,9 ↓	6	4,1 ↑
Гонконг	15	3,83	9	4,07 ↑	12	3,92 ↓	11	4,0 ↑
Данія	17	3,78	17	3,82 ↑	8	3,99 ↑	4	4,1 ↑
Австрія	22	3,65	7	4,1 ↑	4	4,03 ↓	9	4,0 ↓
Фінляндія	24	3,62	15	3,92 ↑	10	3,97 ↑	2	4,2 ↑
— // —								
Мексика	50	3,13	54	3,11 ↓	51	3,05 ↓	66	2,9 ↓
— // —								
Україна	61	2,98	80	2,74 ↓	66	2,83 ↑	79	2,7 ↓
— // —								
Сомалі	160	1,77	158	1,75 ↓	144	2,21 ↑	137	2,0 ↓

Джерело: сформовано автором за матеріалами [45]

C_R – місце країни в рейтингу; C_S – значення індексу

Структура індексу економічної свободи

Індекс економічної свободи	
1	2
Верховенство права	Права власності – здатність накопичувати та захищати приватну власність і капітал від неправомірної експропріації чи викрадення

1	2
	Ефективність судочинства – наскільки юридична система є ефективною і чесною в захисті прав громадян та забезпеченні дотримання законів
	Цілісність уряду – відсутність систематичної корупції у формі хабарництва, кумівства та ін. проявів у державних установах
Рівень втручання уряду	Податковий тягар – загальний рівень оподаткування як частка доходу та ВВП, який уряд стягує з фізичних осіб та підприємств
	Державні витрати – загальна сума та розмір державних витрат, які мають бути профінансовані за рахунок оподаткування та включають альтернативні витрати
	Фіскальне здоров'я – розсудливе управління бюджетними коштами, що відображається у сталих для підтримання макроекономічної стабільності рівнях дефіцитів та боргів
Ефективність регулювання	Свобода бізнесу – здатність створювати та керувати підприємствами без регуляційних тягарів чи необґрунтованого втручання зі сторони держави
	Свобода праці – здатність працівників та роботодавців вільно встановлювати умови працевлаштування без надмірного втручання зі сторони держави
Ефективність регулювання	Монетарна свобода – стабільність валюти, ринкові ціни та низький рівень інфляції, при якому не підривається купівельна спроможність
Відкритість ринку	Свобода торгівлі – відсутність тарифів, квот та інших перешкод для ведення міжнародної торгівлі
	Свобода інвестування – наявність відкритого середовища, в якому може відбуватись вільне переміщення капіталу
	Фінансова свобода – доступна та ефективна банківська система, що надає широкий спектр фінансових послуг, таких як кредитування, накопичувальні рахунки, інвестиційні послуги та ін.

Джерело: сформовано автором на основі [47]

Таблиця Б.6

**Показники України та інших країн світу за індексом економічної свободи з
2016 по 2025 рр.**

Країна	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гонконг*	88,6	89,8	90,2	90,2	89,1	—	—	—	—	—
Сінгапур	87,8	88,6	88,8	89,4	89,4	89,7	84,4	83,9	83,5	84,1
Нова Зеландія	81,6	83,7	84,2	84,4	84,1	83,9	80,6	78,9	77,8	78,1
Швейцарія	81,0	81,5	81,7	81,9	82,0	81,9	84,2	83,8	83,0	83,7
Австралія	80,3	81,0	80,9	80,9	82,6	82,4	77,7	74,8	76,2	79,3
Канада	78,0	78,5	77,7	77,7	78,2	77,9	76,6	73,7	72,4	75,5

Продовження таблиці Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чилі	77,7	76,5	75,2	75,4	76,8	75,2	74,4	71,1	71,4	73,2
Ірландія	77,3	76,7	80,4	80,5	80,9	81,4	82,0	82,0	82,6	83,1
Естонія	77,2	79,1	78,8	76,6	77,7	78,2	80,0	78,6	77,8	78,9
Велика Британія	76,4	76,4	78,0	78,9	79,3	78,4	72,7	69,9	68,6	69,3
— // —										
Хорватія	59,1	59,4	61,0	61,4	62,2	63,6	67,7	66,4	67,2	68,7
— // —										
Україна	46,8	48,1	51,9	52,3	54,9	56,2	54,1	†	†	†
— // —										
Куба	29,8	33,9	31,9	27,8	26,9	28,1	29,5	24,3	25,7	25,4

Джерело: сформовано автором за матеріалами [47]

† – загальний рейтинг не розраховувався. *З 2021 р. Гонконг було виключено з рейтингу

ДОДАТОК В

Таблиця В.1

Ранжування країн світу за субіндексом освітньої діяльності

Місце	Країна	Значення
1	Австрія	0,605105
2	Данія	0,556219
3	Фінляндія	0,548033
4	Греція	0,539604
5	Швеція	0,534487
6	Литва	0,52225
7	Німеччина	0,518329
8	Україна	0,505045
9	Словенія	0,460044
10	Хорватія	0,458958
11	Іспанія	0,432943
12	Мальта	0,430085
13	Франція	0,425342
14	Польща	0,42396
15	Ірландія	0,414829
16	Португалія	0,412383
17	Латвія	0,402169
18	Молдова	0,40183
19	Болгарія	0,39363
20	Туреччина	0,389882
21	Кіпр	0,386731
22	Румунія	0,374741
23	Чехія	0,366836
24	Словаччина	0,366754
25	Угорщина	0,351923
26	Північна Македонія	0,350891
27	Італія	0,322016
28	Грузія	0,304896

Джерело: розраховано автором

Ранжування країн світу за субіндексом наукової діяльності

Місце	Країна	Значення
1	Швеція	0,671491
2	Австрія	0,669882
3	Данія	0,658972
4	Фінляндія	0,608802
5	Німеччина	0,597991
6	Словенія	0,53156
7	Чехія	0,531549
8	Франція	0,451066
9	Ірландія	0,416856
10	Португалія	0,384005
11	Іспанія	0,381743
12	Греція	0,371634
13	Хорватія	0,306209
14	Італія	0,294736
15	Словаччина	0,284631
16	Кіпр	0,277595
17	Угорщина	0,27029
18	Польща	0,262249
19	Литва	0,253117
20	Латвія	0,235767
21	Румунія	0,232260
22	Мальта	0,225139
23	Туреччина	0,207914
24	Болгарія	0,19591
25	Україна	0,124325
26	Грузія	0,103359
27	Північна Македонія	0,097333
28	Молдова	0,06167

Джерело: розраховано автором

Ранжування країн світу за субіндексом промислової діяльності

Місце	Країна	Значення
1	Чехія	0,710501
2	Угорщина	0,62242
3	Ірландія	0,600458
4	Словаччина	0,595839
5	Німеччина	0,592823
6	Словенія	0,562834
7	Румунія	0,558082
8	Польща	0,554839
9	Мальта	0,531777
10	Австрія	0,52471
11	Болгарія	0,521558
12	Литва	0,506217
13	Франція	0,481134
14	Латвія	0,461143
15	Італія	0,456363
16	Фінляндія	0,449491
17	Швеція	0,44836
18	Хорватія	0,446558
19	Данія	0,429271
20	Португалія	0,397355
21	Україна	0,395393
22	Туреччина	0,388298
23	Кіпр	0,347414
24	Північна Македонія	0,325441
25	Іспанія	0,319001
26	Молдова	0,299284
27	Греція	0,246289
28	Грузія	0,154274

Джерело: розраховано автором

Ранжування країн світу за ЕІА

Місце	Країна	Значення
1	Австрія	0,59692
2	Німеччина	0,568515
3	Швеція	0,54392
4	Данія	0,539861
5	Фінляндія	0,531293
6	Чехія	0,51744
7	Словенія	0,51631
8	Ірландія	0,470016
9	Франція	0,451941
10	Литва	0,405987
11	Португалія	0,397746
12	Хорватія	0,397396
13	Словаччина	0,396213
14	Польща	0,395126
15	Угорщина	0,389751
16	Іспанія	0,374971
17	Мальта	0,37203
18	Греція	0,366897
19	Румунія	0,364867
20	Латвія	0,352297
21	Італія	0,351188
22	Болгарія	0,342623
23	Кіпр	0,33411
24	Туреччина	0,315738
25	Україна	0,291724
26	Північна Македонія	0,223169
27	Молдова	0,195014
28	Грузія	0,169407

Джерело: розраховано автором

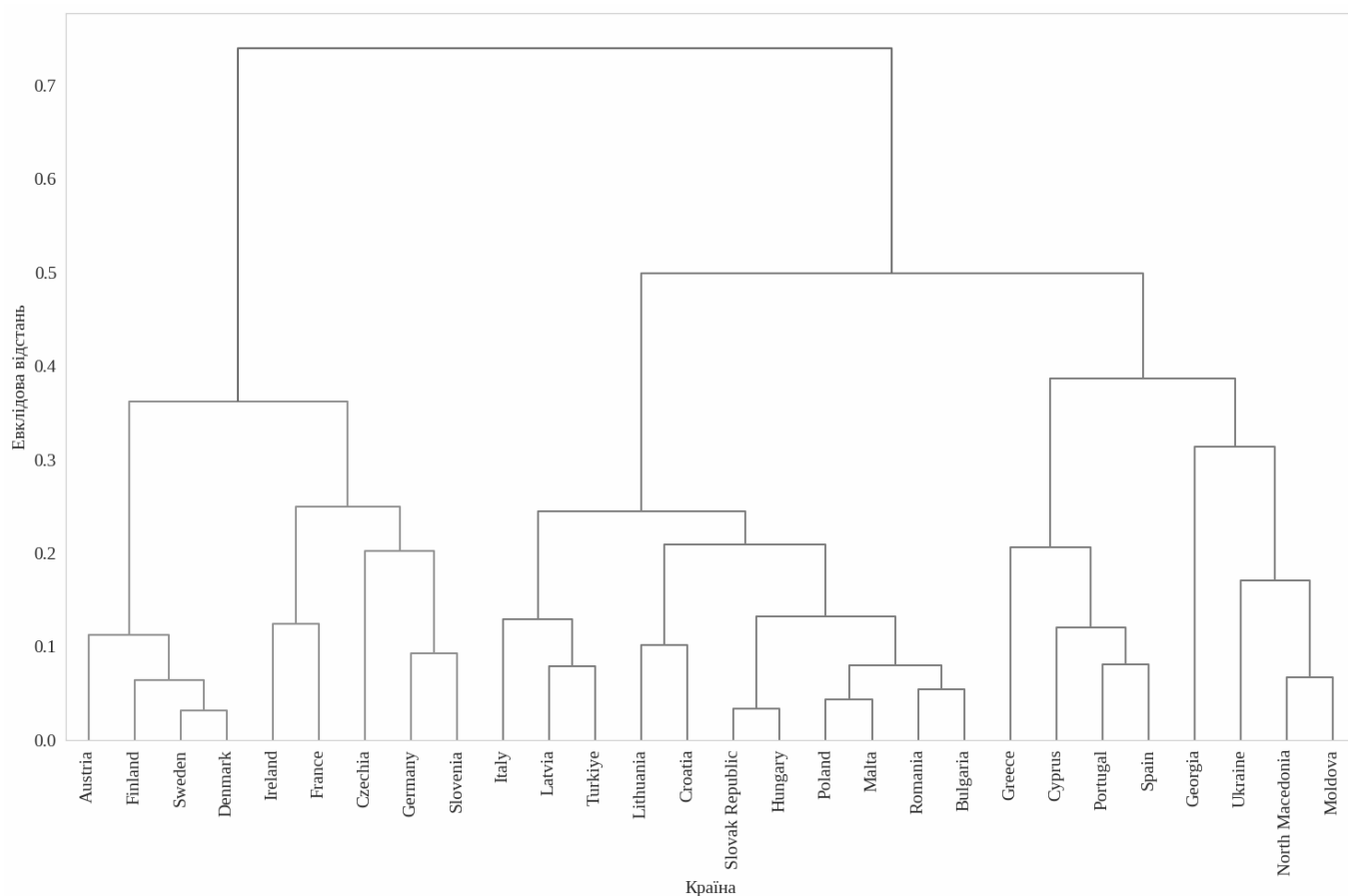


Рис. В.1. Вертикальна дендрограма ієрархічної класифікації країн ЄС та кандидатів за субіндексами

Джерело: побудовано автором

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

Метрики для розрахунку освітньо-індустріального впливу закладів вищої освіти у рейтингу THE World University Rankings 2026

Вимір	Метрика	Складові	Характеристика
Освітній вплив	Якість викладання	Викладацька репутація; Співвідношення кількості викладачів до здобувачів; Співвідношення кількості докторантів до бакалаврів; Співвідношення кількості докторів наук до наукових співробітників; Дохід закладу	Визначає стан освітнього середовища закладу, активність у підготовці науковців та його фінансову стабільність
	Міжнародне положення	Частка здобувачів освіти зі закордону; Частка викладачів зі закордону; Міжнародна співпраця	Здатність закладу залучати здобувачів освіти, докторантів та викладачів з інших країн задля забезпечення власної конкурентоспроможності в світі
Промисловий вплив	Дослідницьке середовище	Дослідницька репутація; Дохід від науково-дослідної діяльності; Продуктивність науково-дослідної діяльності	Репутація закладу у науковому полі, продуктивність науково-дослідницької діяльності та здатність до комерціалізації її результатів
	Якість досліджень	Кількість цитувань; Дослідницька потужність; Якість досліджень; Впливовість досліджень	Внесок закладу в продукування та розповсюдження нових знань та ідей, якість та вагомість результатів його науково-дослідницької діяльності
	Промисловість	Дохід від промисловості; Патенти	Здатність закладу брати участь у діяльності промислового сектора у сфері інновацій, винаходів та консалтингової діяльності

Джерело: сформовано автором за матеріалами [84]

**Результати розрахунку матриці освітньо-промислового впливу для ЗВО
України**

Назва закладу	Освітній вимір	Промисловий вимір
Bogomolets National Medical University	0,243	0,041
Dnipro University of Technology	0,057	0,163
I. Horbachevsky Ternopil National Medical University	0,375	0,230
Ivan Franko National University of Lviv	0,197	0,084
Kharkiv Aviation Institute	0,244	0,088
Kharkiv National University of Radio Electronics	0,206	0,095
Kyiv National University of Construction and Architecture	0,286	0,165
Lviv Polytechnic National University	0,175	0,193
National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya	0,493	0,028
National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute	0,312	0,054
National Technical University of Ukraine - Igor Sikorsky Kyiv	0,162	0,127
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	0,089	0,101
Odesa I.I. Mechnikov National University	0,252	0,016
Oles Honchar Dnipro National University	0,103	0,035
State University "Kyiv Aviation Institute"	0,189	0,104
Sumy State University	0,386	0,362
Taras Shevchenko National University of Kyiv	0,311	0,227
Ukrainian State University of Science and Technologies	0,136	0,055
Uzhhorod National University	0,188	0,018
V.N. Karazin Kharkiv National University	0,482	0,176
Vasyl Stefanyk Carpathian National University	0,059	0,070
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	0,139	0,048

Джерело: розраховано автором

Таблиця Г.3

Розподіл квадрантів за країнами

Квадрант	Країна	Кількість ЗВО	Частка
1	2	3	4
I	Туреччина	87	0,347
I	Польща	35	0,139
I	Іспанія	24	0,096
I	Україна	22	0,088
I	Румунія	21	0,084
I	Греція	10	0,040
I	Чехія	9	0,036

Продовження таблиці Г.3

1	2	3	4
I	Португалія	6	0,024
I	Болгарія	5	0,020
I	Угорщина	5	0,020
I	Інші	27	0,108
II	Італія	16	0,281
II	Іспанія	11	0,193
II	Туреччина	10	0,175
II	Греція	8	0,140
II	Польща	3	0,053
II	Франція	2	0,035
II	Португалія	2	0,035
II	Угорщина	1	0,018
II	Латвія	1	0,018
II	Литва	1	0,018
II	Інші	2	0,035
III	Франція	15	0,288
III	Чехія	6	0,115
III	Іспанія	5	0,096
III	Угорщина	5	0,096
III	Словаччина	5	0,096
III	Туреччина	4	0,077
III	Литва	2	0,038
III	Кіпр	1	0,019
III	Німеччина	1	0,019
III	Мальта	1	0,019
III	Інші	7	0,135
IV	Німеччина	54	0,233
IV	Італія	34	0,147
IV	Франція	28	0,121
IV	Іспанія	17	0,073
IV	Австрія	13	0,056
IV	Нідерланди	12	0,052
IV	Швеція	11	0,047
IV	Бельгія	10	0,043
IV	Фінляндія	9	0,039
IV	Туреччина	8	0,034
IV	Інші	36	0,155

Джерело: розраховано автором

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1

**Рамка навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків в умовах
Індустрії 4.0**

Група	Навички
Когнітивні	Самоменеджмент Аналітичне мислення Вирішення проблем Безперервне навчання Самостійне навчання Прийняття рішень Підприємницькі навички
Міжособистісні	Спільна робота Комунікаційні навички Передача знань Нетворкінг Лідерські навички Міжкультурні навички
Технічні	Технічне письмо Людино-машинна взаємодія Комп'ютерне програмування Аналіз даних Управління проєктами Знання стандартів і регуляцій
Навички і компетентності Індустрії 4.0	Штучний інтелект і Машинне навчання Знання технологій і концепцій Індустрії 4.0 Робототехніка Інтернет речей Вбудовані системи
Знання мов	Англійська Робоча або місцева мова

Джерело: сформовано автором за матеріалами [68–71]

Таблиця Д.2

**Групи та коди навичок і компетентностей спеціальності електротехніка
(Electrical Engineering) в Європейській економічній зоні**

Група	Коди	К-сть вакансій з кодом	Частка вакансій з кодом	К-сть програм з кодом	Частка програм з кодом	R	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8
cognitive skills	self-management	48	0,66	1	0,04	0,06	-0,62
interpersonal skills	collaborative work	58	0,79	12	0,48	0,6	-0,31
language skills	English	53	0,73	11	0,44	0,61	-0,29

1	2	3	4	5	6	7	8
interpersonal skills	communication	53	0,73	12	0,48	0,66	-0,25
cognitive skills	continuous learning	16	0,22	0	0	0	-0,22
interpersonal skills	knowledge transfer	16	0,22	1	0,04	0,18	-0,18
language skills	work-specific	33	0,45	9	0,36	0,8	-0,09
interpersonal skills	intercultural skills	8	0,11	1	0,04	0,37	-0,07
cognitive skills	self-directed learning	15	0,21	4	0,16	0,78	-0,05
Industry 4.0	Industry 4.0	27	0,37	8	0,32	0,87	-0,05
interpersonal skills	leadership	12	0,16	3	0,12	0,73	-0,04
technical skills	technical writing	41	0,56	14	0,56	1	0
technical skills	human-machine	35	0,48	14	0,56	1,17	0,08
cognitive skills	problem-solving	28	0,38	12	0,48	1,25	0,1
cognitive skills	decision-making	4	0,05	5	0,2	3,65	0,15
Industry 4.0	IoT	7	0,1	8	0,32	3,34	0,22
technical skills	data analysis	15	0,21	11	0,44	2,14	0,23
Industry 4.0	embedded systems	41	0,56	20	0,8	1,42	0,24
technical skills	cybersecurity	2	0,03	7	0,28	10,22	0,25
Industry 4.0	robotics	8	0,11	11	0,44	4,02	0,33
Industry 4.0	Artificial Intelligence	6	0,08	11	0,44	5,35	0,36
cognitive skills	analytical thinking	34	0,47	22	0,88	1,89	0,41
technical skills	project management	11	0,15	16	0,64	4,25	0,49
technical skills	software programming	25	0,34	23	0,92	2,69	0,58

Джерело: розраховано автором

Таблиця Д.3

Мапування складу програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» до навичок і компетентностей спеціалістів-електротехніків

Група	Навички	Код	Компоненти програми
1	2	3	4
Когнітивні навички	Самоменеджмент	—	—
	Аналітичне мислення	ІК, ПРН 3, ПРН 6, ФК 4	ОК 11, ОК 18, ОК 22
	Вирішення проблем	ІК	—
	Безперервне навчання	—	—
	Самостійне навчання	—	—
	Прийняття рішень	—	—
	Підприємницькі навички	—	—
Міжособистісні навички	Спільна робота	ЗК 8	—
	Комунікаційні навички	ЗК 2	ОК 12
	Передача знань	—	—
	Нетворкінг	—	—
	Лідерські навички	—	—
	Міжкультурні навички	—	—

Продовження таблиці Д.3

1	2	3	4
Технічні навички	Технічне письмо	ПРН 11	–
	Людино-машинна взаємодія	ПРН 9	ОК 24
	Комп'ютерне програмування	ПРН 3, ПРН 10, ФК 9	ОК 11, ОК 15, ОК 20, ОК 29
	Аналіз даних	ЗК 5, ПРН 9	–
	Управління проектами	ПРН 11	ОК 12
	Знання стандартів і регуляцій	ПРН 13, ФК 8, ФК 10	–
Навички Індустрії 4.0	Штучний інтелект і Машинне навчання	–	ОК 25
	Знання технологій і концепцій Індустрії 4.0	–	–
	Робототехніка	–	ОК 24
	Інтернет речей	–	–
	Вбудовані системи	ПРН 10, ФК 7	ОК 17, ОК 19
Знання мов	Англійська	ПРН 15, ЗК 3	ОК 1
	Робоча або місцева мова	ПРН 15, ЗК 2, ЗК 3	–

Джерело: сформовано автором за матеріалами [74]

ПРН – Програмні результати навчання; ІК – Інтегральна компетентність; ЗК – Загальні компетентності; ФК – Спеціальні (фахові, предметні) компетентності; ОК – обов'язковий компонент

ДОДАТОК Е

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації в закордонних виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

1. Shapoval O. Managing educational processes using blockchain technology: the example of stackable micro-credentials acquisition. *Information systems for intelligent systems* / ed. by T. Ganokratanaa et al. Cham, 2026. Vol. 467. P. 331–341. (Scopus) (0,7 ум. друк. арк.)

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-032-12983-3_32

Посилання: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-032-12983-3_32

2. Shapoval O. Perspectives of using artificial intelligence as an automated knowledge assessment instrument. *Journal of educational technology development and exchange*. 2025. Vol. 18, no. 4. P. 169–196. (Scopus) (2,3 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.18785/jetde.1804.08>

Посилання: <https://aquila.usm.edu/jetde/vol18/iss4/8/>

3. Shapoval O. A market-driven assessment of Industry 4.0 competencies in EU electrical engineering curricula. *2025 IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2025. (Scopus) (0,7 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.1109/KhPIWeek61436.2025.11288675>

Посилання: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11288675>

Публікації в наукових виданнях України, що входять до переліку фахових видань:

4. Шаповал О. В. Роль системи вищої освіти в інноваційному розвитку промислового середовища країн світу та України. *Економіка та суспільство*. 2026. № 83. (Фахове видання, категорія «Б») (0,9 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-83-123>

Посилання: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/7511>

5. Шаповал О. В. Інструментарій стратегічного позиціювання суб'єктів системи вищої освіти в умовах промислової інтеграції. *Економіка та суспільство*. 2025. № 72. (Фахове видання, категорія «Б») (0,9 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-89>

Посилання: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5716>

6. Shapoval O. V. Assessing the Innovative dynamics of Ukraine's industrial sector in the context of crisis processes. *Business Inform*. 2025. No. 3. P. 129–137. (Фахове видання, категорія «Б») (1,1 ум. друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-3-129-137>

Посилання: https://www.business-inform.net/article/?year=2025&abstract=2025_3_0_129_137

7. Решетняк О. І., Шаповал О. В. Технології Education 4.0 та їх роль у трансформації навчального процесу вищих навчальних закладів. *Ефективна економіка*. 2024. № 7. (Фахове видання, категорія «Б») (2,5/1,1 ум. друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.25>

Посилання: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/4201>

8. Shapoval O. V. Managing transformations in higher education in Ukraine: challenges and opportunities. *Business Inform*. 2023. Vol. 10, no. 549. P. 184–190. (Фахове видання, категорія «Б») (0,8 ум. друк. арк.)

DOI: <http://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-184-190>

Посилання: https://www.business-inform.net/article/?year=2023&abstract=2023_10_0_184_190



ОСВІТА – ІНТЕЛІГЕНТНІСТЬ – КУЛЬТУРА

**ПРИВАТНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
ХАРКІВСЬКИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«НАРОДНА УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ»**

ПЗВО ХГУ «НУА»

Україна, 61000, м. Харків, вул. Майка Йогансена, 27
тел. (057) 714-20-07, факс (057) 714-92-62
e-mail: rector@nua.kharkov.ua

2 червня 2026 р. № 2-а

**Довідка
про використання результатів дисертаційної роботи
на тему: «Управління трансформаціями в вищій освіті України
в умовах Індустрії 4.0»
Шаповала Олексія Валерійовича
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
«Менеджмент»**

У межах діяльності Харківського гуманітарного університету «Народна українська академія» використовуються такі наукові результати, що були отримані в ході дисертаційного дослідження:

- теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України;
- інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти;
- аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України.

Представлені підходи та інструменти застосовано при розробці рекомендацій, направлених на актуалізацію складу освітніх програм, і визначення пріоритетів розвитку НУА у відповідності до сучасних реалій навколишнього середовища.

Результати є обґрунтованими і мають високу прикладну цінність для вищих навчальних закладів як Харківського регіону, так і України.

**проректор з науково-дослідницької роботи
Харківського гуманітарного університету
«Народна українська академія»
к.е.н., доцент**



О.А. Іванова



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, тел. +38 057 341-27-12
E-mail: univer@karazin.ua, сайт: <https://karazin.ua/>, код згідно з ЄДРПОУ 02071205

30.06.2016 № 0201/1486
на № _____

До разової спеціалізованої вченої ради
Науково-дослідного центру індустріальних
проблем розвитку НАН України

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Шаповала Олексія Валерійовича

**на тему: «Управління трансформаціями в вищій освіті України
в умовах Індустрії 4.0»**

в освітній процес ННІ «Каразінський інститут міжнародних відносин та туристичного
бізнесу» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

ННІ «Каразінський інститут міжнародних відносин та туристичного бізнесу» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна підтверджує, що результати і пропозиції, представлені в дисертаційному дослідженні, а саме такі:

- інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти;
- теоретико-методичний підхід до обґрунтування напрямів впровадження технологій Індустрії 4.0 у вищій освіті України;
- рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України у відповідності до вимог Індустрії 4.0,

використовуються ННІ «Каразінським інститутом міжнародних відносин та туристичного бізнесу» Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна для визначення конкурентних переваг на ринку освітніх послуг і підвищення ефективності управлінських рішень щодо розвитку портфоліо проєктів, удосконалення системи управління освітньою діяльністю, а також оновлення освітніх програм відповідно до сучасних вимог цифрової трансформації та концепції Індустрії 4.0.

Зважаючи на високу практичну цінність запропонованих розробок, їх використання є доцільним і безсумнівно сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних закладів вищої освіти.

Проректор з науково-педагогічної роботи
Харківського національного
університету імені В.Н. Каразіна

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

Директор ННІ «Каразінський
інститут міжнародних відносин
та туристичного бізнесу»

Микола ПИСАРЕВСЬКИЙ

02071205



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, тел.: +38(057) 707-66-00, факс: +38(057) 707-66-01
E-mail: omsroot@kpi.kharkov.ua

08.04.2022 № 66-04/46
На № _____

До разової спеціалізованої вченої ради
Науково-дослідного центру індустріальних
проблем розвитку НАН України

ДОВІДКА

про використання результатів дисертаційної роботи
на тему: «Управління трансформаціями в вищій освіті України
в умовах Індустрії 4.0»

Шаповала Олексія Валерійовича
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
«Менеджмент»

У навчальному процесі й управлінській практиці Навчально-наукового інституту економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу НТУ «ХПІ» було використано такі теоретичні та практичні результати дисертаційного дослідження: аналітичне забезпечення трансформації освітніх програм ЗВО України, рекомендації до трансформації навчального процесу та освітніх програм ЗВО України у відповідності до вимог Індустрії 4.0, інструментарій стратегічного позиціонування суб'єктів системи вищої освіти.

Представлені автором результати та рекомендації використовувались при перегляді компонентів освітніх програм «Міжнародний бізнес», «Проектний менеджмент», «Менеджмент організацій і адміністрування» і переліку компетентностей у їх складі, а також для вироблення комплексу дій, направлених на поглиблення відносин Навчально-наукового інституту економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу НТУ «ХПІ» з підприємствами приватного сектору регіону.

Практична цінність висвітлених у дисертаційному дослідженні результатів, рекомендацій, положень заслуговує схвальної оцінки, а впровадження їх у межах діяльності вищих освітніх закладів України є доцільним.

Перший проректор НТУ «ХПІ»
д.т.н., проф.

Руслан МИГУЩЕНКО

Директор Навчально-наукового інституту
економіки, менеджменту та
міжнародного бізнесу, к.е.н., доц.

Тарас ДАНЬКО



Українська асоціація
з розвитку менеджменту
та бізнес-освіти



До разової спеціалізованої вченої ради
Науково-дослідного центру індустріальних
проблем розвитку НАН України

Довідка
про використання результатів дисертаційної роботи
на тему: «Управління трансформаціями в вищій освіті України
в умовах Індустрії 4.0»
Шаповала Олексія Валерійовича
на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю «Менеджмент»

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена необхідністю адаптації системи вищої освіти України до викликів Індустрії 4.0, що супроводжується стрімким розвитком цифрових технологій, автоматизації, штучного інтелекту та нових вимог до компетентностей випускників. Ефективне управління трансформаційними процесами у закладах вищої освіти є важливою передумовою підвищення їх конкурентоспроможності, посилення взаємодії з роботодавцями та забезпечення відповідності освітніх програм потребам сучасної економіки.

Для Української асоціації з розвитку менеджменту та бізнес-освіти (УАРМБО) результати дослідження є особливо актуальними, оскільки відповідають її місії щодо інтеграції зусиль освітніх установ та сфери бізнесу для впровадження в Україні сучасних ефективних навчальних і управлінських технологій. Запропоновані в дисертації підходи сприяють реалізації функцій УАРМБО як платформи професійного спілкування та підвищення кваліфікації викладачів і адміністраторів університетів, а також як ефективного комунікатора між роботодавцями та сферою вищої освіти.

У діяльності Української асоціації з розвитку менеджменту та бізнес-освіти використовуються такі результати дисертаційного дослідження:

- аналітичне забезпечення визначення проблем трансформаційних процесів у

02002, м. Київ, вул. Є. Сверстюка, 11, к. 605, тел. +38 050 819 81 83,

E-mail: uamdbbe@krok.edu.ua, www.uamdbbe.org.ua

Українська асоціація
з розвитку менеджменту
та бізнес-освіти



промисловості України, що застосовується для обґрунтування пріоритетних напрямів співпраці між підприємствами та закладами вищої освіти, формування рекомендацій щодо оновлення змісту освітніх програм і розвитку практикоорієнтованої підготовки фахівців;

- інструментарій оцінки діяльності системи вищої освіти, який використовується в межах експертно-аналітичної діяльності УАРМБО для оцінювання ефективності трансформаційних змін у закладах вищої освіти, визначення рівня їх готовності до впровадження цифрових та управлінських інновацій, а також підготовки рекомендацій щодо підвищення якості освітньої діяльності.

Зазначені розробки впроваджуються в межах діяльності УАРМБО, спрямованої на розвиток партнерства між бізнесом і закладами вищої освіти; впровадження сучасних навчальних та управлінських технологій; підвищення кваліфікації викладачів і управлінського персоналу університетів; експертне обґрунтування напрямів модернізації вищої освіти відповідно до потреб ринку праці та розвитку вітчизняної промисловості.

Очікується, що подальше використання результатів дисертаційної роботи сприятиме підвищенню конкурентоспроможності закладів вищої освіти України, посиленню інтеграції освіти, науки та бізнесу, а також формуванню ефективних механізмів управління трансформаціями у вищій освіті в умовах Індустрії 4.0.

Директор УАРМБО

14.04.2026р 503-41



Л.П. Горохова