

1.9. Development of digital competence of teachers of vocational education institutions in the mechanical engineering industry: challenges and prospects of Industry 5.0

Mykola Pryhodii, Andrii Hurzhii, Liliia Luparenko

Розвиток цифрової компетентності викладачів закладів професійної освіти машинобудівної галузі: виклики та перспективи Індустрії 5.0

Микола Пригодій, Андрій Гуржій, Лілія Лупаренко

Вступ. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімкою цифровізацією, що охоплює всі сфери людської діяльності, включаючи освіту та промисловість (UNESCO, 2024). У контексті професійної освіти машинобудівної галузі цифрова компетентність викладачів набуває особливої ваги, адже саме педагоги формують професійні навички майбутніх фахівців, які працюватимуть у технологічно складних умовах Індустрії 5.0 (European Commission, 2021). Ця нова промислова парадигма передбачає синергію між людиною, штучним інтелектом і кіберфізичними системами, що вимагає від освітян не лише знань у своїй предметній галузі, а й уміння працювати з цифровими інструментами, аналізувати великі обсяги даних, адаптувати освітній процес до швидкозмінних технологічних реалій (World Economic Forum, 2025).

Одним із ключових викликів є недостатній рівень цифрової грамотності педагогів, що ускладнює підготовку фахівців, здатних відповідати вимогам сучасного ринку праці (OECD, 2023). Дослідження показують, що значна частина викладачів закладів професійної освіти стикається з труднощами у використанні сучасних цифрових технологій через брак системної підготовки та обмежений доступ до актуальних навчальних ресурсів (Redecker, 2017). Це створює розрив між потребами індустрії та можливостями освітньої системи, що знижує конкурентоспроможність випускників. Наприклад, у звіті Європейської комісії щодо цифрової освіти підкреслюється, що лише

39% педагогів у країнах ЄС відчувають себе впевнено у використанні цифрових технологій для навчання. Це свідчить про глобальний характер проблеми (United Nations, n.d.).

Індустрія 5.0 акцентує увагу на персоналізації, екологічності та людино-центричному підході до виробництва, що вимагає від викладачів не лише технічних знань, а й розвитку м'яких навичок, таких як критичне мислення, командна робота та здатність до безперервного навчання (McKinsey & Company, 2021). У машинобудівній галузі ці вимоги посилюються через складність технологічних процесів, що включають автоматизацію, робототехніку та використання Інтернету речей (Leigmo, 2024). Відсутність належного рівня цифрової компетентності у викладачів може призвести до застарілих методик навчання, що не відповідають реаліям сучасного виробництва.

Національні стратегії розвитку освіти в Україні, зокрема *Концепція розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації*, підкреслюють необхідність підвищення цифрових навичок педагогів для забезпечення конкурентоспроможності країни (Кабінет Міністрів України, 2021). Проте, попри ці ініціативи, практична реалізація залишається обмеженою через брак фінансування, недостатню інфраструктуру та низьку мотивацію педагогів до професійного розвитку в цифровій сфері. У машинобудівній галузі, що є однією з ключових для економіки України, ці проблеми набувають особливої гостроти, адже галузь потребує фахівців, здатних працювати з інноваційними технологіями, такими як адитивне виробництво чи цифрові двійники (Крисоватий та ін., 2024).

Ще одним аспектом актуальності є вплив глобальних трендів, таких як зелена економіка та сталий розвиток, які також формують нові вимоги до підготовки фахівців. Викладачі мають не лише оволодіти цифровими інструментами, а й інтегрувати принципи екологічної відповідальності у

освітній процес, що є важливим для Індустрії 5.0 (McKinsey & Company, 2021). Таким чином, розвиток цифрової компетентності викладачів є невід’ємною умовою модернізації професійної освіти та забезпечення її відповідності викликам сучасності.

Мета дослідження – визначення рівня розвитку цифрової компетентності викладачів закладів професійної освіти машинобудівної галузі у контексті перспектив підготовки фахівців для Індустрії 5.0.

У процесі дослідження цифрової компетентності викладачів закладів професійної освіти машинобудівної галузі було застосовано комплекс взаємопов’язаних *методів*. Теоретичні методи включали аналіз наукових джерел, нормативно-правової бази, стратегічних документів щодо цифровізації освіти та розвитку Індустрії 5.0. З метою визначення актуальних вимог до цифрових компетентностей було проведено експертне опитування представників академічної спільноти, науковців, роботодавців та практиків.

Емпіричні методи передбачали анкетування викладачів професійної освіти, що дозволило визначити рівень їхньої обізнаності та практичного володіння ключовими компонентами цифрової компетентності. Для інтерпретації результатів анкетування були використані методи кількісного аналізу, зокрема статистичне узагальнення даних у відсотковому співвідношенні.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Індустрія 5.0 – це нова парадигма розвитку промисловості, що акцентує увагу на гармонійній співпраці між людиною та технологіями, поєднуючи сильні сторони людської креативності, інтуїції та високотехнологічних систем, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT) та робототехніка. На відміну від Індустрії 4.0, що зосереджувалася на автоматизації та цифровізації, Індустрія 5.0 ставить у пріоритет людину, прагнучи до створення стійкого, етичного та соціально відповідального виробництва. Згідно з доповіддю

Європейської Комісії, Індустрія 5.0 передбачає три ключові принципи: орієнтація на людину, сталість та адаптивність (European Commission, 2021).

Для викладачів закладів професійної (професійно-технічної) освіти (далі – ЗП(ПТ)О) підготовка робітників для Індустрії 5.0 вимагає глибокого розуміння нових технологій, міждисциплінарного підходу та розвитку м'яких навичок. Викладачі мають стати не лише трансляторами знань, а й фасилітаторами, які допомагають здобувачам професійної освіти адаптуватися до швидкозмінного промислового середовища. У цьому контексті сучасний викладач ЗП(ПТ)О повинен володіти широким спектром компетентностей, що охоплюють технічні, педагогічні та соціально-емоційні та організаційні компетентності.

Індустрія 5.0 активно використовує передові технології, такі як штучний інтелект, машинне навчання, колаборативні роботи, доповнена реальність (AR) та великі дані. Викладачам необхідно мати базові знання про принципи роботи цих технологій, щоб навчати здобувачів професійної освіти їх практичного застосування.

Наприклад, колаборативні роботи, які працюють пліч-о-пліч з людиною, вимагають від робітників навичок налаштування, програмування та безпечної взаємодії. Викладачі повинні бути здатними пояснити принципи роботи таких систем та організувати практичні заняття з їх використання.

Згідно з дослідженням Всесвітнього економічного форуму, до 2030 року 65% робочих місць вимагатимуть навичок роботи з цифровими технологіями (World Economic Forum, 2025). Викладачі ЗП(ПТ)О мають знати основи програмування (наприклад, Python для автоматизації чи C++ для роботи з робототехнікою), а також уміти працювати з програмним забезпеченням для управління виробничими процесами, такими як ERP-системи чи SCADA.

Індустрія 5.0 об'єднує різні галузі – від інженерії до дизайну та соціальних наук. Викладачі повинні мати міждисциплінарні знання, щоб готувати фахівців, які зможуть працювати на межі кількох дисциплін.

Наприклад, робітник у сфері Індустрії 5.0 може одночасно виконувати задачі з програмування IoT-пристроїв, аналізу даних та взаємодії з клієнтами. Викладачам потрібно включати в навчальні програми елементи крос-дисциплінарного навчання, такі як проєктно-орієнтовані завдання, що поєднують технічні та соціальні аспекти.

Технології швидко змінюються, тому викладачі повинні постійно оновлювати свої знання. Це включає ознайомлення з новими платформами для цифрового виробництва, такими як Siemens MindSphere чи Microsoft Azure IoT, а також використання симуляторів та віртуальних лабораторій для навчання.

Наприклад, платформи доповненої реальності, такі як HoloLens, дозволяють створювати інтерактивні навчальні середовища, де здобувачі професійної освіти можуть практикувати складання обладнання або діагностику несправностей.

Індустрія 5.0 підкреслює важливість унікального внеску кожної людини у виробничий процес. Викладачі ЗП(ПТ)О повинні вміти адаптувати навчальні програми до індивідуальних потреб здобувачів професійної освіти, враховуючи їхній рівень підготовки, інтереси та стиль навчання. Це може включати використання адаптивних навчальних платформ, таких як Moodle чи Canvas, що дозволяють створювати персоналізовані навчальні траєкторії.

Для підготовки робітників до реальних викликів Індустрії 5.0 викладачі мають активно використовувати проєктно-орієнтоване навчання (European Commission, 2025).

Наприклад, здобувачі професійної освіти можуть працювати над проєктом зі створення прототипу IoT-пристрою для оптимізації виробництва, що дозволить їм розвинути як технічні, так і командні навички. Викладачі повинні вміти розробляти такі проєкти, координувати групову роботу та оцінювати результати.

Сучасні викладачі мають бути компетентними у використанні цифрових технологій для навчання. Це включає створення інтерактивних презентацій, використання платформ для віртуальних класів (Zoom, Microsoft Teams, Google Classroom) та інтеграцію симуляторів у освітній процес.

Наприклад, програмне забезпечення, таке як Autodesk Fusion 360, може використовуватися для навчання здобувачів освіти основам цифрового дизайну та виробництва.

Індустрія 5.0 вимагає від робітників не лише технічних знань, а й розвинених м'яких навичок, таких як критичне мислення, комунікація, співпраця та вирішення проблем. Викладачі ЗП(ПТ)О повинні створювати умови для розвитку цих навичок через групові проекти, дебати або рольові ігри.

Наприклад, симуляція виробничої ситуації, де здобувачі професійної освіти мають домовитися про розподіл ресурсів, може допомогти розвинути навички переговорів та командної роботи.

Викладачі повинні демонструвати високий рівень емоційного інтелекту, щоб мотивувати здобувачів освіти та створювати позитивне навчальне середовище. Це особливо важливо в умовах швидких змін, коли здобувачі освіти можуть відчувати тривогу через невизначеність на ринку праці. Викладачі мають бути здатними розпізнавати емоційний стан здобувачів, надавати підтримку та допомагати їм розвивати впевненість у своїх силах.

Індустрія 5.0 акцентує увагу на сталому розвитку та етичних аспектах виробництва. Викладачі повинні навчати здобувачів професійної освіти принципам «зеленої» економіки, енергоефективності та відповідального використання ресурсів.

Наприклад, під час вивчення технологій 3D-друку викладач може підкреслити важливість використання біорозкладних матеріалів. Крім того, викладачі мають прищеплювати здобувачам професійної освіти розуміння

етичних питань, пов'язаних із використанням штучного інтелекту, таких як захист даних чи уникнення упередженості в алгоритмах.

Для підготовки робітників, які відповідатимуть вимогам Індустрії 5.0, викладачі ЗП(ПТ)О повинні активно співпрацювати з місцевими підприємствами. Це дозволяє отримувати актуальну інформацію про потреби ринку праці, залучати експертів до освітнього процесу та організовувати стажування для здобувачів професійної освіти.

Наприклад, партнерство з компанією, що використовує станки з ЧПУ, може дати змогу здобувачам освіти працювати з реальним обладнанням під час навчання.

Індустрія 5.0 вимагає від викладачів гнучкості та готовності до змін. Вони мають бути здатними швидко адаптувати навчальні програми до нових технологій чи стандартів.

Наприклад, якщо на ринку з'являються нові системи автоматизації, викладач повинен оперативно включити їх у навчальний план, організувавши відповідні тренінги чи курси.

Сучасний викладач ЗП(ПТ)О має бути готовий до безперервного навчання. Це включає участь у професійних тренінгах, вебінарах, конференціях та програмах підвищення кваліфікації.

Наприклад, платформи, такі як Coursera чи edX, пропонують курси з новітніх технологій, що можуть бути корисними для викладачів. Крім того, викладачі мають брати участь у професійних спільнотах, щоб обмінюватися досвідом та кращими практиками.

Отже, компетентності викладача в умовах Індустрії 5.0 охоплюють широкий спектр навичок і знань, що відображають трансформацію сучасної професійної освіти. Вони класифікуються за кількома ключовими напрямками (Табл. 1). Така системна класифікація дозволяє цілісно представити компетентнісний портрет викладача ЗП(ПТ)О як ключового провідника змін у

напрямку підготовки фахівців машинобудівної галузі, здатних ефективно діяти в умовах людино-центричної, інноваційної та стало розвиненої економіки.

Таблиця 1

Компетентності викладача (в умовах Індустрії 5.0)

Компетентність	Структура / модуль компетентності	Конкретизовані знання, уміння, навички	Компонент цифрової компетентності
Технічна (спрямована на розуміння, використання та викладання новітніх технологій)	Розуміння технологій Індустрії 5.0	Штучний інтелект, машинне навчання	☑
		Коботи (співпраця людина – машина)	☑
		Доповнена/віртуальна реальність	☑
		Великі дані та аналітика	☑
		Програмування (Python, C++)	☑
		ERP, SCADA-системи	☑
	Адаптація до нових інструментів	Ознайомлення з хмарними платформами (Siemens MindSphere, Azure IoT)	☑
		Робота з симуляторами, AR/VR (HoloLens, VRLabs)	☑
		Цифрове виробництво, CAD/CAM-системи (Autodesk Fusion 360)	☑
	Міждисциплінарний підхід	Інтеграція технічних, дизайнерських, гуманітарних і бізнес-компетентностей	
		Проекти на перетині сфер: IoT, UX, соціальна інженерія	☑
Педагогічна (спрямована на оновлення підходів до навчання, використання цифрових та проєктних методик)	Індивідуалізоване навчання	Адаптивні траєкторії навчання	☑
		Використання LMS-платформ (Moodle, Canvas)	☑
	Проєктно-орієнтоване навчання	Реальні кейси, командна робота, міждисциплінарні проєкти (через цифрові інструменти)	☑
		Наставництво та фасилітація	
	Використання цифрових інструментів у навчанні	Віртуальні класи (Zoom, Teams)	☑
		Інтерактивні презентації, відеоуроки	☑
		Освітні симулятори та VR	☑

Таблиця 1 (закінчення)

Компетентність	Структура / модуль компетентності	Конкретизовані знання, уміння, навички	Компонент цифрової компетентності
Соціально-емоційна (спрямована на розвиток "м'яких навичок" та підтримку здобувачів освіти у динамічному середовищі)	Розвиток м'яких навичок у здобувачів освіти	Критичне мислення, співпраця, комунікація	
		Рольові ігри, симуляції, групові завдання	
	Емоційний інтелект викладача	Емпатія, підтримка, мотивація	
		Побудова позитивного освітнього середовища	
	Етична та соціальна відповідальність	Принципи сталого розвитку	
		Етичне використання технологій (AI, Big Data)	☑
		Питання безпеки даних, інклюзивність	☑
Організаційна (спрямована на ефективне управління освітнім процесом та взаємодію з зовнішніми партнерами)	Співпраця з бізнесом	Комунікація з підприємствами (зокрема цифрова комунікація)	☑
		Залучення фахівців, організація стажувань	
		Розробка програм у співпраці з ринком праці	
	Управління змінами	Адаптація навчального контенту до нових тенденцій (зокрема застосування цифрових інструментів)	☑
		Впровадження інновацій	
	Постійне професійне вдосконалення	Участь у тренінгах, курсах (Coursera, edX, Prometheus)	☑
		Членство в професійних спільнотах	
		Публікації, участь у конференціях	

У межах дослідницької ініціативи, спрямованої на оновлення професійних стандартів у контексті цифровізації освіти та трансформації індустрії, була створена експертна група, до складу якої увійшли представники наукової спільноти, галузевих закладів професійної освіти та роботодавців машинобудівної галузі. В результаті спільної роботи визначено ключові компоненти цифрової компетентності викладачів закладів професійної освіти, що відповідають викликам та перспективам Індустрії 5.0 (див. Табл. 1). Серед

них – технічна обізнаність щодо технологій штучного інтелекту, машинного навчання, доповненої та віртуальної реальності, використання коботів, ERP- і SCADA-систем; педагогічна майстерність у застосуванні цифрових інструментів, віртуальних платформ, адаптивного та проєктно-орієнтованого навчання; а також організаційна здатність до інтеграції цифрових рішень у співпраці з бізнесом, участі в професійних спільнотах і постійному розвитку цифрової культури. Окрему увагу приділено питанням етики цифрової взаємодії, безпеки даних та інклюзивності.

З метою визначення рівня сформованості цифрової компетентності викладачів закладів професійної (професійно-технічної) освіти машинобудівної галузі було організовано поетапну процедуру перевірки, що передбачала як кількісну, так і якісну оцінку володіння ключовими компонентами цифрових навичок. До процесу оцінювання було залучено фахівців у галузі цифрових технологій, представників адміністрацій закладів освіти та незалежних експертів.

Перевірка здійснювалася за допомогою комплексного інструментарію, що включав анкетування, практичні кейси, самооцінку та співбесіди. У рамках анкетування викладачі оцінювали свій рівень володіння цифровими інструментами за трьома рівнями: низький, середній і високий. Практичні кейси були спрямовані на виявлення здатності викладачів інтегрувати цифрові технології у освітній процес, моделювати ситуації з використанням інструментів Industry 5.0, працювати з LMS, віртуальними середовищами, симуляторами та сервісами для спільної роботи.

Особлива увага приділялася здатності викладачів до міждисциплінарної інтеграції, адаптації до інноваційних змін і впровадження цифрових рішень у професійну діяльність. Результати перевірки стали основою для визначення потреб у підвищенні кваліфікації та планування персоналізованих програм професійного розвитку (Табл. 2).

Таблиця 2

Статистика результатів опитування викладачів закладів професійної освіти машинобудівної галузі щодо рівня володіння окремими компонентами цифрової компетентності

Компонент цифрової компетентності	Рівень		
	Низький	Середній	Високий
Штучний інтелект, машинне навчання	45%	40%	15%
Коботи (співпраця людина–машина)	50%	35%	15%
Доповнена/віртуальна реальність	40%	45%	15%
Великі дані та аналітика	42%	43%	15%
Програмування (Python, C++)	48%	37%	15%
ERP, SCADA-системи	55%	30%	15%
Ознайомлення з хмарними платформами (Siemens MindSphere, Azure IoT)	52%	35%	13%
Робота з симуляторами, AR/VR (HoloLens, VRLabs)	40%	45%	15%
Цифрове виробництво, CAD/CAM-системи (Autodesk Fusion 360)	38%	47%	15%
Проекти на перетині сфер: IoT, UX, соціальна інженерія	35%	50%	15%
Адаптивні траєкторії навчання	30%	50%	20%
Використання LMS-платформ (Moodle, Canvas)	20%	45%	35%
Реальні кейси, командна робота, міждисциплінарні проекти (через цифрові інструменти)	25%	50%	25%
Віртуальні класи (Zoom, Teams)	10%	40%	50%
Інтерактивні презентації, відеоуроки	10%	35%	55%
Освітні симулятори та VR	35%	45%	20%
Етичне використання технологій (AI, Big Data)	28%	50%	22%
Питання безпеки даних, інклюзивність	30%	48%	22%
Комунікація з підприємствами (зокрема цифрова комунікація)	18%	47%	35%
Адаптація навчального контенту до нових тенденцій	20%	45%	35%
Участь у тренінгах, курсах (Coursera, edX, Prometheus)	15%	40%	45%

Висновок. Проведене дослідження засвідчило, що формування цифрової компетентності викладачів закладів професійної освіти машинобудівної галузі є необхідною умовою для якісної підготовки здобувачів освіти в умовах переходу до Індустрії 5.0. Аналіз результатів опитування виявив нерівномірність рівнів володіння окремими цифровими компонентами: відносно високий рівень спостерігається щодо базових цифрових інструментів (LMS, відеозв'язок, презентації), тоді як володіння новітніми технологіями (AI, великі дані, хмарні

платформи, SCADA-системи) залишається на середньому або низькому рівні. Це свідчить про потребу у цільовому підвищенні кваліфікації викладачів, особливо в напрямі інтеграції новітніх цифрових рішень у освітній процес. Розроблення адаптивних програм професійного розвитку з урахуванням індивідуального рівня цифрової компетентності стане ключовим чинником для успішної цифрової трансформації професійної освіти.

Література

Кабінет Міністрів України. (2021). *Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації.* Розпорядження № 167-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text>.

Крисоватий, А. І., Десятнюк, О. М., & Птащенко, О. В. (Ред.). (2024). *Цифрова економіка.* Західноукраїнський національний університет. <https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/53208/1/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf>.

European Commission. (2020). Digital Education Action Plan (2021-2027). <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.

European Commission. (2021, January 5). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Directorate-General for Research and Innovation. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/industry-50-towards-sustainable-human-centric-and-resilient-european-industry_en.

European Commission. (2025, April 9). Project Based Learning (PBL): Making Real-Based Teaching a Success in Your Class. <https://school-education.ec.europa.eu/en/learn/courses/project-based-learning-pbl-making-real-based-teaching-success-your-class>.

Leirmo, T. L. (2024). Digital twins for Industry 5.0: Unlocking the human potential. *Procedia CIRP*, 130, 761-766. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.10.161>.

McKinsey & Company. (2021). IoT value set to accelerate through 2030: Where and how to capture it. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/internet-of-things/our-insights/pl-pl>.

OECD. (2023). Teacher digital competences: Formal approaches to their development. In OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>.

Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu (Y. Punie, Ed.). EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>.

UNESCO. (2024, September 17). What you need to know about digital learning and transformation of education. <https://www.unesco.org/en/digital-education/need-know?hub=84636>.

United Nations. (n.d.). Sustainable Development Goals. <https://sdgs.un.org/goals>.

World Economic Forum. (2025, January 7). *The Future of Jobs Report 2025*. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf.