

3.14. РОЗВИТОК КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕДАГОГА ЗАКЛАДУ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

DEVELOPMENT OF THE COMPETENCE OF A TEACHER OF A VOCATIONAL EDUCATION INSTITUTION IN THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE SKILLED WORKERS IN THE MECHANICAL ENGINEERING

Микола Пригодій

доктор педагогічних наук, професор,
заступник директора з наукової роботи
Інституту професійної освіти

НАПН України,

<https://orcid.org/0000-0001-5351-0002>

prygodii@ukr.net

Андрій Гуржій

доктор технічних наук, професор, дійсний
член (академік) НАПН України, головний
науковий співробітник лабораторії
електронних навчальних ресурсів
Інституту професійної освіти

НАПН України,

<https://orcid.org/0000-0001-6923-0830>

a.m.hurzhi@gmail.com

Mykola Pryhodii

Doctor of Sciences in Education, Professor,
Deputy Director for Research of the
Institute of Vocational Education of the
NAES of Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0001-5351-0002>

prygodii@ukr.net

Andrii Hurzhii

Doctor of Technical Sciences, Professor, Full
Member (Academician) NAES of Ukraine,
Chief Researcher of the Laboratory of
Electronic Educational Resources of the
Institute of Vocational Education of the
NAES of Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0001-6923-0830>

a.m.hurzhi@gmail.com

Розглядається розвиток цифрових навичок педагогів професійної (професійно-технічної) освіти в контексті підготовки кваліфікованих робітників для машинобудівної галузі. Наголошується на важливості інтеграції цифрових технологій в освітній процес для забезпечення ефективної підготовки здобувачів професійної освіти до вимог сучасного машинобудівного виробництва. Зазначено, що постійний професійний розвиток викладачів та впровадження новітніх технологій є ключовими для успішного навчання.

The development of digital competences of teachers of vocational education and training in the context of training skilled workers for the engineering industry is considered. The importance of integrating digital technologies into the educational process to ensure effective training of vocational education students to the requirements of modern engineering production is emphasized. It is noted that the continuous professional development of teachers and the introduction of the latest technologies are key to successful learning.

Ключові слова: професійна освіта, цифрові технології, П(ПТ)О, цифрові навички, цифрова компетентність, педагоги закладів П(ПТ)О.

Keywords: vocational education, digital technologies, VET, digital skills, digital competence, teachers of VET institutions.

Розвиток компетентності викладачів професійної освіти у використанні цифрових технологій має вирішальне значення для підготовки майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі. Така необхідність зумовлена швидким технологічним прогресом та зростаючою цифровізацією промислових процесів, які докорінно змінили специфіку соціально-виробничих відносин у машинобудівному секторі економіки.

Машинобудівна галузь значною мірою залежить від передових технологій, таких як автоматизоване проєктування (САПР), системи числового програмного керування (ЧПК), робототехніка та автоматизація. Ці технології є невід'ємною частиною сучасних виробничих процесів, а їхнє успішне застосування вимагає кваліфікованих працівників, які досконало володіють цифровими інструментами.⁷²⁹

Викладач закладу П(ПТ)О, який добре обізнаний з цифровими технологіями, може ефективно навчити здобувачів освіти користуватися цими інструментами, подолавши розрив між теоретичними знаннями та практичним застосуванням. Це гарантує, що майбутні кваліфіковані робітники будуть готовими до роботи в галузі та відповідати вимогам технологічного робочого місця.

Сформована цифрова грамотність викладачів закладів П(ПТ)О дозволяє їм впроваджувати більш ефективні та цікаві методики навчання. Цифрові інструменти можуть сприяти інтерактивному навчанню, наприклад, за допомогою симуляцій і віртуальних лабораторій можна сформувати практичний досвід використання дороговартісного обладнання чи матеріалів, що особливо корисно в машинобудівній галузі.⁷³⁰

Інтегруючи цифрові технології в свій освітній процес, викладачі закладів П(ПТ)О можуть покращити результати навчання здобувачів освіти, вдосконалити їхні навички розв'язання проблем та сприяти інноваціям. Такий підхід не лише готує кваліфікованих робітників до діяльності на сучасному ринку праці, а й озброює їх навичками адаптації до майбутніх технологічних змін у зв'язку з цифровою трансформацією галузі машинобудування.

⁷²⁹ Соколова, Л. В., & Стойка, О. В. (2019). Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку за умов незбалансованої економіки. *Ефективна економіка*, 11, 1–8. http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2019/7.pdf

⁷³⁰ Гуржій, А. М., & Пригодій, М. А. (2024). Аналіз ринку віртуальних навчальних лабораторій. У *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації* (с. 327–331): матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р.). ТДАТУ. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741807>

Уміння користуватися цифровими технологіями все частіше стає ключовим компонентом професійної компетентності для всіх секторів, включаючи освіту. Викладачі, які володіють цифровими інструментами, можуть постійно оновлювати свої знання, мати доступ до широкого спектра ресурсів і співпрацювати з іншими освітянами та професіоналами галузі. Це сприяє навчанню впродовж усього життя та забезпечує підґрунтя для професійного самовдосконалення. У контексті машинобудівної галузі, де технології швидко розвиваються, бути в курсі останніх подій є важливою вимогою до викладача для забезпечення відповідного рівня підготовки майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі.⁷³¹

Інтеграція цифрових технологій у професійну освіту сприяє розвитку цифрової компетентності робочої сили, що має важливе значення для конкурентоспроможності машинобудівної галузі України. У міру того, як промисловість у всьому світі переходить до Індустрії 4.0, що характеризується автоматизацією, обміном даними та «розумним» виробництвом, зростає потреба в працівниках, які можуть експлуатувати та обслуговувати складні цифрові системи.⁷³² Викладачі професійної освіти як ключові учасники підготовки кадрів для економіки країни повинні володіти необхідними цифровими компетентностями, щоб підготувати здобувачів освіти до цих нових тенденцій.

Отже, розвиток компетентності викладачів професійної (професійно-технічної) освіти із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі гарантує, що робітники будуть добре підготовлені до технологічних викликів сучасного виробництва, сприяє інноваціям та адаптивності, а також загальній конкурентоспроможності галузі.

Метою дослідження є обґрунтування ключових елементів компетентності педагога закладу професійної (професійно-технічної) освіти щодо ефективного застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників для машинобудівної галузі.

Необхідно скористатися такими методами дослідження: аналіз та синтез – для визначення стану розробленості проблеми формування цифрової компетентності викладача та особливостей застосування

⁷³¹ Гуржій, А., Радкевич, В., & Пригодій, М. (2023). Підвищення якості підготовки майбутніх фахівців із використанням віртуальних навчальних комплексів. *Нові технології навчання*, 97, 42–50. <http://www.journal.org.ua/index.php/ntn/article/view/377>

⁷³² Завербний, А. С., & Сало, К. Р. (2022). Проблеми та перспективи розвитку індустрії 4.0 в Україні за умов євроінтегрування. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*, 2(8), 374–382. <https://doi.org/10.23939/smeu2022.02.374>

цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі; узагальнення – для формулювання висновків і рекомендацій щодо розвитку компетентності педагогів закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі; діагностичні (тестування, бесіда, інтерв'ю) – для з'ясування рівня розвитку компетентності педагогів із застосування цифрових технологій; застосування критерію χ^2 (хі-квадрат) для статистичного аналізу результатів експериментального дослідження.

Ключовим компонентом Порядку денного сталого розвитку ООН до 2030 року є якісна освіта, спрямована на забезпечення інклюзивної та справедливої освіти для всіх. Ю. Чжао вказує, що цифрові технології стали важливим інструментом у досягненні цієї мети. Пандемія COVID-19 ще більше інституціоналізувала роль цифрових технологій в освіті, спричинивши зміну парадигми в системі освіти.⁷³³

П. Ертмер та А. Оттенбрайт-Лефтівч загострюють увагу на тому факті, що зусилля з реформування освіти ґрунтуються на новому визначенні «хорошого» викладання – тобто викладання, яке сприяє навчанню здобувачів освіти на основі використання відповідних ресурсів ІКТ як повноцінних педагогічних інструментів. Упровадження цифрових технологій у освітній процес вимагає від викладачів зміни культури викладання та глибокого володіння цими технологіями.⁷³⁴

Цифрові технології стають «обов'язковим інструментом» сучасного викладача. З огляду на посилення тиску з боку базових стандартів, Л. Ларсон та Т. Міллер приходять до висновку, що особливо важливо, щоб викладачі розглядали навички XXI ст. не як додатковий «предмет», а як навички, що мають бути інтегровані в усі навчальні предмети.⁷³⁵

Дж. Вугт і Н. Роблін на основі міжнародних досліджень з аналізу того, як різні країни (країни-члени ЄС, країни ОЕСР) і школи (дослідження SITES) працюють (або не працюють) з компетентностями XXI ст. встановили, що наміри і практика все ще далекі одне від одного, що свідчить про відсутність узгодженості. Дослідники приходять до висновку, що Національні навчальні програми повинні радикально

⁷³³ Zhao, Y. (2021). The role of digital technologies in teacher education: Issues and challenges. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1625–1644. <http://dx.doi.org/10.47392/IRJAEM.2024.0299>

⁷³⁴ Ertmer, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ882506.pdf>

⁷³⁵ Larson, L. C. & Miller, T. N. (2011). 21st Century Skills: Prepare Students for the Future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121–123. <http://dx.doi.org/10.1080/00228958.2011.10516575>

змінитися, щоб відповідати компетентностям, необхідним для ХХІ ст.⁷³⁶

Вивчаючи інтеграцію технологій у навчання, Д. Зінгер, Т. Тейт та М. Варшауер виявили, що техноцентричні підходи зосереджені на інструментах, а не на практиці та результаті. Автори наголошують, що технології повинні використовуватися в тій мірі і в такий спосіб, щоб розширювати і покращувати можливості для навчання здобувачів освіти. Осмислене впровадження технологій може дозволити різним учасникам освітнього процесу отримати доступ до навчального контенту в мультимодальний спосіб.⁷³⁷

У цьому контексті А. Кірквуд і Л. Прайс використовують термін «технологічно вдосконалене навчання» (Technology-enhanced learning, TEL), що використовується для опису застосування інформаційних і комунікаційних технологій у освітньому процесі. Вони вказують, що викладачі мають бути готові до двох аспектів застосування цифрових технологій:⁷³⁸

– зміни в засобах, за допомогою яких відбувається традиційне навчання;

– зміни в тому, як викладачі викладають і студенти навчаються (зміна методики навчання).

Отже, на основі аналізу досліджень встановлено, що інтеграція цифрових технологій в освіту є ключовим компонентом для досягнення якісної та інклюзивної освіти, згідно з Порядком денним сталого розвитку ООН до 2030 року. Однак для успішного впровадження цих технологій необхідно не лише надати доступ до цифрових інструментів, але й змінити підходи до організації освіти на засадах цифровізації.

Наукою і практикою доведено, що:

по-перше, цифрові технології мають бути повноцінно інтегровані в освітній процес;

по-друге, викладачі повинні володіти необхідними навичками та змінити методики викладання, враховуючи особливості цифрової трансформації суспільства;

⁷³⁶ Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A Comparative Analysis of International Frameworks for 21st Century Competences: Implications for National Curriculum Policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44, 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>

⁷³⁷ Zinger, D., Tate, T., & Warschauer, M. (2017). Learning and Teaching with Technology: Technological Pedagogy and Teacher Practice. In D. J. Clandinin, J. Husu (eds) *The SAGE Handbook of Research on Teacher Education* (p. 577–593). SAGE Publications. <https://www.researchgate.net/publication/320270142>

⁷³⁸ Kirkwood, A., & Price, L. (2014). Technology-enhanced Learning and Teaching in Higher Education: What is 'enhanced' and how do we know? A Critical Literature Review. *Learning Media & Technology*, 39(1), 6–36. <http://dx.doi.org/10.1080/17439884.2013.770404>

по-третє, існує розрив між теоретичними намірами та практикою впровадження цих змін у різних країнах, що потребує реформ на рівні національних освітніх систем;

по-четверте, цифрові технології повинні використовуватися не просто як інструмент, а для поліпшення та розширення можливостей для навчання;

по-п'яте, викладачам потрібен дедалі ширший і складніший набір компетентностей, ніж раніше, який вони повинні поповнювати самостійно.⁷³⁹

Через стрімкі зміни вимог до професії викладача педагоги мають потребу в значно ширшому та складнішому наборі компетентностей, ніж раніше. Поширення цифрових технологій і необхідність сприяти формуванню цифрових навичок у здобувачів освіти вимагають від викладачів вдосконалення власних цифрових умінь.

Європейська комісія у 2017 році сприяла створенню Європейської рамки цифрових компетентностей для освітян: DigCompEdu.⁷⁴⁰ Структура DigCompEdu спрямована на освітян на всіх рівнях освіти, включаючи загальну та професійну підготовку, освіту для здобувачів з особливими потребами та контексти неформального навчання.

DigCompEdu має на меті забезпечити загальний орієнтир для розробників моделей цифрової компетентності, тобто держав-членів, регіональних урядів, відповідних національних і регіональних агенцій, самих освітніх організацій, а також державних або приватних постачальників професійного навчання (рис. 3.3).

Згідно звіту Eurydice, до основних компетентностей з цифрових технологій на рівні середньої освіти віднесено:⁷⁴¹ оцінювання даних, інформації та цифрового контенту; співпраця за допомогою цифрових технологій; управління цифровою ідентичністю; розробка цифрового контенту; програмування/кодування; захист персональних даних та приватності; захист здоров'я та добробуту; виявлення прогалин у цифровій компетентності.

⁷³⁹ Kryvorot, T., & Pryhodi, M. (2022). Training of pedagogical workers for the use of digital internet technologies in the educational process. *Professional Pedagogics*, 1(24), 33-41. <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2022.24.33-41>

⁷⁴⁰ Punie, Y. (ed), & Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://dx.doi.org/10.2760/159770>

⁷⁴¹ European Commission. (2019a). *Digital Education at School in Europe*. Eurydice Report. Publications Office of the European Union. <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/digital-education-school-europe>



Джерело: *European Framework for the Digital Competence of Educators*.

Рис. 3.3. Рамка цифрових компетентностей для освітян

У посібнику «Переосмислення педагогіки для цифрової епохи»⁷⁴² Х. Бітем та Р. Шарп підкреслюють, що цифрова компетентність виходить за межі базових цифрових навичок і передбачає глибоке розуміння того, як використовувати цифрові технології для підтримки навчання, спілкування, вирішення проблем і творчості.

Співробітниками лабораторії електронних навчальних ресурсів Інституту професійної освіти НАПН України в межах дослідження «Методичні засади застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників» обґрунтовано визначення поняття компетентність педагога закладу професійної (професійно-технічної) освіти із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників.⁷⁴³

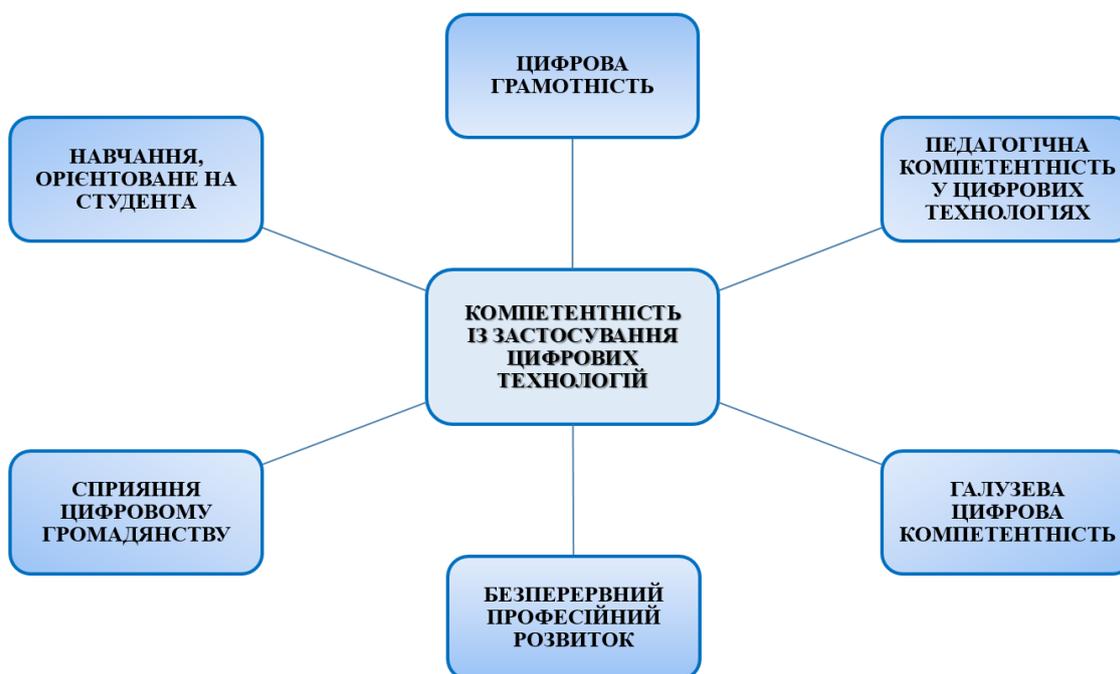
З урахуванням галузевої специфіки уточнено поняття «компетентність педагога закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі» – це здатність особи успішно використовувати сукупність технологій і методик цифрового навчання в інформаційно-освітньому середовищі закладу професійно (професійно-технічної) освіти, відповідно до вимог цифровізації освіти та специфіки професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі.

⁷⁴² Beetham, H., & Sharpe, R. (eds.). (2019). *Rethinking pedagogy for a digital age: Principles and Practices of Design* (3rd edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351252805>

⁷⁴³ Пригодій, М. А. (2024с). Методичні засади застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6104>

Уточнено структуру компетентності із застосування цифрових технологій з урахуванням інтеграції цифрової грамотності та педагогічної компетентності для підготовки здобувачів освіти до мінливих вимог машинобудівної галузі. Розвиваючи базові та поглиблені цифрові навички, а також розуміння етичного та безпечного використання цифрових технологій, вона дає педагогам змогу процвітати у цифровому світі.

Педагогічні навички в галузі цифрових технологій гарантують, що викладачі можуть ефективно впроваджувати досягнення Індустрії 4.0, змішане навчання, інтелектуальні виробничі системи, цифрові платформи у освітній процес. Безперервний професійний розвиток і розвиток цифрового громадянства ще більше підвищують готовність викладачів адаптуватися до нових тенденцій, забезпечуючи як етичну, так і стійку практику. Зрештою, студентоцентроване навчання, персоналізоване за допомогою цифрових інструментів, залучає майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі у спосіб, що відповідає їхнім індивідуальним потребам, роблячи освітній процес більш ефективним і орієнтованим на майбутнє (рис. 3.4).



Джерело: авторська розробка.

Рис. 3.4. Структура компетентності педагога закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій

Цифрова грамотність починається з базових навичок, необхідних для ефективної взаємодії з різними цифровими інструментами та платформами. Це включає вміння орієнтуватися в Інтернеті, керувати програмними додатками та виконувати завдання на комп'ютерах, смартфонах чи інших цифрових пристроях. На цьому рівні викладачі мають володіти такими основними функціями, як використання текстових редакторів (наприклад, Microsoft Word, Google Docs), навігація в операційних системах (наприклад, Windows, macOS або Linux), надсилання та отримання електронних листів, а також пошук в Інтернеті. Розуміння основ роботи в мережі, управління файлами та хмарними сервісами (такими як Google Drive або OneDrive) також є частиною цих навичок. Ці знання та уміння є надзвичайно важливими, оскільки вони формують основу для подальшого розвитку як в особистому, так і в професійному цифровому середовищі.⁷⁴⁴

Виходячи за межі базових навичок, поглиблена цифрова грамотність передбачає більш спеціалізоване розуміння галузевих інструментів і додатків.

Наприклад, у технічних галузях, таких як інженерія, архітектура та виробництво, володіння такими інструментами, як САПР (система автоматизованого проєктування), є необхідним для створення детальних проєктів і моделей. Програмне забезпечення САМ (Computer-Aided Manufacturing), з іншого боку, використовується для управління обладнанням та автоматизації виробничих процесів. Ще одна просунута навичка – це програмування обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), яке дозволяє професіоналам програмувати машини для точного виробництва. Крім того, може знадобитися знання інструментів управління проєктами (наприклад, Microsoft Project) та систем управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM). Ці поглиблені навички дозволяють викладачам бути більш конкурентоспроможними на ринку праці та підвищують їхній потенціал для підготовки фахівців машинобудівної галузі.

Оскільки технології продовжують проникати в усі аспекти життя, розуміння важливості безпечної та етичної роботи з цифровими технологіями стає все більш важливим. Цифрова грамотність повинна включати знання принципів кібербезпеки, таких як розпізнавання фішингових атак, розуміння безпеки паролів і вміння захищати особисту інформацію в Інтернеті. Не менш важливим є навчання

⁷⁴⁴ Князева, М. О. (2022). Основні складові цифрової грамотності педагога In *Інформаційно-ресурсне забезпечення освітнього процесу в умовах діджиталізації суспільства* (с. 1–5). Міжнародна науково-практична конференція. Білоцерківський інститут неперервної професійної освіти. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733102>

здобувачів професійної освіти етичному використанню цифрових технологій, включаючи питання, пов'язані з конфіденційністю даних, правами інтелектуальної власності та відповідальним використанням соціальних мереж.

Наприклад, викладачі, які працюють з великими масивами особистих даних, повинні усвідомлювати етичні наслідки збору, зберігання та аналізу даних, особливо щодо конфіденційної інформації. В освітньому середовищі також важливо обговорювати питання плагіату, цифрового етикету та довгострокових наслідків поведінки в Інтернеті. Заохочення здобувачів освіти до критичного осмислення моральних наслідків їхніх цифрових дій сприяє формуванню відповідального цифрового громадянства, що є важливим аспектом навігації в дедалі складнішому цифровому світі.

Отже, цифрова грамотність педагога закладу професійної (професійно-технічної) освіти має охоплювати базові та інноваційні цифрові навички, а також навички безпечного та етичного використання цифрових технологій.

Педагогічна компетентність у галузі цифрових технологій – це багатогранний набір навичок, що охоплює розробку навчальних програм, організацію змішаного навчання, здійснення оцінювання та зворотного зв'язку, інтеграцію цифрових технологій у освітній процес, цифрове громадянство та професійний розвиток.

У сучасному світі дизайн цифрового навчання має виходити за традиційні рамки планування уроків. Здатність інтегрувати цифрові технології в методику викладання стала необхідною для створення динамічного та цікавого освітнього середовища. Викладачі повинні вміти вибирати і використовувати цифрові інструменти, які відповідають їхнім навчальним цілям і задовольняють потреби здобувачів освіти.⁷⁴⁵ Це передбачає розробку і проведення навчальних занять, які включають мультимедійні елементи, такі як відео, інтерактивні симуляції та гейміфікований досвід, що може значно покращити результати навчання.

Крім того, викладачі повинні вміти використовувати системи управління навчанням (LMS) для організації змісту курсу, відстеження прогресу здобувачів освіти і полегшення комунікації між учасниками освітнього процесу. Ці системи також можна використовувати для автоматизації рутинних завдань, що дозволить викладачам більше

⁷⁴⁵ Pryhodii, M. (2024). Design thinking for the development of creative abilities of electrical technicians in vocational colleges. *Professional Pedagogics*, 1(28), 23-37. <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2024.28.23-37>

зосередитися на персоналізованому навчанні та підтримці майбутніх кваліфікованих робітників.⁷⁴⁶

Володіння методикою змішаного навчання є ще одним ключовим аспектом педагогічної компетентності в галузі цифрових технологій. Змішане навчання поєднує традиційне очне навчання з навчанням онлайн, створюючи більш гнучку та адаптивну освітню модель. Педагоги повинні вміти розробляти та впроваджувати змішане навчання, яке ефективно поєднує переваги особистої взаємодії з перевагами онлайн-платформ. Це вимагає розуміння того, як використовувати цифрові інструменти для створення цікавого та інтерактивного онлайн-контенту, такого як вебінари в прямому ефірі та спільні проекти.⁷⁴⁷ Викладачі повинні також мати навички використання аналітики даних для моніторингу успішності здобувачів освіти як в онлайн, так і в офлайн-режимі, що дозволить їм надавати цілеспрямовану підтримку і втручатися, коли це необхідно.⁷⁴⁸

Використання цифрових інструментів для оцінювання та зворотного зв'язку революціонує спосіб, у який викладачі вимірюють прогрес здобувачів освіти і підтримують комунікацію. За допомогою цифрових інструментів оцінювання викладачі можуть створювати більш різноманітні та інтерактивні види оцінювання, починаючи від традиційних тестів і закінчуючи більш складними симуляціями та цифровими портфоліо. Ці інструменти також можуть забезпечити миттєвий зворотний зв'язок зі здобувачами освіти, дозволяючи їм визначити сфери, які потребують вдосконалення, і вжити негайних заходів для покращення їхнього розуміння.⁷⁴⁹

Слід наголосити, що цифрові платформи оцінювання часто мають вбудовану аналітику, яка дозволяє викладачам відстежувати успішність у часі та виявляти закономірності або тенденції, які можуть вказувати на потребу в додатковій підтримці або втручанні.

⁷⁴⁶ Пригодій, М. А. (2024d). Функціональні особливості сучасних систем управління навчанням. У *Технологічна освіта: сучасні реалії та перспективи розвитку* (с. 226–230): матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті академіка Дмитра Тхоржевського (м. Київ, 23 лютого 2024 р.). УДУ імені Михайла Драгоманова. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740067>

⁷⁴⁷ Кручек, В. А. (2023). Особливості змішаного навчання в закладах професійної освіти. In *Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи* (с. 226–227). Матеріали XII міжнар. наук.-практ. конференції (м. Хмельницький, 19–20 жовт. 2023 р.). <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738304>

⁷⁴⁸ Пригодій, М. А., Гуржій, А. М., Радкевич, О. П., Кононенко, А. Г., & Гуменний, О. Д. (2022). *Технологія створення цифрового портфоліо здобувачів професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти: методичні рекомендації*. ІПО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733746>

⁷⁴⁹ Pryhodii, M., Hurzhii, A., Radkevych, O., & Kononenko, A. (2022). Regulatory framework, methodology and technologies of monitoring research in vocational education (implementation of European experience). *Professional Pedagogics*, 2(25), 32-44. <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2022.25.32-44>

Використовуючи дані, педагоги можуть надавати більш персоналізований і цілеспрямований зворотний зв'язок, допомагаючи майбутнім кваліфікованим робітникам розвивати свої навички та досягати поставлених навчальних цілей.⁷⁵⁰

Педагоги повинні володіти навичками інтеграції цифрових технологій у навчальні програми таким чином, щоб покращити навчання здобувачів і узгодити його з освітніми стандартами та цілями. Це передбачає вибір відповідних цифрових інструментів і ресурсів, які доповнюють навчальні цілі, а також забезпечення доступу здобувачів освіти до необхідних технологій і підтримки для досягнення успіху.⁷⁵¹

Викладачі повинні бути в курсі останніх технологічних досягнень і тенденцій, щоб постійно оновлювати свої навчальні програми і методики навчання.

Наприклад, включення штучного інтелекту (ШІ), віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR) в навчальну програму може забезпечити здобувачам професійної освіти захоплюючий та інноваційний досвід навчання, який виходить за рамки традиційних підручників і лекцій.⁷⁵²

Ще одним важливим аспектом педагогічної компетентності в галузі цифрових технологій є розвиток цифрового громадянства серед здобувачів професійної освіти. Педагоги зобов'язані навчити майбутніх робітників безпечно, етично та відповідально орієнтуватися в цифровому світі. Це включає в себе інформування про конфіденційність в Інтернеті, кібербулінг, цифрові сліди та важливість критичного мислення при оцінюванні інформації в Інтернеті. Виховуючи цифрове громадянство, викладачі можуть сприяти розвитку культури поваги та відповідальності в онлайн-взаємодії у цифровій спільноті.⁷⁵³

⁷⁵⁰ Пригодій, М. А. (2024b). Концептуальна модель цифрової платформи професійної підготовки кваліфікованих робітників машинобудівної галузі. У *Технологічна і професійна освіта: проблеми і перспективи* (с. 236–238): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, (м. Глухів, 9 травня 2024 р.). Глухівський НПУ ім. О. Довженка. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741813>

⁷⁵¹ Пригодій, М. А., Гуржій, А. М., Гуменний, О. Д., Голуб, І. І., Пригалінська, Т. Г., & Волошин, А. М. (2023b). *Тренінги для підготовки педагогічних працівників до застосування цифрових технологій у воєнний та повоєнний час*: практичний посібник. ІПО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738689>

⁷⁵² Пригодій, М. А., Гуржій, А. М., Гуменний, О. Д., Голуб, І. І., Пригалінська, Т. Г., & Волошин, А. М. (2023c). *Цифрові технології професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників у воєнний та повоєнний час*: навчально-методичний посібник. Інститут професійної освіти НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738690>

⁷⁵³ Bazyl, L., Orlov, V., & Pryhodii, M. (2024) Professional development of vocational teachers in the context of society digitalization (p. 796–818). In O. Blaha, I. Ostopolets (eds.) *Exploring the digital landscape: interdisciplinary perspectives*. The University of Technology in Katowice Press. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741638>

Педагогічна компетентність у галузі цифрових технологій вимагає постійного професійного розвитку. Швидкі темпи технологічного прогресу означають, що педагоги повинні постійно оновлювати свої навички та знання, щоб залишатися активними членами суспільства. Це передбачає участь у семінарах, вебінарах та онлайн-курсах, присвячених новітнім цифровим інструментам і стратегіям навчання. Здійснюючи безперервний професійний розвиток, викладачі можуть залишатися на крок попереду і гарантувати, що вони надають майбутнім кваліфікованим робітникам найефективніший і найсучасніший досвід цифрового навчання.⁷⁵⁴

У міру того, як машинобудівна галузь підпадає під цифрову трансформацію, роль педагогів стає дедалі складнішою. Вони повинні не лише розуміти і викладати технічні аспекти технологій Індустрії 4.0, а й спрямовувати майбутніх робітників у застосуванні цих технологій у реальних умовах. Однак, щоб залишатися попереду в цій швидкозмінній галузі, потрібен постійний професійний розвиток і прихильність до навчання впродовж усього життя.

Швидкий розвиток технологій Індустрії 4.0, включаючи Інтернет речей, дозволяє машинам спілкуватися між собою, оптимізуючи виробничі процеси та зменшуючи час простою. З іншого боку, штучний інтелект можна використовувати для превентивного технічного обслуговування, гарантуючи, що машини будуть обслуговуватися до того, як вони вийдуть з ладу, тим самим підвищуючи їхню ефективність. Робототехніка революціонує виробництво, автоматизуючи повторювані завдання, покращуючи точність і підвищуючи безпеку працівників.

Розуміння застосування цих технологій у реальних умовах дозволяє викладачам розробляти актуальні, орієнтовані на майбутнє навчальні програми, які дають майбутнім робітникам навички, необхідні для експлуатації, обслуговування та впровадження інновацій у машинобудівному середовищі, керованому цифровими технологіями.

Інтеграція інтелектуальних виробничих систем (Smart Manufacturing Systems) у машинобудівну галузь є ключовим аспектом Індустрії 4.0. Ці системи використовують цифрові технології, такі як цифрові двійники та інтелектуальні датчики, для створення більш ефективних та гнучких виробничих процесів. Цифрові двійники, які є віртуальними копіями фізичних активів, дозволяють виробникам

⁷⁵⁴ Пригодій, М. А. (2024а) Цифрова трансформація професійної та фахової передвищої освіти в умовах євроінтеграції. У *Інноваційні підходи до розвитку компетентнісних якостей фахівців в умовах професійного становлення* (с. 181–184): матеріали VIII Міжн.наук.-практ. конф. (Ізмаїл, 19-20 квітня 2024 р.). АА Тандем [вид.]. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742124>

контролювати та аналізувати свої машини в режимі реального часу, забезпечуючи прогнозоване обслуговування та оптимізацію продуктивності. Розумні датчики збирають дані протягом усього виробничого процесу, надаючи інформацію, яку можна використати для підвищення продуктивності, зменшення відходів та покращення контролю якості.⁷⁵⁵

Для викладачів навчання використанню інтелектуальних виробничих систем вимагає не лише технічних знань, але й розуміння того, як ці системи можуть бути інтегровані в існуючі виробничі процеси. Це передбачає навчання здобувачів освіти аналітиці даних, оптимізації процесів і впровадженню методологій безперервного вдосконалення. Крім того, зростає увага до вміння працювати з взаємопов'язаними системами, що вимагає міждисциплінарного підходу, який поєднує машинобудування з комп'ютерними науками та управлінням даними. Викладачі повинні адаптувати свої методики навчання, щоб відобразити цю нову реальність, гарантуючи, що здобувачі професійної освіти будуть готові до роботи у все більш складних і керованих даними середовищах.

Отже, структура компетентності педагога закладу професійної (професійно-технічної) освіти із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі охоплює декілька важливих складових. Вона базується на інтеграції загально-педагогічних, фахових та цифрових компетентностей для забезпечення високої якості професійної підготовки (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Компоненти компетентності педагога закладу П(ПТ)О
із застосування цифрових технологій**

Структурний елемент компетентності	Компоненти компетентності
ЦИФРОВА ГРАМОТНІСТЬ	Базові цифрові навички
	Інноваційні цифрові навички
	Навички безпечного та етичного використання цифрових технологій

⁷⁵⁵ Shcheglov, V., & Morozova, O. (2022). Methods and technologies for the development of digital twins for guarantee-capable systems of the industrial internet of things. *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal*, 4(70), 127–137. <https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.4.127>

Продовження табл. 3.7

Структурний елемент компетентності	Компоненти компетентності
ПЕДАГОГІЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ У ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ	Навички навчального дизайну
	Навички організації змішаного навчання
	Навички оцінювання та встановлення зворотного зв'язку
	Уміння інтегрувати цифрові технології у розробку навчальних програм
	Знання основ цифрового громадянства
	Навички використання цифрових технологій у освітньому процесі
ГАЛУЗЕВА ЦИФРОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ	Знання технологій Індустрії 4.0
	Володіння інструментами моделювання
	Навички користування розумними виробничої системами
БЕЗПЕРЕРВНИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ РОЗВИТОК	Навички співпраці та нетворкінгу
	Навички навчання впродовж життя
СПРИЯННЯ ЦИФРОВОМУ ГРОМАДЯНСТВУ	Знання етичних норм та вимог сталого розвитку
	Навички управління даними у цифровому світі
НАВЧАННЯ, ОРІЄНТОВАНЕ НА СТУДЕНТА	Навички персоналізованого підходу у навчанні
	Навички використання інтерактивних та гейміфікованих інструментів навчання

Джерело: авторська розробка.

На основі дослідження методичних засад застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників⁷⁵⁶ уточнено критерії та відповідні показники оцінювання рівня компетентності педагогічних працівників ЗП(ПТ)О з використання цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі.

мотиваційний: інтерес до використання цифрових технологій в освітньому процесі; усвідомлення значення цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі; прагнення до збільшення знань з освітніх та галузевих цифрових технологій;

когнітивний: знання принципів інтеграції цифрових технологій у освітній процес; знання етики використання цифрового контенту (авторські права, плагіат, цифрова безпека); знання технології

⁷⁵⁶ Пригодій, М. А. (2024с). Методичні засади застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6104>

створення електронних навчальних посібників; знання методики використання електронних навчальних посібників у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників; знання методики проведення навчальних занять на основі застосування відеоконференцій; знання методики використання різнорівневих тестових завдань; знання методики використання освітніх відеофрагментів на заняттях теоретичного та виробничого навчання; знання технології створення інфографіки навчального призначення; знання технологій створення електронних портфоліо; знання онлайн-платформ та ресурсів для навчання; знання структури електронного освітнього середовища закладу професійної (професійно-технічної) освіти; знання основ кібербезпеки, захисту даних та конфіденційності в цифровому середовищі;

діяльнісний: володіння основними цифровими інструментами (офісні програми, електронна пошта, пошукові системи); здатність використовувати різні пристрої для навчання (комп'ютери, планшети, інтерактивні дошки); уміння використовувати онлайн-платформи та ресурси для навчання (Google Classroom, Moodle тощо); здатність самостійно шукати та використовувати цифрові навчальні матеріали; уміння створювати навчальні плани, що включають цифрові ресурси; уміння використовувати цифрові технології для організації та управління освітнім процесом; застосування цифрових інструментів для оцінювання знань і компетентностей здобувачів освіти; навички роботи з джерелами інформації (відбір, перевірка на достовірність); здатність залучати здобувачів освіти до активного навчання за допомогою цифрових інструментів (використання відео, інтерактивних презентацій, тестів, опитувань тощо); стимулювання співпраці учнів через цифрові платформи (групові проекти, форуми, спільні документи); здатність ефективно спілкуватися із здобувачами та батьками за допомогою цифрових каналів (чат, відеоконференції); організація онлайн-семінарів, вебінарів, групових занять; уміння використовувати хмарні сервіси для спільної роботи зі здобувачами освіти (Google Docs, Microsoft Teams); уміння захищати особисті та професійні дані; навички запобігання та реагування на загрози в інтернеті (наприклад, кібератаки, фішинг);

рефлексивний: здатність керувати, самоорганізуватися та здійснювати контроль власної діяльності під час використання цифрових технологій; оцінювати відповідність обраних цифрових технологій та методів їх використання завданням, що виникають у процесі навчання майбутніх кваліфікованих робітників.

На констатувальному етапі експерименту скористаємося чотирирівневою системою для оцінювання компетентності педагога професійного навчання із застосування цифрових технологій у освітньому процесі, що передбачає поділ на такі рівні:⁷⁵⁷ початковий, низький, середній і високий.

Для визначення рівня сформованості компетентностей педагогів у застосуванні цифрових технологій у освітньому процесі використано різні методи оцінювання. Основними інструменти, є:

- анкетування та опитування дають змогу зібрати інформацію про суб'єктивне сприйняття педагогами власних знань, умінь та навичок, а також виявити проблемні зони у використанні цифрових технологій;

- самооцінка педагогів надає можливість оцінити рівень навичок і підкреслити аспекти, які потребують покращення або розвитку;

- аналіз практичних завдань передбачає безпосередню оцінку ефективності використаних педагогами цифрових інструментів, а також оцінити практичні навички та їх ефективність у освітньому процесі;

- спостереження за освітнім процесом дозволяє визначити, як педагоги використовують цифрові технології на практиці під час проведення занять.

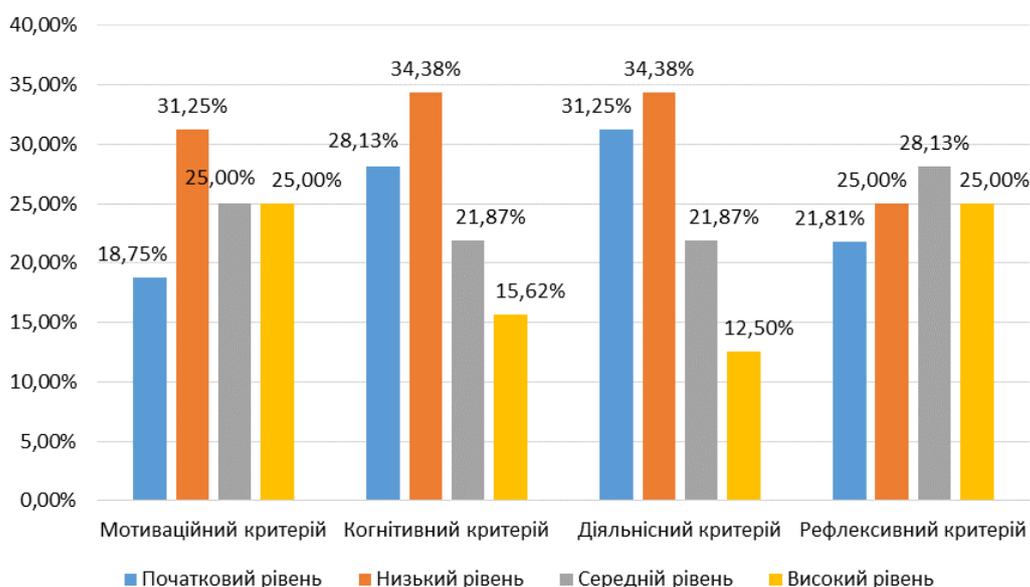
Процес відбору учасників експериментальної групи має бути ретельно продуманим, щоб забезпечити репрезентативність та ефективність дослідження. Одним із ключових критеріїв є залучення педагогів із різним рівнем цифрової грамотності та досвідом використання цифрових технологій. Це дозволить оцінити вплив експерименту на фахівців з різними стартовими позиціями, виявити ефективні підходи до підвищення їхньої цифрової компетентності та знайти найбільш проблемні зони. Мотивація та готовність учасників до вдосконалення своїх цифрових навичок також є важливим аспектом: вони повинні бути зацікавлені в розвитку та відкриті до участі в експерименті. Це забезпечить активну залученість педагогів у процес і підвищить якість отриманих результатів. Крім того, важливо врахувати різноманітність спеціальностей у сфері машинобудування серед

⁷⁵⁷ Пригодій, М. А., Гуржій, А. М., & Гуменний, О. Д. (2024). Підготовка педагогів професійного навчання до діяльності в умовах цифрової трансформації освіти (с. 969–980). In O. Blaha, I. Ostapolets (eds.) *Exploring the digital landscape: interdisciplinary perspectives*. The University of Technology in Katowice Press. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/741637>

учасників для забезпечення всебічної оцінки та адаптації цифрових технологій у різних освітніх контекстах.⁷⁵⁸

Отже, відбір педагогів був проведений серед представників закладів, що спеціалізуються на підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі. Група складалася із 32 педагогів.

Встановлено, що найбільші труднощі спостерігаються у когнітивному, діяльнісному та частково у мотиваційному критеріях, де значна частка респондентів знаходиться на початковому та низькому рівні. Це свідчить про необхідність підвищення когнітивних навичок і мотивації для покращення загальної ефективності викладання на основі цифрових технологій. Зокрема, у когнітивному критерії 62,51 % респондентів мають початковий та низький рівень, що вказує на потребу в додатковій підтримці для розвитку аналітичних здібностей. Водночас в діяльнісному критерії 65,63 % респондентів також відзначені початковим і низьким рівнем, що потребує вдосконалення практичних навичок. Рефлексивний критерій демонструє більш збалансовані результати, з помітною часткою респондентів, які мають середній рівень. Для підвищення загального рівня ефективності важливо зосередитися на розвитку когнітивних та діяльнісних складових компетентності педагогів (рис. 3.5).



Джерело: авторська розробка.

Рис. 3.5. Рівні розвитку компетентності педагогів із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі (констатувальний етап)

⁷⁵⁸ Ertmer, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher Technology Change: How Knowledge, Confidence, Beliefs and Culture Intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ882506.pdf>

У рамках формувального етапу експерименту для поліпшення показників діяльності педагогів із використання цифрових технологій в освітньому процесі було реалізовано комплекс заходів, спрямованих на підвищення мотивації, розвиток когнітивних навичок, вдосконалення діяльнісних умінь і підтримку рефлексивних практик.

Для покращення показників мотиваційного критерію було розроблено й реалізовано нову програму підвищення кваліфікації для педагогів (1 кредит ЕКТС), що акцентує на важливості інтеграції цифрових технологій у освітній процес. Програма включає регулярні тренінги, семінари та воркшопи, що забезпечують педагогів актуальними знаннями і навичками. Ці заходи проводяться з урахуванням останніх тенденцій у цифрових технологіях і педагогіці.

Упроваджено систему сертифікацій для педагогів, які активно впроваджують цифрові технології в освітній процес. Сертифікати видаються за інноваційні підходи, успішну реалізацію проєктів і високі результати в інтеграції цифрових інструментів.

У окремих закладах запроваджено мотиваційні програми, що включають фінансові стимули та можливості для кар'єрного росту. Педагоги, які демонструють високі результати у використанні цифрових технологій, отримують додаткові бонуси і можливість підвищення кваліфікації за рахунок закладів освіти.

Робота з покращення показників когнітивного критерію, крім перелічених вище заходів, також включала організацію майстер-класів, що охоплюють знання про інтеграцію цифрових технологій у освітній процес, етику використання цифрового контенту, створення електронних навчальних матеріалів тощо. Педагоги отримують доступ до сучасних ресурсів і навчальних матеріалів, що дозволяють їм поглибити знання у цих галузях.

Розповсюджено ресурси підготовлені співробітниками Інституту професійної освіти НАПН України,⁷⁵⁹ такі як посібники, відеоуроки і навчальні матеріали, що пояснюють основи використання цифрових технологій. Це включає практичні інструкції щодо створення електронних навчальних посібників, використання онлайн-платформ і методик інтеграції цифрових технологій у освітній процес.

Упроваджено онлайн-платформу для навчання педагогів, що дозволяє їм самостійно вивчати нові технології і обговорювати їх з

⁷⁵⁹ Радкевич, В. О., Базиль, Л. О., Герлянд, Т. М., Гриценко, І. А., Гуменний, О. Д., Джурило, А. П., Єршова, Л. М., Закатнов, Д. О., Зуєва, А. Б., Кравець, С. Г., Кручек, В. А., Маркова, В. О., Пригодій, М. А., Тітова, О. А. & Пригалінська, Т. Г. (2023) *Бібліографічний покажчик праць науковців Інституту професійної освіти НАПН України (2018–2022)*. ІПО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735263>

колегами. Цей ресурс включає навчальні модулі та інтерактивні ресурси для самостійного навчання.⁷⁶⁰

Щодо діяльнісного критерію, то в межах підвищення кваліфікації проведено серію практичних занять і тренінгів, де педагоги могли освоїти навички використання цифрових інструментів, онлайн-платформ і методики застосування цифрових технологій. Це включало тренінги зі створення електронних навчальних матеріалів, управління освітнім процесом через цифрові інструменти і методи оцінювання знань.

Здійснена методична підтримка педагогів з розроблення планів проведення занять, що включають цифрові ресурси. Педагоги отримали приклади інтеграції цифрових ресурсів у освітній процес, що допомогло їм краще використовувати цифрові технології.

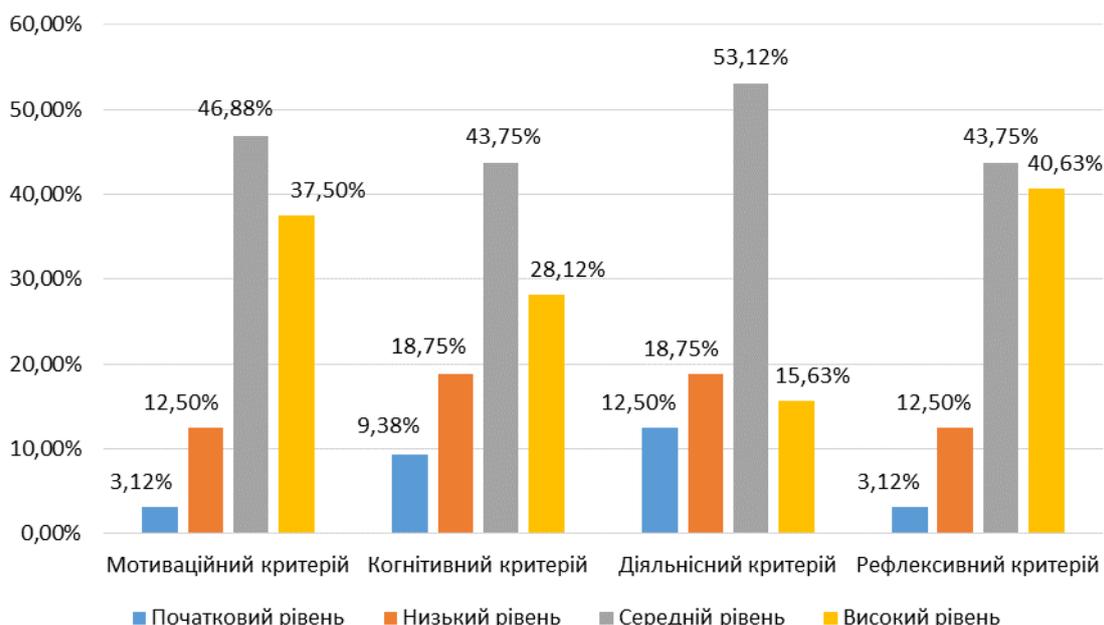
З учасниками експериментальної групи організовано групові проекти і форуми, де вони можуть ділитися досвідом і практичними навичками у використанні цифрових технологій. Це створює умови для обміну знаннями і досвідом серед колег.

Було зосереджено також увагу і на покращенні показників рефлексивного критерію, зокрема в окремих закладах почала функціонувати система моніторингу та оцінки ефективності використання цифрових технологій у освітньому процесі. Регулярно проводяться звіти і аналіз результатів використання цифрових інструментів, що дозволяє виявляти сильні і слабкі сторони в практиці педагогів.

Здійснюються заходи із залучення педагогів до регулярного самоаналізу та оцінки своїх практик у використанні цифрових технологій. Організовано систему зворотного зв'язку, де педагоги можуть отримувати рекомендації та консультації щодо поліпшення своїх практик. Це дозволяє їм адаптувати свої підходи до використання цифрових технологій, враховуючи потреби і вимоги підготовки майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі.

Після завершення формувального етапу експерименту проведено повторну оцінку рівнів розвитку компетентності компетентності педагога закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі (рис. 3.6).

⁷⁶⁰ Пригодій, М. А., Гуржій, А. М., Гуменний, О. Д., Голуб, І. І., Пригалінська, Т. Г., & Волошин, А. М. (2023а). *Підготовка педагогічних працівників закладів професійної (професійно-технічної) освіти до застосування цифрових технологій у воєнний та повоєнний час*. IVE: ІПО НАПН України. <https://ivet.edu.ua/laboratoriya-elektronnyh-navchalnyh-elektronnyj-resurs/kompleks-samoosvitnih-treningiv/>



Джерело: авторська розробка.

Рис. 3.6. Рівні розвитку компетентності педагогів із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі (формувальний етап)

Після проведення заходів спостерігаються позитивні зміни за всіма критеріями. Мотиваційний рівень значно покращився: частка респондентів з початковим рівнем зменшилася до 3,12 %, а з високим рівнем зростає до 37,50 %. У когнітивному критерії спостерігається зменшення частки з початковим і низьким рівнями, зростання середнього і високого рівнів до 43,75 % та 28,12 % відповідно. Діяльнісні навички також покращилися: зменшення початкового рівня до 12,50 % та суттєвого збільшення середнього рівня до 53,12 %. Рефлексивний критерій показав значні результати: частка з початковим та низьким рівнем складає разом 15,62 %. Загалом, результати свідчать про успішність заходів у покращенні мотивації, когнітивних і діяльнісних навичок та рефлексії.

Для підтвердження ефективності здійснених заходів використаємо методику обчислення вірогідності статистично значимих змін за критерієм χ^2 (хі-квадрат). Статистику критерію χ^2 (хі-квадрат) – $T_{\text{спост.}}$ розрахуємо за формулою:

$$T_{\text{спост.}} = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{n=1}^c \frac{(n_1 \cdot Q_{2i} - n_2 \cdot Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$$

де n_1 та n_2 – кількість педагогів які взяли участь на початку та у кінці експерименту; Q_{1i} та Q_{2i} – кількість педагогів, які продемонстрували певний рівень на початку та в кінці експерименту; i – номер категорії (1 – початковий рівень; 2 – низький рівень; 3 – середній рівень; 4 – високий рівень); C – максимальна кількість категорій (кількість рівнів для аналізу – 4). Спираючись на табличні дані,⁷⁶¹ для $\alpha=0,05$ і числа ступенів вільності $\nu=C-1=3$ визначаємо критичне значення статистики критерію: $T_{крит.}=7,81$.

На основі розподілу рівнів прояву показників критеріїв компетентності педагогів із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі обчислено $T_{спост.}$ (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Результати оцінювання рівнів розвитку показників критеріїв компетентності педагога закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій

Критерій	Вибірка	Рівні				Статистика критерію χ^2 $T_{спост.}$
		ПР	НР	СР	ВР	
Мотиваційний	КЕ ($n_1=32$)	$Q_{11}=6$	$Q_{12}=10$	$Q_{13}=8$	$Q_{14}=8$	9,08
	ФЕ ($n_2=32$)	$Q_{21}=1$	$Q_{22}=4$	$Q_{23}=15$	$Q_{24}=12$	
Когнітивний	КЕ ($n_1=32$)	$Q_{11}=9$	$Q_{12}=11$	$Q_{13}=7$	$Q_{14}=5$	7,95
	ФЕ ($n_2=32$)	$Q_{21}=5$	$Q_{22}=7$	$Q_{23}=11$	$Q_{24}=9$	
Діяльнісний	КЕ ($n_1=32$)	$Q_{11}=10$	$Q_{12}=11$	$Q_{13}=7$	$Q_{14}=4$	8,32
	ФЕ ($n_2=32$)	$Q_{21}=6$	$Q_{22}=8$	$Q_{23}=10$	$Q_{24}=8$	
Рефлексивний	КЕ ($n_1=32$)	$Q_{11}=7$	$Q_{12}=8$	$Q_{13}=9$	$Q_{14}=8$	8,09
	ФЕ ($n_2=32$)	$Q_{21}=2$	$Q_{22}=9$	$Q_{23}=11$	$Q_{24}=10$	

Примітка: КЕ – констатувальний етап; ФЕ – формувальний етап; ПР – початковий рівень; НР – низький рівень, СР – середній рівень; ВР – високий рівень.

⁷⁶¹ Швачич, Г., Коноваленков, В., Соболенко, О., Заборова, Т., Христян, В., & Єгорцева, С. (2017). Навчальний посібник щодо вивчення дисципліни «Методи прикладного статистичного аналізу». НМе-ТАУ. https://nmetau.edu.ua/file/mpsa_tutor.pdf

За результатами обчислень визначено, що за вимірними показниками отримані статистично значимі зміни у розподілі рівнів сформованості компетентності педагога закладу П(ПТ)О із застосування цифрових технологій у підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівної галузі ($T_{\text{спотст.}} > T_{\text{крит.}}$).

Отже, розвиток компетентності педагогів закладів професійної (професійно-технічної) освіти із застосування цифрових технологій є вирішальним аспектом підготовки кваліфікованих робітників для машинобудівної галузі. Швидкий розвиток технологій, таких як системи автоматизованого проектування, числового програмного керування, робототехніка та автоматизація, зумовлює необхідність застосування цифрових інструментів у навчанні. Це дозволяє викладачам ефективно інтегрувати теорію та практику, підвищуючи рівень підготовки студентів до вимог сучасного виробництва. Цифрові технології не тільки сприяють ефективності навчання, але й дають можливість розвивати навички розв'язання проблем, що критично важливо для індустрії 4.0. Викладачі повинні постійно вдосконалювати свої навички та використовувати новітні технології, такі як симуляції та віртуальні лабораторії, для створення інтерактивного навчального середовища на основі навчальних платформ.

Окремо наголошуємо на важливості професійного розвитку викладачів, які мають не тільки опанувати нові цифрові інструменти, а й розвивати навички адаптації до швидкозмінних технологій. Цифрова грамотність викладачів, яка включає базові та поглиблені цифрові навички, є основою для їхньої успішної роботи в сучасних закладах професійної (професійно-технічної) освіти.