

and realizing the creative potential of students; development of project and research activities of primary school students in the process of solving logical-mathematical problems; introduction of interdisciplinary teaching methods taking into account digitalization and the needs of modern primary education;

combination of practical activities with other educational fields to form a holistic picture of the world for schoolchildren.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.
Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК [378.016:004.2]:[378.017:004-047.22]:[378.018.8:377.011.3-051:004](045)

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-560-565

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

ГЕДЗИК Андрій –

доктор філософії, старший викладач кафедри професійної освіти та технологій за профілями

Уманського національного університету

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2330-4395>

e-mail: andriihedzyk@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ ІЗ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглядається актуальна проблема модернізації фахової підготовки педагогічних кадрів в умовах глобальної цифрової трансформації суспільства. Наголошується на тому, що наявний рівень професійної компетентності значної частини випускників педагогічних закладів вищої освіти часто не відповідає стрімким технологічним викликам, оскільки майбутній фахівець формується переважно як «впевнений користувач» прикладного програмного забезпечення, а не як компетентний інженер-дослідник. З огляду на це, метою дослідження є теоретичне обґрунтування та практичне розкриття педагогічних і методичних особливостей вивчення дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» як фундаментальної складової процесу формування інформатичної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання із цифрових технологій. Ця дисципліна розглядається як критично важливий міст між абстрактним світом програмних алгоритмів та фізичним рівнем апаратного забезпечення.

Автором обґрунтовано концепцію «апаратної автономності» викладача, яка передбачає здатність самостійно усунути технічні збої, забезпечувати стабільність освітнього процесу та приймати кваліфіковані управлінські рішення щодо модернізації цифрової інфраструктури. Доведено, що глибинне розуміння діагностичних процедур (наприклад, POST-кодів), принципів термального менеджменту, особливостей гетерогенних архітектур процесорів та технологій апаратного кодування відео є не лише інженерною навичкою, але й необхідною педагогічною умовою для ефективної організації дистанційного та змішаного навчання. У дослідженні акцентовано увагу на тому, що викладання складних дисциплін вимагає впровадження інноваційних імерсивних та інтерактивних методик. Використання віртуальних симуляторів (зокрема PC Building Simulator), елементів гейміфікації та методу кейс-стаді створює безпечне, економічно виправдане середовище для розвитку психомоторних й аналітичних навичок здобувачів освіти.

Підсумовано, що з огляду на безпрецедентні темпи еволюції комп'ютерної інженерії, традиційні закриті моделі університетської освіти втрачають свою ефективність. Доведено необхідність побудови відкритих освітніх екосистем, де синергія формального та неформального навчання (через інтеграцію в академічні програми сертифікованих курсів провідних IT-корпорацій, як-от Cisco) забезпечує безперервну актуалізацію знань фахівців. Перспективи подальших наукових розвідок окреслюють необхідність дослідження дидактичного потенціалу систем генеративного штучного інтелекту як колаборативного інструменту в освіті, розробку спеціалізованих гейміфікованих мобільних додатків для мікронавчання комп'ютерної архітектури, а також теоретико-правове обґрунтування механізмів імплементації результатів неформальної освіти та галузевих сертифікатів у межі формальної підготовки майбутніх педагогів.

Ключові слова: інформатична компетентність; архітектура обчислювальних систем; педагоги професійного навчання; цифрові технології; апаратна автономність; імерсивні технології навчання; відкриті освітні екосистеми.

HEDZYK Andrii –

PhD, Senior Lecturer at the Department of Professional Education and Technologies by Profiles

Uman National University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2330-4395>

e-mail: andriihedzyk@gmail.com

FEATURES OF STUDYING COMPUTING SYSTEMS ARCHITECTURE IN THE PROCESS OF FORMING THE INFORMATICS COMPETENCE OF FUTURE PROFESSIONAL EDUCATION TEACHERS OF DIGITAL TECHNOLOGIES

The article considers the urgent problem of modernizing the professional training of teaching staff in the context of the global digital transformation of society. It is emphasized that the current level of professional competence among a significant portion of graduates from pedagogical higher educational institutions often does not meet rapid technological challenges, as the future specialist is primarily formed as a "confident user" of applied software rather than a competent research engineer. Given this, the purpose of the study is the theoretical substantiation and practical disclosure of the pedagogical and methodological features of studying the discipline "Computing Systems Architecture" as a fundamental component of the process of forming the informatics competence of future professional education teachers of digital technologies. This discipline is considered a critical bridge between the abstract world of software algorithms and the physical level of hardware.

The author substantiates the concept of the teacher's "hardware autonomy", which implies the ability to independently eliminate technical failures, ensure the stability of the educational process, and make qualified management decisions regarding the modernization of digital infrastructure. It is proven that an in-depth understanding of diagnostic procedures (e.g., POST codes), principles of thermal management, features of heterogeneous processor architectures, and hardware video encoding technologies is not only an engineering skill but also a necessary pedagogical condition for the effective organization of distance and blended learning. The study emphasizes that

teaching technically complex disciplines requires the implementation of innovative immersive and interactive methods. The use of virtual simulators (in particular, PC Building Simulator), gamification elements, and the case-study method creates a safe, economically justified environment for developing the psychomotor and analytical skills of students.

It is summarized that, given the unprecedented pace of computer engineering evolution, traditional closed models of university education are losing their effectiveness. The necessity of building open educational ecosystems is proven, where the synergy of formal and non-formal learning (through the integration of certified courses from leading IT corporations, such as Cisco, into academic programs) ensures the continuous updating of specialists' knowledge. Prospects for further scientific research outline the need to study the didactic potential of generative artificial intelligence systems as a collaborative tool in education, develop specialized gamified mobile applications for the microlearning of computer architecture, as well as provide a theoretical and legal substantiation for the mechanisms of implementing non-formal education results and industry certificates into the formal training of future teachers.

Key words: informatics competence; computing systems architecture; professional education teachers; digital technologies; hardware autonomy; immersive learning technologies; open educational ecosystems.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. У сучасному глобалізованому світі, де цифровізація охопила всі сфери людської діяльності, докорінно трансформуються вимоги до системи освіти та, зокрема, до рівня професійної підготовки педагогічних кадрів. Цифрова трансформація суспільства вимагає не просто адаптації існуючих навчальних програм, а створення принципово нових освітніх парадигм, у центрі яких перебуває фахівець нового типу. У цьому контексті стратегічного значення набуває підготовка педагогів професійного навчання із цифрових технологій, які стають не лише ретрансляторами знань, але й ключовими агентами та провідниками позитивних інноваційних змін у суспільстві.

Складність сучасної інформаційної інфраструктури диктує нові умови: ефективно здійснювати освітній процес, забезпечувати відповідальне використання засобів цифрових технологій для управління інформаційними потоками, комунікації та створення високоякісного контенту здатна лише глибоко інформаційно грамотна особистість. Водночас науковці та практики фіксують тривожну тенденцію: наявна професійна компетентність значної частини випускників педагогічних закладів вищої освіти часто не відповідає стрімким викликам цифрового суспільства. Ця невідповідність зумовлена насамперед поверхневим підходом до розуміння комп'ютерних технологій, де майбутній фахівець формується переважно як впевнений користувач прикладного програмного забезпечення, але не як інженер-дослідник, здатний осягнути глибинні апаратні та системні процеси.

Саме тому фундаментальне значення у структурі фахової підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю А5.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)» відіграє вивчення апаратних дисциплін, центральне місце серед яких посідає архітектура обчислювальних систем. Ця дисципліна виступає своєрідним мостом між абстрактним світом програмних алгоритмів та фізичним світом електроніки. Її опанування дозволяє сформувати інтегроване бачення комп'ютера як складної багаторівневої системи, що є базисом для розвитку інженерного та обчислювального мислення, навичок проєктування, а також здатності ефективно навчати майбутніх кваліфікованих робітників для ІТ-індустрії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку педагогічної науки функціонує розгалужена система термінів для опису навичок і компетентностей у сфері інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Дослідники активно оперують такими поняттями, як «цифрова компетентність», «інформаційно-цифрова компетентність», «інформаційно-комунікаційна компетентність», «інформатична компетентність», «медіа-компетентність», «цифрова грамотність» та «цифрова культура». Ця термінологічна полісемія відображає багатогранність та постійну еволюцію феномену взаємодії людини з інформаційними системами. Дослідження науковців (зокрема Н. Сороко, О. Спіріна [12], О. Гриценчук, І. Іванюк, С. Литвинової, Н. Морзе [5, 10, 11] та ін.) науково обґрунтовують питання цифрової грамотності, оцінювання ІК-компетентності та її впливу на професійне становлення.

Таблиця 1

Термін	Специфіка тлумачення в науковому дискурсі
Інформаційно-комунікаційна компетентність	Найбільш уживане поняття, що трактується як здатність людини застосовувати ІКТ у житті, навчанні та роботі, а також здатність постійно й автономно розвивати цю навичку.
Цифрова компетентність	Інтегративне утворення, що є ширшим за технічні навички і охоплює технічний, когнітивний та етичний компоненти використання цифрового середовища.
Інформатична компетентність	Відображає операційно-діяльнісний компонент інформаційної культури людини; інтегрована сукупність знань та вмій у галузі комп'ютерної інженерії, алгоритмізації та моделювання.
ІТ-культура (Цифрова культура)	Найширший концепт, що включає психологічну компоненту: інформатичний світогляд, мотивацію до використання інновацій, прагнення до впровадження ІТ в освітній процес.

Важливо зазначити, що інформатична компетентність визнається інваріантною складовою професіоналізму педагога: знання, уміння і здатності щодо використання ІКТ не залежать виключно від змісту його вузької професійної діяльності, а є фундаментальною основою для повсякденного життя та безперервного професійного самовизначення.

Спроби звузити поняття інформатичної компетентності лише до її діяльнісної складової (як сукупності знань та вмій для виконання конкретних

операцій) не відображають усієї складності підготовки педагога. Загальноприйнята психологічна структура компетентності обов'язково включає мотиваційно-сміслові та рефлексивні детермінанти.

Зокрема, концепція ІТ-культури особистості вчителя, яка є ширшою за базову ІТ-компетентність, передбачає наявність потужного психологічного компонента. Він включає формування інноваційного та інформатичного світогляду, внутрішню мотивацію особистості на необхідність формування професійно

спрямованої IT-готовності, удосконалення особистісних здібностей до навчання впродовж життя, а також уміння аналітично, творчо та критично мислити. Майбутній компетентний педагог професійного навчання повинен активно демонструвати прагнення до професійного зростання та бути психологічно готовим до впровадження прогресивних інновацій, що відповідають вимогам сучасного цифрового соціуму.

Отже, смислові контури понять «інформаційна культура особистості» та «інформатична компетентність» практично збігаються, якщо розглядати їх через призму культури інформаційної діяльності. У цьому розрізі вивчення складних інженерних дисциплін, таких як архітектура обчислювальних систем, постає не просто як засвоєння фактів про будову комп'ютерів, а як інструмент формування системного аналітичного мислення та розвитку епістемологічної глибини педагога.

У світовій практиці викладання архітектури обчислювальних систем (Comp-Arch) існує суперечка щодо балансу між теорією та практикою. Дослідники стверджують, що традиційні методи, орієнтовані на абстрактні моделі, є малоєфективними та знижують мотивацію студентів. На противагу цьому, Doğan M., Oztoprak K., Tolun M. [2] довели, що проектування власних процесорів «від бітів до байтів» через симулятори значно підвищує рівень знань та професійну впевненість.

Щодо стратегій підготовки, то Hsu та Lin [4, с. 15] зазначають, що найбільший вплив на формування компетентності мають стратегії «рефлексії» та «дизайну інструкцій», тоді як Baran E., Canbazoglu Bilici S., Albayrak Sari A., Tondeur J. [1, с. 367] вважають найбільш вживаним у педагогічних вишах метод «педагога як рольової моделі».

Останні дослідження 2024–2025 років фокусуються на імерсивних технологіях:

- **Доповнена реальність (AR):** Sugihartini N. та Swisnandy I. [9, с. 475] експериментально підтвердили, що інтеграція AR із проектним навчанням (PjBL) дає значно вищі результати, ніж звичайне використання AR або традиційні лекції, оскільки створює інтерактивне та контекстуальне середовище.

- **Симуляційне навчання:** Musril H. A., Jasmiendi J., Hurrhahman M. [6] та Fahrurrozi, Syahrul S., Malik N. [3] виявили, що використання віртуальних лабораторій (наприклад, PC Building Simulator) не лише економить кошти, а й дозволяє студентам розвивати психомоторні навички безпечно, без ризику пошкодити дороге обладнання.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичному розкритті педагогічних і методичних особливостей вивчення дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» як фундаментальної складової процесу формування інформатичної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання із цифрових технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування інформатичної компетентності у майбутніх педагогів професійного навчання із цифрових технологій неможливе без ґрунтового вивчення архітектури обчислювальних систем, яка виступає фундаментом для розуміння всіх подальших процесів обробки, передачі та захисту інформації.

Навчальна дисципліна «Архітектура обчислювальних систем» (та її варіації, як-от «Архітектура комп'ютерів», «Архітектура і функціонування обчис-

лювальних систем») відноситься до групи професійно-практичних дисциплін і є невід'ємною частиною циклу професійно-орієнтованої підготовки. Вона викладається, як правило, на 2-3 курсах навчання і формує теоретичний та практичний фундамент для аналізу комп'ютерних систем і технологій обробки інформації.

Традиційний підхід до вивчення архітектури обчислювальних систем часто обмежувався теоретичним розглядом класичної архітектури фон Неймана, що в умовах сучасної професійної освіти є недостатнім. Для майбутнього педагога цифрових технологій розуміння внутрішньої будови комп'ютера повинно трансформуватися у практичну здатність забезпечувати безперебійність навчального процесу в умовах реальних технічних викликів. Концепція «апаратної автономності» передбачає, що викладач володіє достатнім рівнем знань для самостійного усунення типових несправностей, що не лише підвищує ефективність занять, а й формує психологічну стійкість та авторитет фахівця в очах студентів.

Процес формування інформатичної компетентності повинен починатися з вивчення критичних фаз запуску системи. Розуміння процедури POST (Power-On Self-Test) є ключовим для ідентифікації проблем на етапі, коли операційна система ще не завантажена. Студенти повинні опанувати методику інтерпретації діагностичних сигналів, які подає материнська плата через системний динамік або світлодіодні індикатори. Вивчення звукових кодів BIOS/UEFI дозволяє викладачу за лічені секунди визначити несправність, таку як помилка ініціалізації оперативної пам'яті або графічного адаптера, що є критично важливим під час проведення занять у комп'ютерних класах.

Майбутній фахівець з цифрових технологій має вміти розробляти та застосовувати алгоритми пошуку несправностей для різноманітних сценаріїв: від проблем із блоком живлення до некоректної роботи периферійних пристроїв. Усунення збоїв у роботі апаратного та програмного забезпечення розглядається як інтегрована діяльність. Використання системних утиліт, таких як «Диспетчер пристроїв» або «Диспетчер завдань», дозволяє студентам аналізувати навантаження на компоненти та ідентифікувати конфлікти драйверів, що часто є причиною нестабільної роботи під час відео-конференцій або виконання ресурсоемних завдань. Це формує цілісне бачення обчислювальної системи як динамічного середовища, де апаратна частина та програмне забезпечення перебувають у безперервній взаємодії.

Педагог професійного навчання у сфері цифрових технологій часто виконує функції IT-консультанта в навчальному закладі, відповідаючи за вибір, закупівлю та модернізацію комп'ютерного парку. Тому розуміння архітектурних особливостей сучасних компонентів, таких як багатоядерні процесори та інтегрована графіка, є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Вивчення принципів роботи сучасних CPU вимагає розуміння гетерогенних архітектур, де поєднуються продуктивні та енергоефективні ядра. Для педагога це знання є прикладним: воно дозволяє пояснити різницю в автономності роботи ноутбука під час написання методичних матеріалів та під час проведення онлайн-трансляції заняття. Важливим аспектом є термальний троттлінг (thermal throttling) –

механізм захисту, який автоматично знижує тактову частоту при досягненні критичних температур.

Студенти повинні розуміти, що термальний менеджмент – це не лише питання довговічності «заліза», а й фактор стабільності освітнього процесу. Перегрів системи під час трансляції через OBS або Zoom призводить до затримок відео (stuttering) та розсинхронізації звуку, що негативно впливає на сприйняття матеріалу учнями. Використання програм моніторингу (HWMonitor, MSI Afterburner) дозволяє майбутнім педагогам наочно побачити зв'язок між навантаженням, температурою та частотою роботи процесора.

У процесі формування інформатичної компетентності особлива увага приділяється можливостям інтегрованої та дискретної графіки для виконання специфічних педагогічних завдань, таких як рендеринг навчальних роликів або стрімінг занять у реальному часі. Порівняння технологій апаратного кодування відео, таких як Intel QuickSync та NVIDIA NVENC, дозволяє студентам зрозуміти переваги кожної архітектури.

Для вчителя, який працює на мобільному пристрої (ноутбучі), використання QuickSync часто є кращим варіантом, оскільки воно забезпечує високу швидкість кодування при мінімальному навантаженні на центральний процесор та меншому виділенні тепла порівняно з програмним кодуванням x264. Знання про підтримку сучасними процесорами (12-го покоління Intel та новіше) 10-бітних форматів HEVC/AV1 є критичним при виборі техніки для створення професійного контенту. Розуміння цих нюансів дозволяє педагогу оптимізувати налаштування трансляції (бітрейт, роздільна здатність) так, щоб забезпечити найкращу якість при наявних апаратних ресурсах.

Ергономічний аспект вивчення архітектури обчислювальних систем пов'язує технічні характеристики «заліза» з фізичним благополуччям викладача та студента. В умовах дистанційного навчання робоче місце стає частиною освітнього середовища, і його правильна організація безпосередньо впливає на ефективність праці. Розуміння архітектурних відмінностей між десктопами, моноблоками та ноутбуками дозволяє педагогу обрати оптимальний форм-фактор для конкретних умов роботи. Використання сучасних інтерфейсів, таких як USB-C Power Delivery та Thunderbolt, відкриває можливості для створення «чистого» робочого простору за допомогою док-станцій. Це дозволяє підключати зовнішні монітори, периферію та живлення через один кабель, що значно підвищує мобільність викладача.

Викладання технічно складних дисциплін майбутнім педагогам вимагає використання інноваційних методик, які б не лише забезпечували засвоєння матеріалу, а й демонстрували можливості сучасних освітніх технологій. Гейміфікація, віртуальні симулятори та проектне навчання (PBL) стають основними інструментами у цьому процесі. Застосування віртуальних симуляторів збірки ПК, таких як PC Building Simulator, дозволяє вирішити проблему обмеженого доступу до реального сучасного обладнання. У віртуальному середовищі студенти можуть без ризику пошкодження компонентів експериментувати з топовими відеокартами, системами водяного охолодження та складним кабель-менеджментом. Дослідження показують, що студенти, які використовують симулятори, демонструють вищі результати у когнітивній та

психомоторній сферах порівняно з традиційними методами навчання.

Симулятори надають наступні переваги:

1. Економічна ефективність: Можливість «працювати» з комплектуючими, вартість яких виходить за межі бюджету закладу освіти.

2. Безпека: Відсутність ризику ураження електричним струмом або пошкодження чутливих роз'ємів (наприклад, ніжок сокета CPU) на етапі навчання.

3. Широта охоплення: Студенти вивчають сотні варіантів сумісності комплектуючих, що неможливо реалізувати у фізичній лабораторії.

Проте важливо розуміти, що симулятор є лише етапом підготовки. Фінальна стадія навчання обов'язково має включати роботу з реальним «залізом», де студенти вчаться відчувати зусилля при затисканні важеля сокета або встановленні модулів пам'яті до характерного клацання.

Для активізації уваги студентів та перевірки технічних знань доцільно використовувати платформи Kahoot та Quizizz. Це дозволяє в ігровій формі засвоювати складну термінологію (наприклад, відмінності між DDR4 та DDR5, типи сокетів AM4/LGA1700 тощо). Створення квестових модулів у системі Moodle або Google Classroom, де перехід на наступний рівень вимагає успішного вирішення технічної задачі, стимулює студентів до самостійного пошуку інформації.

Метод кейс-стаді (case-study) є надзвичайно ефективним для підготовки педагогів професійного навчання. Викладач пропонує студентам реальну професійну ситуацію, наприклад: «Навчальний заклад отримав грант на закупівлю техніки для кабінету робототехніки. Сформуйте специфікацію системних блоків, враховуючи вимоги до процесора для компіляції коду та відеокарти для 3D-моделювання, забезпечивши при цьому енергоефективність системи». Робота в групах над такими кейсами розвиває аналітичні здібності, вміння обґрунтовувати свій вибір та навички командної взаємодії, що є ключовими для майбутньої педагогічної діяльності.

Розуміння того факту, що цифрові технології та комп'ютерна архітектура еволюціонують безпрецедентними темпами, вимагає перегляду традиційних, закритих моделей формальної університетської освіти. Знання, отримані на першому курсі, можуть частково втратити актуальність до моменту випуску бакалавра.

Тому сучасна стратегія підготовки майбутніх педагогів із цифрових технологій має спиратися на концепцію відкритих освітніх екосистем. Ця концепція передбачає тісну співпрацю між закладами вищої освіти, ІТ-компаніями, професійними спільнотами та неурядовими організаціями. Підкреслюється роль неформальної освіти як інструменту гнучкого й динамічного оновлення професійних знань, що задовольняє потреби індивідуалізації, адаптивності та самостійного безперервного розвитку фахівця.

Принципи модульності, фрактальності та відкритості освітньої системи дозволяють органічно вплітати зовнішні сертифіковані курси в академічну програму. Як приклад практичної реалізації такого підходу, у підготовці студентів з дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» обов'язковим елементом самостійної роботи визначається проходження відповідних спеціалізованих курсів у мережних академіях, зокрема Cisco.

Студенти не лише отримують консультації від викладачів кафедр, але й взаємодіють із глобальними матеріалами провідних технологічних корпорацій. Такий підхід гарантує, що знання майбутніх викладачів щодо розгортання комп'ютерних мереж та архітектури кінцевих пристроїв будуть відповідати найсучаснішим галузевим стандартам, а їхня інформатична компетентність постійно синхронізуватиметься з пульсом світової ІТ-індустрії.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Формування інформатичної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання із цифрових технологій є багатовимірним і динамічним процесом, який вимагає рішучого відходу від традиційної парадигми підготовки «впевненого користувача» на користь формування компетентного інженера-дослідника. У цьому контексті дисципліна «Архітектура обчислювальних систем» відіграє роль фундаментального мосту між абстрактним світом програмного забезпечення та фізичним апаратним рівнем, забезпечуючи здобувачам освіти цілісне і глибинне розуміння процесів обробки, збереження та передачі інформації. Опанування майбутніми фахівцями діагностичних процедур, таких як аналіз POST-кодів чи звукових сигналів BIOS, розуміння принципів термального менеджменту та особливостей гетерогенних архітектур сучасних процесорів формує так звану «апаратну автономність». Ця автономність постає не просто суто технічною навичкою, а критично важливою педагогічною умовою забезпечення стабільності та безперервності освітнього процесу. Вона дозволяє викладачу самостійно усувати технічні збої, оптимізувати роботу з медіаконтентом під час проведення дистанційних занять та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо модернізації цифрової інфраструктури закладу освіти. Ефективне засвоєння такого складного інженерного матеріалу можливе лише за умови впровадження інноваційних імерсивних та інтерактивних методик викладання. Використання віртуальних лабораторій та симуляторів (зокрема PC Building Simulator), гейміфікованих платформ для перевірки знань і методу кейс-стаді для вирішення реальних професійних завдань суттєво підвищує внутрішню мотивацію студентів, створюючи економічно виправдане та безпечне середовище для розвитку психомоторних та аналітичних навичок. Водночас стрімка еволюція комп'ютерної інженерії диктує неминучу необхідність трансформації закритих моделей формальної вищої освіти. Лише синергія формального та неформального навчання, що реалізується через органічну інтеграцію сертифікованих курсів провідних ІТ-корпорацій (наприклад, мережевих академій Cisco) в академічні програми університетів, здатна забезпечити безпервну актуалізацію фахових знань педагогів та їхню повну синхронізацію з вимогами сучасної ІТ-індустрії.

Проблема формування інформатичної компетентності у процесі фахової підготовки педагогів професійного навчання залишається надзвичайно складною і потребує подальшого системного наукового пошуку. Одним із найбільш перспективних векторів майбутніх розвідок вбачається дослідження дидактичного потенціалу систем штучного інтелекту як колаборативного інструменту в освітньому процесі. Зокрема, актуальним є вивчення можливостей застосування генеративного ШІ для автоматизації написання діагностичних скриптів, аналізу продуктивності обчислювальних систем та

спільного генерування науково-навчальних матеріалів. Особливої уваги науковців заслуговує напрям розробки та впровадження спеціалізованих гейміфікованих платформ для мікронавчання. Створення інноваційних мобільних додатків, орієнтованих на інтерактивне, поетапне засвоєння архітектури персонального комп'ютера, профільної ІТ-термінології та алгоритмів усунення апаратних збоїв, може суттєво оптимізувати та урізноманітнити самостійну роботу здобувачів освіти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Baran E., Canbazoglu Bilici S., Albayrak Sari A., Tondeur J. Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 50. No. 1. P. 357–370.
2. Doğan M., Oztoprak K., Tolun M. Teaching computer architecture by designing and simulating processors from their bits and bytes. *PeerJ Computer Science*. 2024. URL: <https://peerj.com/articles/cs-1818/>.
3. Fahrurrozi, Syahrul S., Malik N. Pengaruh Penerapan Aplikasi PC Building Simulator dalam Merakit Komputer pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Komputer Terhadap Hasil Belajar Siswa di SMK Muhammadiyah Marioriwawo Kabupaten Soppeng. Makassar : Universitas Negeri Makassar, 2020.
4. Hsu Y.-Y., Lin C.-H. Evaluating the effectiveness of a preservice teacher technology training module incorporating SQD strategies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020. Vol. 17. No. 1. P. 1–17.
5. Morze N. V., Strutynska O. V. Model of the competences in educational robotics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*. 2022. Vol. 2. P. 495–505.
6. Musril H. A., Jasmienti J., Hurrachman M. Implementasi Teknologi Virtual Reality Pada Media Pembelajaran Perakitan Komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*. 2020. Vol. 9. No. 1. P. 83–95.
7. Simkins D., Decker A. Examining the intermediate programmers understanding of the learning process. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Piscataway : IEEE, 2016. P. 1–4.
8. Strutynska O. V., Torbin G. M., Umryk M. A., VERNYDUB R. M. Digitalization of the educational process for the training of the pre-service teachers. *CTE Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 8. P. 179–199.
9. Sugihartini N., Swisnandy I. G. A. M. Augmented reality in computer systems integrated with project-based learning in vocational schools. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*. 2025. Vol. 6. No. 2. P. 465–478.
10. Морзе Н. В. Як навчати вчителів, щоб комп'ютерні технології перестали бути дивом у навчанні? *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 6 (86). С. 10.
11. Морзе Н. В., Воротникова І. П. Модель ІКТ-компетентності вчителів. *ScienceRise: Pedagogical Education*. 2016. № 10 (6). С. 4–9.
12. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) в освіті. *Енциклопедія освіти / Нац. акад. пед. наук України*. Київ : Юрінком Інтер, 2021. С. 426–427.
13. Формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів початкової школи. *Народна освіта*. [Електронний ресурс]. URL: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5548.
14. Журенко М. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя інформатики в умовах неформальної освіти. *Path of Science*. 2025. Т. 11. № 5. [Електронний ресурс]. URL: <https://pathofscience.org/index.php/ps/article/download/3544/1717>

REFERENCES

1. Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Albayrak Sari, A., & Tondeur, J. (2019). Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*. 50(1). P. 357–370. [in English]
2. Doğan, M., Oztoprak, K., & Tolun, M. (2024). Teaching computer architecture by designing and simulating

processors from their bits and bytes. PeerJ Computer Science. URL: <https://peerj.com/articles/cs-1818/> [in English]

3. Fahrurrozi, Syahrul, S., & Malik, N. (2020). Pengaruh penerapan aplikasi PC building simulator dalam merakit komputer pada mata pelajaran dasar-dasar komputer terhadap hasil belajar siswa di SMK Muhammadiyah Marioriwawo Kabupaten Soppeng. Makassar : Universitas Negeri Makassar. [in Indonesian]

4. Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly [Formation of information and digital competence of future primary school teachers]. (2020). Narodna osvita. URL: https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=5548 [in Ukrainian]

5. Hsu, Y.-Y., & Lin, C.-H. (2020). Evaluating the effectiveness of a preservice teacher technology training module incorporating SQD strategies. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 17(1). P. 1–17. [in English]

6. Morze, N. V. (2010). Yak navchaty vchyteliv, shchob kompiuterni tekhnolohii perestaly buty dyvom u navchanni? [How to teach teachers so that computer technologies stop being a miracle in learning?]. Kompiuter u shkoli ta sim'i. 6(86). 10 s. [in Ukrainian]

7. Morze, N. V., & Strutynska, O. V. (2022). Model of the competences in educational robotics. Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology. №2. P. 495–505. [in English]

8. Morze, N. V., & Vorotnykova, I. P. (2016). Model IKT-kompetentnosti vchyteliv. ScienceRise: Pedagogical Education. 10(6). S. 4–9. [in Ukrainian]

9. Musril, H. A., Jasmienti, J., & Hurrahman, M. (2020). Implementasi teknologi virtual reality pada media pembelajaran perakitan komputer [Implementation of virtual reality technology in computer assembly learning media]. Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI). 9(1). S. 83–95. [in Indonesian]

10. Simkins, D., & Decker, A. (2016). Examining the intermediate programmers understanding of the learning process [How to train teachers so that computer technology ceases to be a miracle in education?]. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). S. 1–4. [in Ukrainian]

11. Spirin, O. M. (2021). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii (IKT) v osviti [Model of ICT competence for teachers]. ScienceRise Entsyklopediia osvity. Kyiv : Yurinkom Inter. S. 426–427. [in Ukrainian]

12. Strutynska, O. V., Torbin, G. M., Umryk, M. A., & Vernydub, R. M. (2021). Digitalization of the educational process for the training of the pre-service teachers [Information and communication technologies (ICT) in education]. CTE Workshop Proceedings. №8. S. 179–199. [in Ukrainian]

13. Sugihartini, N., & Swisnandy, I. G. A. M. (2025). Augmented reality in computer systems integrated with project-based learning in vocational schools [Formation of information and digital competence of future primary school teachers]. Indonesian Journal of Educational Development (IJED). 6(2). S. 465–478. [in Ukrainian]

14. Zhurenko, M. (2025). Formuvannia tsyfrovoi kompetentnosti maibutnoho vchytelya informatyky v umovakh neformalnoi osvity [Formation of digital competence of a future computer science teacher in conditions of non-formal education]. Path of Science. 11(5). URL: <https://pathofscience.org/index.php/ps/article/download/3544/1717> [in Ukrainian]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ГЕДЗИК Андрій – доктор філософії, старший викладач кафедри професійної освіти та технологій за профілями Уманського національного університету.

Наукові інтереси: особливості вивчення архітектури обчислювальних систем у процесі формування інформатичної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання із цифрових технологій.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

HEDZYK Andrii – PhD, Senior Lecturer at the Department of Professional Education and Technologies by Profiles Uman National University.

Scientific interests: features of studying computing systems architecture in the process of forming the informatics competence of future professional education teachers of digital technologies.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК: 378.016:81

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-565-571

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

ЧУБУКІНА Ольга –

кандидат філологічних наук, доцент,
доцент кафедри іноземних мов
Національного аерокосмічного університету «ХАІ»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6960-3497>
e-mail: o.chubukina@khai.edu

ТАНЬКО Євгенія –

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри іноземних мов
Національного технічного університету «ХПІ»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4593-3512>
e-mail: yevheniiatan@gmail.com

ВРАКІНА Вікторія –

доцент кафедри іноземних мов
Національного технічного університету «ХПІ»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0134-2235>
e-mail: v.vrakina75@gmail.com

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

Суттєвим компонентом забезпечення результативної педагогічної взаємодії є зворотний зв'язок, який виступає цілісним механізмом. Ефективність інструментів зворотного зв'язку визначається їхньою здатністю забезпечувати якісне вдосконалення освітнього процесу та підвищення рівня засвоєння знань. Їх застосування сприяє розвитку професійних і комунікативних компетентностей здобувачів освіти, а також активізації їхньої навчальної діяльності. Зростання академічної успішності