

of Technological and Vocational Education Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University.

Scientific interests: training of future engineering specialists in the people's.

SYDORKO Nataliia – Teacher, Methodologist
Separate structural subdivision

«Boyarka professional college of the national university of life and environmental sciences of Ukraine».

Scientific interests: training of future engineering specialists in the people's.

Стаття надійшла до редакції 02.01.2026 р.
Стаття прийнята до друку 13.01.2026 р.

УДК 377.091.33:621.3

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-222-620-625

ЧЕРНЕНКО Олександр –

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри освітніх наук

Центральноукраїнського державного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7012-1797>

e-mail: Chernenko_O.V.fp@gmx.com

ФОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ У КОЛЕДЖАХ ЗАСОБАМИ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ

У статті обґрунтовано проблему формування діагностичної компетентності майбутніх фахівців з електротехніки в закладах фахової передвищої освіти (коледжах) засобами інноваційних технологій навчання. На основі аналізу міжнародного та вітчизняного наукового доробку розкрито сутність поняття «діагностична компетентність» фахівця з електротехніки, яку витлумачено як інтегративну професійно-особистісну якість, що виявляється у вмотивованій готовності та здатності застосовувати фахові знання й уміння для розпізнавання технічного стану електроустановок, виявлення й локалізації несправностей, прогнозування відмов та ухвалення обґрунтованих рішень. Визначено компонентний склад досліджуваного феномену (мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний, рефлексивно-оцінювальний компоненти). Уточнено зміст поняття «інноваційні технології навчання» та запропоновано їх класифікацію в контексті електротехнічної підготовки. Схарактеризовано дидактичний потенціал симуляційних технологій і віртуальних лабораторій, технологій віртуальної та доповненої реальності, проблемно-орієнтованого, проєктного й контекстного навчання, кейс-технологій, «перевернутого навчання», гейміфікації, цифрових двійників та адаптивного навчання для формування діагностичної компетентності. Обґрунтовано педагогічні умови результативного впровадження інноваційних технологій в освітній процес коледжу та запропоновано модель співвіднесення технологій із компонентами діагностичної компетентності. Результативне впровадження інноваційних технологій забезпечується комплексом педагогічних умов: системністю й дидактичною доцільністю їх застосування; поєднанням віртуального та реального складників діагностичної підготовки; проблемно-діялісною спрямованістю навчання; систематичним зворотним зв'язком і формувальним оцінюванням; готовністю викладача до застосування інноваційних технологій. Зроблено висновок, що цілеспрямоване застосування інноваційних технологій навчання забезпечує системне формування діагностичної компетентності як складової професійної майстерності майбутнього фахівця з електротехніки.

Ключові слова: діагностична компетентність, професійна майстерність, фахова передвища освіта, професійна освіта, вищі професійні коледжі, професійна підготовка у коледжах, фахові професійні коледжі, фахові молодші бакалаври, майбутні фахівці електротехніки, інноваційні технології навчання.

CHERNENKO Oleksandr –

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Educational Sciences of

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7012-1797>

e-mail: Chernenko_O.V.fp@gmx.com

FORMATION OF DIAGNOSTIC COMPETENCE OF FUTURE ELECTRICAL ENGINEERING SPECIALISTS IN COLLEGES BY MEANS OF INNOVATIVE LEARNING TECHNOLOGIES

The article substantiates the problem of forming the diagnostic competence of future electrical engineering specialists in institutions of professional pre-higher education (colleges) by means of innovative learning technologies. Based on the analysis of international and domestic scientific achievements, the essence of the concept of “diagnostic competence” of an electrical engineering specialist is revealed; it is interpreted as an integrative professional and personal quality manifested in the motivated readiness and ability to apply professional knowledge and skills for recognising the technical condition of electrical installations, detecting and localising faults, forecasting failures and making well-grounded decisions. The component structure of the studied phenomenon is determined (motivational-value, cognitive, operational-activity and reflexive-evaluative components). The content of the concept of “innovative learning technologies” is clarified and their classification is proposed in the context of electrical engineering training. The didactic potential of simulation technologies and virtual laboratories, virtual and augmented reality technologies, problem-, project- and context-based learning, the case method, flipped learning, gamification, digital twins and adaptive learning for the formation of diagnostic competence is characterised. The pedagogical conditions for the effective introduction of innovative technologies into the educational process of a college are substantiated, and a model correlating technologies with the components of diagnostic competence is proposed. The effective implementation of innovative technologies is ensured by a set of pedagogical conditions: the systematic and didactic appropriateness of their application; the combination of virtual and real components of diagnostic training; the problem-activity orientation of learning; systematic feedback and formative assessment; and the teacher's readiness to apply innovative technologies. It is concluded that the purposeful use of innovative learning technologies ensures the systematic formation of diagnostic competence as a component of the professional mastery of a future electrical engineering specialist.

Key words: diagnostic competence, professional skills, professional pre-higher education, professional education, higher professional colleges, professional training in colleges, professional professional colleges, professional junior bachelors, future electrical engineering specialists, innovative learning technologies.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Електроенергетика й електротехніка належать до базових галузей, від надійності яких залежить функціонування економіки та безпека життєдіяльності суспільства. Упровадження інтелектуальних електромереж, відновлюваних джерел енергії, систем автоматизованого керування й цифрового моніторингу стану обладнання докорінно змінює характер праці фахівця з електротехніки. Сучасний електротехнік середньої ланки, якого готують політехнічні коледжі, має не лише обслуговувати й ремонтувати електроустановки, а й оперативно діагностувати їхній технічний стан, виявляти приховані дефекти, прогнозувати відмови та ухвалювати обґрунтовані рішення в умовах підвищеного ризику. Це актуалізує проблему формування діагностичної компетентності як вагової складової професійної майстерності майбутнього фахівця [4].

«Закон України «Про фахову передвищу освіту» орієнтує заклади на формування у здобувачів здатності розв'язувати типові спеціалізовані задачі та практичні проблеми у відповідній галузі» [1], що в електротехнічній сфері неможливе без сформованих діагностичних умінь. «Водночас традиційні, переважно репродуктивні, методи навчання, орієнтовані на трансляцію готових знань, виявляються недостатніми для формування діагностичної компетентності, яка за своєю природою є діяльнісною, ситуативною й творчою. Розв'язання цієї суперечності потребує переходу до інноваційних технологій навчання, що ставлять студента в позицію активного суб'єкта діагностичної діяльності» [6; 9].

«Стрімкий розвиток цифрових засобів – симуляторів, віртуальних лабораторій, технологій віртуальної та доповненої реальності, цифрових двійників, адаптивних і гейміфікованих середовищ – відкриває принципово нові можливості для формування діагностичної компетентності в безпечних, але максимально наближених до реальних умов» [7; 8; 10]. Проте їх застосування в коледжах нерідко має епізодичний, несистемний характер і не спирається на цілісне педагогічне обґрунтування. Це зумовлює потребу теоретичного осмислення дидактичного потенціалу інноваційних технологій навчання та визначення педагогічних умов їх результативного використання для формування діагностичної компетентності майбутніх фахівців з електротехніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема формування діагностичної компетентності фахівця ґрунтується на засадах компетентнісного підходу. «Дослідники тлумачать компетентності як когнітивні здібності й уміння, поєднані з мотиваційною та вольовою готовністю застосовувати їх для розв'язання проблем» [5]. Такий погляд дає змогу розглядати діагностичну компетентність не як суму знань, а як інтегративну готовність діяти в конкретній професійній ситуації.

«Продуктивною є модель компетентності як континууму – динамічного переходу від когнітив-

них та афективно-мотиваційних диспозицій через ситуативно-специфічні навички до результативної дії» [5]. Подібна логіка є основою для проектування процесу формування діагностичної компетентності засобами інноваційних технологій навчання.

Феномен діагностичної компетентності системно опрацьований у міжнародних дослідженнях. «Діагностичні компетентності визначаються як індивідуальні диспозиції, що дають змогу застосовувати знання в діагностичних діях згідно з професійними стандартами задля збирання й інтерпретації даних і ухвалення якісних рішень» [4]. «Емпіричні розвідки підтверджують, що предметні й предметно-методичні знання статистично значуще пов'язані з діагностичними діями та точністю діагнозу» [4; 5].

Вагомий пласт досліджень присвячено інноваційним технологіям навчання. «Дидактичний потенціал симуляційного навчання обґрунтовано в дослідженнях, які доводять, що симуляційне навчання у вищій освіті має значний позитивний ефект на формування складних, зокрема діагностичних, компетентностей, особливо за умов педагогічної підтримки» [7; 8]. Це безпосередньо стосується підготовки електротехніків, для яких симуляція небезпечних діагностичних ситуацій є особливо цінною.

«Технології віртуальної реальності як інноваційний засіб навчання досліджено в систематичних оглядах, які доводять, що занурювальна віртуальна реальність дає змогу студентам досліджувати складні теми так, як не дозволяють традиційні методи навчання, а її перевага над менш імерсивними засобами є особливо помітною у природничих та інженерних галузях» [8; 10]. Це обґрунтовує доцільність застосування VR/AR-технологій у формуванні діагностичних умінь електротехніків.

В українському науковому дискурсі питання формування діагностичної компетентності розробляється в контексті професійної підготовки фахівців технічних спеціальностей. Зокрема, Т. М. Пашенко досліджує діагностичний аспект професійної компетентності викладача фахового коледжу, що має безпосереднє значення для організації освітнього процесу з формування діагностичних умінь студентів. Р. М. Горбатюк та Н. М. Білан обґрунтовують місце діагностичної компетентності в структурі професійної підготовки здобувачів вищої освіти, наголошуючи на необхідності спеціально організованого навчання для її розвитку. Ці напрацювання створюють підґрунтя для адаптації міжнародного досвіду до умов фахової передвищої освіти України.

Отже, наявний науковий доробок створює теоретичне підґрунтя дослідження. «Водночас проблема цілісного обґрунтування формування діагностичної компетентності саме майбутніх фахівців з електротехніки в умовах коледжу засобами інноваційних технологій навчання, із визначенням дидактичного потенціалу окремих технологій і

педагогічних умов їх упровадження, залишається недостатньо розробленою» [6; 9; 11].

Мета статті – теоретично обґрунтувати можливості формування діагностичної компетентності майбутніх фахівців з електротехніки у коледжах засобами інноваційних технологій навчання. Досягнення мети передбачає розв'язання таких завдань: 1) розкрити сутність і компонентну структуру діагностичної компетентності фахівця з електротехніки; 2) уточнити поняття «інноваційні технології навчання» та запропонувати їх класифікацію в контексті електротехнічної підготовки; 3) схарактеризувати дидактичний потенціал окремих інноваційних технологій і обґрунтувати педагогічні умови їх результативного впровадження для формування діагностичної компетентності.

Виклад основного матеріалу дослідження. «Поняття «діагностування» (від грец. *diagnōstikós* – здатний розпізнавати) позначає процес розпізнавання стану об'єкта на основі збирання, аналізу й інтерпретації інформації з подальшим формуванням висновку (діагнозу) і прогнозу. У професійній діяльності фахівця з електротехніки діагностування набуває специфічного змісту: це визначення технічного стану електроустановок, виявлення й локалізація несправностей (коротких замикань, обривів, погіршення ізоляції, порушень контактів), контроль параметрів електричних кіл, перевірка спрацювання апаратів захисту, оцінювання технічного стану електричних машин і апаратів, прогнозування залишкового ресурсу й ризиків відмов» [4].

Узагальнюючи наукові підходи, діагностичну компетентність майбутнього фахівця з електротехніки тлумачимо як інтегративну професійно-особистісну якість, що виявляється у вмотивованій готовності та здатності застосовувати систему електротехнічних знань, умінь і способів мислення для збирання, аналізу й інтерпретації інформації про технічний стан електроустановок і перебіг електротехнічних процесів з метою встановлення обґрунтованого діагнозу, прогнозування та ухвалення доцільних рішень [5]. Така дефініція узгоджується з тривимірною моделлю компетентності (диспозиції – ситуативні навички – результат) і підкреслює діяльну природу досліджуваного феномену.

У структурі діагностичної компетентності фахівця з електротехніки вирізняємо чотири взаємопов'язані компоненти. Мотиваційно-ціннісний компонент спонукає до діагностичної діяльності, формує інтерес до пошуку причин несправностей, настанову на точність і відповідальність, прагнення до фахового самовдосконалення. Когнітивний компонент забезпечує знанням основу: знання електротехніки, основ метрології та електровимірювань, будови й принципів роботи електроустаткування, нормативних параметрів, типових несправностей і логіки діагностичного пошуку. «Операційно-діяльнісний компонент реалізує компетентність у конкретних діях: уміння вимірювати електричні величини, читати схеми, проводити випробування, опрацьовувати й інтерпретувати дані, локалізувати несправності, форму-

лювати діагноз і прогноз, володіння приладами та цифровими діагностичними засобами» [7]. Рефлексивно-оцінювальний компонент забезпечує контроль, корекцію та розвиток: здатність контролювати й оцінювати власні діагностичні дії, критично аналізувати достовірність висновків, виявляти й виправляти помилки, коригувати спосіб діяльності.

«Єдність цих компонентів забезпечує цілісність діагностичної діяльності: мотивація спонукає до неї, когнітивний компонент забезпечує знанням основу, операційно-діяльнісний реалізує її в конкретних діях, а рефлексивно-оцінювальний забезпечує контроль, корекцію та розвиток» [4; 5].

«Під технологією навчання розуміємо науково обґрунтований, відтворюваний спосіб організації освітнього процесу, що гарантовано забезпечує досягнення запланованого результату. Інноваційними технологіями навчання вважаємо такі способи організації освітнього процесу, що ґрунтуються на нових ідеях, методах і засобах, змінюють традиційну (репродуктивну) логіку навчання на користь активної, дослідницької, особистісно орієнтованої діяльності студента й забезпечують вищу якість освітніх результатів» [6; 9]. Стосовно формування діагностичної компетентності електротехніків інноваційність технологій виявляється передусім у переході від трансляції знань про діагностику до занурення студента в реальну або модельну діагностичну діяльність.

У контексті електротехнічної підготовки доцільно виокремити такі групи інноваційних технологій навчання: 1) інформаційно-цифрові (симуляційні технології, віртуальні лабораторії, цифрові двійники, адаптивні навчальні системи); 2) імерсивні (технології віртуальної та доповненої реальності); 3) проблемно-діяльнісні (проблемно-орієнтоване, проектне, контекстне навчання, кейс-технологія); 4) інтерактивно-ігрові (гейміфікація, навчальні квести); 5) організаційно-гібридні («перевернуте навчання», змішане навчання) [8; 10; 11]. Така класифікація не є жорсткою: реальні освітні рішення часто інтегрують технології різних груп.

«Спільним для всіх інноваційних технологій є те, що вони ставлять студента в активну суб'єктну позицію, моделюють професійний контекст діагностичної діяльності, забезпечують високий рівень інтерактивності та систематичний зворотний зв'язок» [7; 8]. Саме ці властивості роблять інноваційні технології ефективним засобом формування діагностичної компетентності, природа якої є діяльною та ситуативною.

«Симуляційні технології та віртуальні лабораторії посідають чільне місце серед засобів формування діагностичної компетентності електротехніка. Програмні симулятори електричних кіл і віртуальні лабораторні стенди дають змогу багаторазово й безпечно відпрацьовувати діагностичні дії, моделювати різноманітні несправності (короткі замикання, обриви, відхилення параметрів, погіршення ізоляції), які складно або небезпечно відтворювати на реальному обладнанні» [7]. Студент самостійно проводить вимірювання, висуває й перевіряє діагностичні

гіпотези, локалізує несправність, отримує негайний зворотний зв'язок. Саме тут реалізується доведений потенціал симуляційного навчання щодо формування складних компетентностей.

«Технології віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності виводять симуляційне навчання на якісно новий рівень занурення. У віртуальному середовищі студент може «увійти» до розподільчої підстанції, оглянути комутаційну апаратуру, виконати діагностичні операції в умовах, що максимально відтворюють реальність, без ризику для життя й обладнання» [8; 10]. «Доповнена реальність дає змогу накладати на реальне обладнання цифрову інформацію – схеми, показники вимірювань, підказки щодо послідовності діагностичних дій. Систематичні огляди підтверджують, що імерсивна віртуальна реальність уможливило дослідження складних об'єктів у спосіб, недоступний традиційним методам, із вираженою перевагою саме в інженерних галузях» [8].

«Проблемно-орієнтоване навчання ставить студента перед автентичною діагностичною проблемою – наприклад, описом нештатної поведінки електроустановки, яку потрібно діагностувати. Розв'язуючи проблему, студент самостійно актуалізує потрібні знання, вибудовує логіку діагностичного пошуку, ухвалює рішення» [9]. «Така технологія безпосередньо розвиває операційно-діяльнісний і когнітивний компоненти діагностичної компетентності. Проектне навчання передбачає виконання студентами комплексних діагностичних проектів – наприклад, розроблення алгоритму технічного діагностування певного типу обладнання, складання діагностичної карти. Кейс-технологія, що ґрунтується на аналізі конкретних випадків відмов і аварій електроустановок, розвиває аналітичне й діагностичне мислення, уміння працювати з неповною та суперечливою інформацією» [11].

«Технологія «перевернутого навчання» дозволяє перенести засвоєння теоретичної основи діагностування в позааудиторне цифрове середовище (відеолекції, інтерактивні матеріали, тести), вивільнивши аудиторний час для практичної діагностичної діяльності під керівництвом викладача. Дана думка узгоджується з доведеною ефективністю змішаних форматів навчання» [6; 9]. «Гейміфікація та навчальні квести підвищують мотивацію до діагностичної діяльності, перетворюючи відпрацювання діагностичних умінь на захопливе змагання з пошуку несправностей, накопиченням балів, рівнями складності» [11].

Цифрові двійники електроустановок і адаптивні навчальні системи на основі штучного інтелекту відкривають перспективу персоналізації навчання: цифровий двійник дає змогу спостерігати за поведінкою обладнання в різних режимах і відпрацювати предиктивну діагностику, а адаптивна система вибудовує індивідуальну освітню траєкторію відповідно до рівня сформованості діагностичних умінь студента [10]. Узагальнене співвіднесення інноваційних технологій із компонентами діагностичної компетентності дозволяє цілеспрямовано добирати засоби навчання залежно від етапу підготовки.

«Результативність формування діагностичної компетентності засобами інноваційних технологій навчання забезпечується комплексом педагогічних умов. По-перше, системність і дидактична доцільність застосування інноваційних технологій: технології мають упроваджуватися не епізодично, а як цілісна система, підпорядкована меті формування діагностичної компетентності; вибір конкретної технології визначається тим, який компонент компетентності переважно формується, а не модністю засобу» [6; 9].

По-друге, поєднання віртуального та реального складників діагностичної підготовки. «Симуляції, VR/AR та цифрові двійники не замінюють, а готують і доповнюють роботу з реальним обладнанням: небезпечні чи складні діагностичні дії доцільно спершу відпрацьовувати в безпечному модельному середовищі, а потім переносити на реальні електроустановки під керівництвом викладача» [7; 8].

По-третє, проблемно-діялісна спрямованість навчання. «Інноваційні технології мають ставити студента в позицію активного діагноста, що самостійно висуває й перевіряє гіпотези, а не пасивного спостерігача; цьому слугують проблемні, проектні та кейсові завдання» [9; 11].

По-четверте, систематичний зворотний зв'язок і формувальне оцінювання. «Цифрові засоби забезпечують негайний зворотний зв'язок щодо правильності діагностичних дій; його доцільно доповнювати формувальним оцінюванням, що розвиває рефлексивно-оцінювальний компонент компетентності» [4; 5].

По-п'яте, готовність викладача до застосування інноваційних технологій. Викладач коледжу має володіти і діагностичною, і цифровою компетентностями, виконувати роль фасилітатора діагностичної діяльності, демонструвати зразки діагностичного мислення та конструктивно аналізувати помилки студентів [6]. Як наголошують дослідники інженерної освіти, жодна технологія не замінє педагогічної взаємодії, а лише підсилює її.

«Результативність формування діагностичної компетентності засобами інноваційних технологій доцільно оцінювати за чотирма критеріями, що відповідають її компонентам – мотиваційно-ціннісним, когнітивним, операційно-діялісним і рефлексивно-оцінювальним. На основі сукупності показників вирізняємо чотири рівні сформованості – низький (репродуктивний), середній (реконструктивний), достатній (продуктивний) та високий (творчий). На низькому рівні студент виконує діагностичні дії лише за зразком і під керівництвом; на середньому – застосовує відомі алгоритми у типових ситуаціях, але має труднощі з інтерпретацією даних; на достатньому – самостійно й обґрунтовано діагностує типові ситуації, адекватно оцінює власні дії; на високому – упевнено діагностує нестандартні ситуації, гнучко добирає методи, прогнозує та критично рефлексує над процесом і результатом» [4; 5].

Систематичне застосування інноваційних технологій навчання, що поєднують безпечно відпрацювання діагностичних дій у віртуальному середовищі з їх перенесенням у реальні умови,

забезпечує перехід студентів на вищі рівні сформованості діагностичної компетентності. «Запропонований підхід узгоджується із сучасними уявленнями про компетентність як континуум, про природу діагностичної діяльності та доведений ефективністю інноваційних технологій навчання» [7; 8; 9; 10]. «Його реалізація потребує відповідного матеріально-технічного й навчально-методичного забезпечення, а також цілеспрямованої підготовки викладацького складу, що відповідає завданням розвитку фахової передвищої освіти, визначеним чинним законодавством» [1; 2; 3].

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Інноваційні технології навчання – інформаційно-цифрові, імерсивні, проблемно-діяльнісні, інтерактивно-ігрові та організаційно-гібридні – є дієвим засобом формування діагностичної компетентності, оскільки ставлять студента в активну суб'єктну позицію, моделюють професійний контекст діагностичної діяльності, забезпечують інтерактивність і систематичний зворотний зв'язок. Кожна група технологій має специфічний дидактичний потенціал і переважно формує певні компоненти компетентності, що уможливило їх цілеспрямований добір.

Результативне впровадження інноваційних технологій забезпечується комплексом педагогічних умов: системністю й дидактичною доцільністю їх застосування; поєднанням віртуального та реального складників діагностичної підготовки; проблемно-діяльнісною спрямованістю навчання; систематичним зворотним зв'язком і формувальним оцінюванням; готовністю викладача до застосування інноваційних технологій. За дотримання цих умов застосування інноваційних технологій навчання забезпечує перехід студентів на вищі рівні сформованості діагностичної компетентності як складової професійної майстерності майбутнього фахівця з електротехніки.

Перспективи подальших досліджень убачаємо в розробленні та експериментальній перевірці методичної системи формування діагностичної компетентності майбутніх фахівців з електротехніки засобами інноваційних технологій навчання, а також в обґрунтуванні діагностичного інструментарію для вимірювання рівнів її сформованості.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Про фахову передвищу освіту : Закон України від 06.06.2019 № 2745-VIII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19> (дата звернення: 17.06.2026).
2. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> (дата звернення: 17.06.2026).
3. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 17.06.2026).
4. Foster W. T. Advancing Diagnostic Skills for Technology and Engineering Undergraduates: A Summary of the Validation Data. *Journal of Technology Education*. 2016. Vol. 28. № 1. P. 1–15. URL: <https://jte-journal.org/articles/10.21061/jte.v28i1.a.1>.

5. Dieck-Assad G., et al. Comparing Competency Assessment in Electronics Engineering Education: The i-Semester with Industrial Partner versus Traditional Program. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. № 19. Article 10721. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131910721>.

6. Miština J., Jurinova J., Hrmo R., Kristofiakova L. Design, development and implementation of e-learning course for secondary technical and vocational schools of electrical engineering in Slovakia. In: Auer M., Guralnick D., Simonics I. (eds) *Teaching and Learning in a Digital World*. ICL 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. Vol. 715. P. 915–925. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_104.

7. Sukardjo M., et al. Virtual Laboratory Design for Learning Electro-Pneumatic Practices in Vocational High Schools. *European Journal of Educational Research*. 2023. Vol. 12. № 4. P. 1745–1756. URL: <https://www.eur-jer.com/virtual-laboratory-design-for-learning-electro-pneumatic-practices-in-vocational-high-schools>.

8. Liu Y., et al. A systematic review of VR/AR applications in vocational education: models, affects, and performances. *Virtual Reality*. 2023. URL: <https://virtualrealityvet.com/assets/dosyalar/1719421871.pdf>.

9. Li Y., et al. Innovative teaching practice in vocational education using smart technology: a case study of cement production course. *European Journal of Educational Research*. 2025. URL: <https://www.ejmste.com/download/innovative-teaching-practice-in-vocational-education-using-smart-technology-a-case-study-of-cement-production-17491.pdf>.

10. Amorosini A., et al. XR-Enabled Immersive Training for Industry 5.0. *CEUR Workshop Proceedings*. 2025. Vol. 4120. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-4120/paper1.pdf>.

11. Kumar N. Innovative Approaches of E-Learning in College Education. *EL Journal*. 2024. URL: <https://www.el-journal.org/index.php/journal/article/view/19>.

REFERENCES

1. Pro fakhovu peredvysychu osvitu: Zakon Ukrainy № 2745-VIII [On professional pre-higher education: Law of Ukraine No. 2745-VIII]. (2019). Verkhovna Rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19> [in Ukrainian]
2. Pro osvitu: Zakon Ukrainy № 2145-VIII [On education: Law of Ukraine No. 2145-VIII]. (2017). Verkhovna Rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> [in Ukrainian]
3. Pro vyshchu osvitu: Zakon Ukrainy № 1556-VII [On higher education: Law of Ukraine No. 1556-VII]. (2014). Verkhovna Rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> [in Ukrainian]
4. Foster, W. T. (2016). Advancing diagnostic skills for technology and engineering undergraduates: A summary of the validation data. *Journal of Technology Education*. 28(1). S. 1–15. URL: <https://jte-journal.org/articles/10.21061/jte.v28i1.a.1> [in English]
5. Dieck-Assad, G., et al. (2021). Comparing competency assessment in electronics engineering education: The i-Semester with industrial partner versus traditional program. *Sustainability*. 13(19). Article 10721. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131910721> [in English]
6. Miština, J., Jurinova, J., Hrmo, R., & Kristofiakova, L. (2018). Design, development and implementation of e-learning course for secondary technical and vocational schools of electrical engineering in Slovakia. In M. Auer, D. Guralnick, & I. Simonics (Eds.), *Teaching and Learning in a Digital World*. ICL 2017. *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 715, pp. 915–925). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_104 [in English]
7. Sukardjo, M., et al. (2023). Virtual laboratory design for learning electro-pneumatic practices in vocational high

schools. European Journal of Educational Research. 12(4). S. 1745–1756. URL: <https://www.eu-jer.com/virtual-laboratory-design-for-learning-electro-pneumatic-practices-in-vocational-high-schools> [in English]

8. Liu, Y., et al. (2023). A systematic review of VR/AR applications in vocational education: Models, affects, and performances. Virtual Reality. URL: <https://virtualrealityvet.com/assets/dosyalar/1719421871.pdf> [in English]

9. Li, Y., et al. (2025). Innovative teaching practice in vocational education using smart technology: A case study of cement production course. European Journal of Educational Research. URL: <https://www.ejmste.com/download/innovative-teaching-practice-in-vocational-education-using-smart-technology-a-case-study-of-cement-production-17491.pdf> [in English]

10. Amorosini, A., et al. (2025). XR-enabled immersive training for Industry 5.0. CEUR Workshop Proceedings. 4120. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-4120/paper1.pdf> [in English]

11. Kumar, N. (2024). Innovative approaches of e-learning in college education. EL Journal. URL:

<https://www.el-journal.org/index.php/journal/article/view/19> [in English]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ЧЕРНЕНКО Олександр – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри освітніх наук Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: професійна підготовка майбутніх фахівців.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

CHERNENKO Oleksandr – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Educational Sciences of Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University.

Scientific interests: professional training of future specialists.

Стаття надійшла до редакції 02.01.2026 р.

Стаття прийнята до друку 13.01.2026 р.