



Професійна освіта

УДК 37.02

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17704705>

Методика експериментальної перевірки моделі формування цифрової компетентності фахових молодших бакалаврів

Бубній Сергій Михайлович

аспірант кафедри педагогіки та інноваційної освіти, Національного університету «Львівська політехніка» м. Львів, вул. Степана Бандери, 12, 79000, ORCID:

<https://orcid.org/0009-0007-8182-6371>

Прийнято: 10.11.2025 | Опубліковано: 25.11.2025

***Анотація:** Стаття присвячена одній з актуальних проблем професійної освіти - розробці валідного інструментарію для перевірки ефективності формування цифрової компетентності (ЦК) у майбутніх фахівців.*

***Мета.** Стаття присвячена вирішенню науково-практичної задачі - теоретичному обґрунтуванню та детальному опису методики педагогічного експерименту. Методика розроблена для перевірки ефективності авторської моделі формування цифрової компетентності (ЦК) у специфічній категорії здобувачів - фахових молодших бакалаврів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»*

***Методи.** Дослідження спирається на комплекс загальнонаукових та емпіричних методів. Серед яких ключовими є теоретичний аналіз, системно-структурний аналіз, моделювання та проектування. Для перевірки робочої*



гіпотези застосовано методи педагогічного експерименту (констатувальний, формувальний, контрольний етапи).

Результати. *Насамперед, у статті розкрито специфіку підготовки фахівців 015.39. Що полягає в їхній унікальній дуальності (фахівець з цифрових технологій та педагог професійного навчання). З огляду на це, обґрунтовано авторську чотирикомпонентну модель формування ЦК (мотиваційно-ціннісний, когнітивно-професійний, операційно-діяльнісний, рефлексивно-прогностичний). Основну увагу приділено детальному опису самої методики експерименту, що охоплює три етапи (від діагностики вхідних рівнів до оцінки приросту). Та розробленого діагностичного інструментарію, що включає критерії, показники та рівні сформованості ЦК. Крім того, визначено ключові педагогічні умови, необхідні для реалізації моделі: інтегроване цифрове освітнє середовище, дуально-орієнтований зміст та проектні методи навчання.*

Висновки. *Запропонована методика педагогічного експерименту є науково обґрунтованою та валідною для перевірки ефективності моделі формування ЦК у майбутніх фахових молодших бакалаврів. Вона враховує специфіку їхньої дуальної підготовки, узгоджується з європейськими рамками (зокрема DigComp) та національними стандартами професійної освіти. Описаний діагностичний інструментарій та критерії можуть бути використані в освітній практиці закладів фахової передвищої освіти для моніторингу та підвищення якості підготовки фахівців.*

Ключові слова: *цифрова компетентність, фаховий молодший бакалавр, професійна освіта, педагогічний експеримент, методика, модель, критерії оцінювання, педагогічні умови.*

Methodology of experimental verification of the model for digital competence formation in professional junior bachelors

Serhii Bubnii

graduate student of the Department of Pedagogy and Innovative Education, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, str. Stepana Bandera , 12, 79000, Lviv, Ukraine,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8182-6371>

***Abstract:** The article addresses one of the pressing issues in professional education—the development of valid tools for assessing the effectiveness of digital competence (DC) formation among future specialists.*

***Purpose.** The article aims to solve an applied scientific problem: to theoretically justify and provide a detailed description of the methodology of a pedagogical experiment designed to evaluate the effectiveness of the author’s model for developing digital competence among a specific category of learners—professional junior bachelors majoring in “Professional Education (Digital Technologies).”*

***Methods.** The research is based on a set of general scientific and empirical methods, among which the key ones are theoretical analysis, systemic and structural analysis, modelling, and instructional design. To verify the working hypothesis, methods of a pedagogical experiment were applied, including the diagnostic, formative, and control stages.*

***Results.** First, the article reveals the specifics of training specialists in specialty 015.39, characterized by their unique dual nature (a digital technologies specialist and a professional training educator). Considering this, the author substantiates a four-component model of digital competence formation, which includes motivational–value, cognitive–professional, operational–activity, and reflexive–prognostic components. The*

study places particular emphasis on the detailed description of the experimental methodology itself, covering all three stages—from diagnosing initial levels to evaluating progress. It also presents a diagnostic toolkit that comprises criteria, indicators, and levels of DC formation. Additionally, the key pedagogical conditions necessary for implementing the model are identified: an integrated digital learning environment, dual-oriented content, and project-based learning methods.

Conclusions. The proposed methodology of the pedagogical experiment is scientifically grounded and valid for assessing the effectiveness of the DC formation model among future professional junior bachelors. It takes into account the specifics of their dual training and aligns with European frameworks (including DigComp) and national standards of professional education. The described diagnostic tools and criteria can be used in the educational practice of institutions of professional pre-tertiary education to monitor and improve the quality of specialist training.

Keywords: *digital competence, professional junior bachelor, professional education, pedagogical experiment, methodology, model, assessment criteria, pedagogical conditions.*

Постановка проблеми. Ключовим викликом для модернізації вітчизняної професійної освіти вбачається у підготовці фахових молодших бакалаврів (ФМБ) за специфічною спеціальністю 015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)». Унікальність цих фахівців полягає у дуальному характері їхньої майбутньої професійної діяльності. Вони готуються стати не просто кваліфікованими ІТ-спеціалістами (програмістами, вебдизайнерами, адміністраторами), але водночас і компетентними педагогами професійного навчання для системи П(ПТ)О.

Очевидно, що така діяльність вимагає від них особливого, інтегрованого типу цифрової компетентності (ЦК). Де суто технологічні навички нерозривно поєднані



з цифровими педагогічними вміннями. Ця вимога значно посилюється як загальнодержавним євроінтеграційним курсом, що орієнтує нас на європейські рамки (зокрема DigComp та «План дій з цифрової освіти»), так і новими викликами, спричиненими воєнним станом, який лише прискорив динамічну цифровізацію суспільства.

І саме тут є ключова суперечність. З одного боку, існує гостра практична потреба у впровадженні інноваційних освітніх моделей для якісної підготовки цих "дуальних" фахівців. З іншого боку, у науковому доробку ми фіксуємо практичну відсутність хороших методик та науково обґрунтованого інструментарію, які б дозволили експериментально перевірити ефективність таких моделей з урахуванням специфіки 015.39. Таким чином, розробка такої методики є не лише актуальним, але й, по суті, невирішеним науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні п'ять років фокус досліджень змістився від описових рамок цифрової компетентності (ЦК) до надійного вимірювання та перевірки практичних результатів. З'явилися валідовані інструменти для вчителів і викладачів, зокрема на основі DigCompEdu, що дають змогу коректно діагностувати ЦК у педагогічних експериментах [1–4].

Для професійної освіти (VET) показано стійкі зв'язки між сприйнятою цифровою компетентністю, сприйнятою корисністю технологій і як наміром, так і реальним використанням цифрових інструментів викладачами. Нові роботи деталізують профілі використання технологій та динаміку інтеграції у часі [5–9].

Щодо педагогічних підходів, стабільно працюють проектне навчання (PBL) та формувальне оцінювання (е-портфоліо, взаємооцінювання): вони покращують і «тверді» цифрові вміння (створення контенту, адміністрування ресурсів), і «м'які» навички взаємодії, у тому числі в змішаних та онлайн-форматах [10–12].



В українському науковому полі окреслено компонентно-критеріальні моделі ЦК педагога, описано коректні процедури педагогічного експерименту та наведено методичні рішення, релевантні для нашої вибірки й дизайну [13–15].

В сучасній літературі надаються обґрунтовані інструменти вимірювання і підтверджує дієвість PBL та формувального оцінювання. Водночас бракує цілісних методик перевірки моделей формування ЦК саме у фахових молодших бакалаврів 015.39, де технічні та педагогічні показники вимірюються разом. Цю прогалину й покликано закрити нашою методикою.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз наукових праць показує, що, попри значну увагу до ЦК, більшість досліджень орієнтована на учнів ЗЗСО, студентів університетів чи педагогів загалом. Проте поза увагою лишається специфіка підготовки фахових молодших бакалаврів, які здобувають дуальну IT-педагогічну кваліфікацію (015.39). Відповідно, не хватає цілісної, науково обґрунтованої методики експериментальної перевірки ефективності моделей формування їхньої ЦК, адаптованої до цієї спеціальності.

Мета статті - теоретично обґрунтувати та описати методику експериментальної перевірки моделі формування ЦК у фахових молодших бакалаврів спеціальності 015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)». Досягнення мети передбачає вирішення таких **завдань**:

1. Уточнення специфіки ЦК фахівця 015.39.
2. Презентація структурної моделі формування ЦК як об'єкта перевірки.
3. Розробка та опис методики експерименту: його етапів, педагогічних умов та діагностичного інструментарію (критерії, показники, рівні).

Виклад основного матеріалу дослідження. Логіка наукового пошуку зумовлює необхідність експериментальної верифікації теоретичних напрацювань. Відповідно, робоча гіпотеза дослідження ґрунтується на припущенні, що

імплементация авторської моделі формування цифрової компетентності (ЦК) у поєднанні з комплексом педагогічних умов забезпечить статистично значущий приріст показників сформованості ЦК у студентів експериментальних груп (ЕГ) порівняно з тими, хто навчається за традиційною методикою (КГ).

Безпосереднім об'єктом перевірки виступає розроблена структурна модель. В її основу покладено інтеграцію компетентнісного, системного та діяльнісного підходів, що дозволило виокремити чотири взаємопов'язані компоненти, які відображають специфіку підготовки фахівців подвійної кваліфікації.

Фундаментом моделі визначили мотиваційно-ціннісний компонент. Виходимо з того, що формування компетентності неможливе без глибокого усвідомлення студентом важливості ЦК для своєї майбутньої дуальної кар'єри — одночасно як успішного ІТ-фахівця і як сучасного педагога. Цей компонент відповідає за внутрішній драйвер до саморозвитку в цифровому середовищі.

Змістове наповнення процесу формування ЦК розкривається через єдність когнітивно-професійного та операційно-діяльнісного компонентів. Перший акумулює систему знань, яка у нашому випадку є бінарною: це "хард скіли" з цифрових технологій, архітектури ПК та програмування (інженерний аспект) у поєднанні зі знанням цифрової дидактики та методик онлайн-навчання (педагогічний аспект). Операційно-діяльнісний компонент трансформує ці знання у практичну площину: від суто технічного вирішення ІТ-завдань до педагогічного проектування цифрового освітнього середовища та створення контенту.

Завершує архітектоніку моделі рефлексивно-прогностичний компонент, який вважаємо критично важливим для професійної стійкості. Він передбачає здатність майбутнього фахівця не лише адекватно оцінювати власний рівень ЦК та виявляти прогалини, але й самостійно проектувати траєкторію свого подальшого професійного зростання в умовах швидких технологічних змін.



Методика експерименту передбачає три послідовні етапи, що узгоджується з дослідженнями О. О. Різник.

I. Констатувальний етап. Його ключовим завданням визначили діагностику вхідного рівня сформованості цифрової компетентності студентів обох груп до початку впровадження авторського формувального впливу. Це дозволило зафіксувати "точку відліку" для подальшого порівняння.

Експериментальною базою дослідження виступив Фаховий коледж інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка». Загалом до діагностичних зрізів було залучено 128 здобувачів освіти, яких на основі рандомізації було розподілено на контрольну (КГ, n=62) та експериментальну (ЕГ, n=66) групи. Однорідність вибірки на початку експерименту була підтверджена статистично.

Для отримання об'єктивних даних було застосовано комплекс діагностичних методик, диференційованих відповідно до обґрунтованих вище компонентів моделі:

- Дослідження мотиваційно-ціннісної сфери здійснювалося шляхом анкетування, спрямованого на виявлення професійних установок та усвідомлення значущості дуальної кваліфікації.
- Для вимірювання когнітивно-професійного критерію розроблено та застосовано комплексне тестування. Важливо зазначити, що тестові завдання мали інтегрований характер і охоплювали як суто технічний ІТ-блок, так і питання з основ цифрової педагогіки.
- Рівень сформованості операційно-діяльнісного компонента визначався методом аналізу продуктів діяльності під час розв'язання студентами практичних кейсів (наприклад, завдання на розробку фрагмента вебсайту або проектування плану онлайн-уроку).



- Діагностика рефлексивно-прогностичного компонента спиралася на стандартизовані методики самооцінки, що дозволило виявити здатність студентів до критичного аналізу власного професійного розвитку.

II. Формувальний етап. Метою цього етапу є практична апробація авторської моделі та впровадження обґрунтованого комплексу педагогічних умов. Саме на цьому етапі відбувалася безпосередня трансформація освітнього процесу для студентів експериментальних груп (ЕГ).

Для забезпечення чистоти експерименту та можливості подальшого порівняльного аналізу, навчання у контрольних групах (КГ) продовжувалося за традиційною методикою, регламентованою чинними навчальними планами та робочими програмами закладів освіти.

Натомість, в експериментальних групах (ЕГ) освітній процес було реорганізовано шляхом інтеграції авторської методики, що базувалася на реалізації чотирьох ключових педагогічних умов.

Насамперед, зосередилися на створенні інтегрованого цифрового освітнього середовища (ЦОС). Розуміючи, що розрізнені інструменти не дають системного ефекту, було об'єднано навчальні ресурси на базі єдиної екосистеми (зокрема, шляхом інтеграції LMS Moodle та засобів колаборації MS Teams). Це дозволило перетворити цифровий простір з "бібліотеки файлів" на майданчик для активної комунікації та спільної проектної роботи.

Другим важливим кроком стала реалізація дуально-орієнтованого змісту навчання. Враховуючи специфіку спеціальності 015.39, було застосовано принцип взаємного збагачення дисциплін: суто технічні курси (наприклад, «Вебдизайн») були посилені методичними модулями («Методика навчання вебдизайну»), тоді як класичні педагогічні дисципліни наповнювалися цифровим контекстом (наприклад, модуль «Цифрові інструменти фасилітації» в курсі педагогіки).



Методичною основою формувального впливу обрали пріоритетне використання Project-Based Learning (проектного навчання). Студентам ЕГ пропонувалися комплексні міждисциплінарні проекти, виконання яких унеможливило використання лише одного типу навичок - їм доводилося одночасно виступати і розробниками цифрового продукту, і педагогами, що його впроваджують.

Завершальним вектором змін стало впровадження системи формувального оцінювання. Замість традиційного констатуючого контролю, ми запровадили інструменти постійної рефлексії: цифрові портфоліо для фіксації прогресу та сесії взаємного оцінювання (peer-review), що стимулювало розвиток критичного мислення та самоаналізу.

III. Контрольний етап. Його ключовим завданням визначили проведення підсумкового діагностичного зрізу для виявлення динаміки змін у рівнях сформованості цифрової компетентності студентів та здійснення порівняльного аналізу результатів між експериментальними (ЕГ) та контрольними (КГ) групами.

Для забезпечення чистоти експерименту та порівнянності даних було використано той самий діагностичний інструментарій, що й на констатувальному етапі. Проте, щоб нівелювати «ефект запам'ятовування» та запобігти механічному відтворенню відповідей, зміст тестових завдань і практичних кейсів було модифіковано (зі збереженням їхньої структури, типу та рівня складності).

Обробка та інтерпретація отриманих емпіричних даних здійснювалися за допомогою методів математичної статистики. Зокрема, для перевірки достовірності отриманих результатів та підтвердження статистичної значущості позитивних зрушень в ЕГ (порівняно з КГ) було застосовано багатофункціональний статистичний критерій — критерій узгодженості Пірсона (χ^2).

Основою для кваліметричної оцінки результатів слугувала розроблена нами критеріально-рівнева шкала. Загальний рівень сформованості ЦК (низький, середній, високий) визначався кумулятивно — як сукупність балів, набраних студентом за кожним із показників, що деталізують компоненти нашої моделі (див. Таблицю 1).

Таблиця 1

Критерії, показники та рівні сформованості цифрової компетентності
майбутніх фахових молодших бакалаврів

Критерій (Компонент)	Показники (Індикатори)	Рівні сформованості
Мотиваційний (Мотиваційно-ціннісний)	<ul style="list-style-type: none"> – Стійкий інтерес до інновацій у сфері ІТ та освіти. – Усвідомлення соціальної значущості дуальної професії. – Потреба в професійному саморозвитку. 	<p>Низький: Ситуативний інтерес, відсутність чіткої професійної мотивації.</p> <p>Середній: Переважно навчальна мотивація, усвідомлення важливості ЦК.</p> <p>Високий: Стійка професійна мотивація, внутрішня потреба в саморозвитку.</p>
Когнітивний (Когнітивно-професійний)	<ul style="list-style-type: none"> – Повнота знань з фахових ІТ-дисциплін. – Повнота знань з цифрової педагогіки (DigCompEdu). – Знання норм інформаційної безпеки та авторського права. 	<p>Низький: Фрагментарні, безсистемні знання.</p> <p>Середній: Достатні системні знання в межах навчальної програми.</p> <p>Високий: Глибокі, системні знання, здатність до їх інтеграції та оновлення.</p>
Діяльнісний (Операційно-діяльнісний)	<ul style="list-style-type: none"> – Вміння створювати цифровий контент (текст, графіка, відео). – Вміння використовувати цифрові інструменти комунікації. – Вміння проєктувати та адмініструвати цифрові освітні ресурси. 	<p>Низький: Виконання завдань за чітким алгоритмом, репродуктивний рівень.</p> <p>Середній: Самостійне виконання стандартних завдань, продуктивний рівень.</p> <p>Високий: Здатність до творчого вирішення нестандартних завдань, інноваційний рівень.</p>



Рефлексивний (Рефлексивно-прогностичний)	<ul style="list-style-type: none">– Здатність до адекватної самооцінки рівня ЦК.– Вміння ідентифікувати прогалини у знаннях та вміннях.– Здатність планувати власну освітню траєкторію.	Низький: Самооцінка неадекватна, не здатний планувати розвиток. Середній: Адекватна самооцінка, здатність до рефлексії за допомогою викладача. Високий: Критична самооцінка, здатність самостійно проектувати саморозвиток.
--	---	--

Запропонована методика дозволила провести комплексний аналіз процесу формування ЦК, забезпечивши об'єктивність оцінювання ефективності авторської моделі.

Висновки. Проведене дослідження дозволило розв'язати науково-практичну задачу обґрунтування методики експериментальної перевірки моделі формування цифрової компетентності. Виходили з того, що специфічна дуальність спеціальності 015.39 (поєднання функцій ІТ-фахівця та педагога) унеможливорює використання стандартних підходів і вимагає інтегрованої стратегії оцінювання.

Запропонована методика є цілісним механізмом, що через реалізацію трьох послідовних етапів (констатувального, формувального, контрольного) дозволяє об'єктивно верифікувати ефективність авторської моделі та комплексу педагогічних умов. Ключовою перевагою розробленого діагностичного інструментарію є відхід від ізольованої перевірки знань: дані критерії та показники синхронізують вимірювання технічних ("hard skills") та педагогічних навичок у єдиній системі координат.

Практична цінність роботи полягає у тому, що представлений інструментарій є повністю готовим до впровадження в освітній процес закладів фахової передвищої освіти для моніторингу якості підготовки фахівців.

Подальші наші дослідження будуть зосереджені на повномасштабній реалізації експерименту, статистичному аналізі отриманих даних та розробці на їх основі методичних рекомендацій.

Список використаних джерел

1. Gümüş M. M., Kukul V. Developing a digital competence scale for teachers: validity and reliability study. *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. P. 2747–2765. doi: 10.1007/s10639-022-11213-2.
2. Aydın M. K., Yıldırım T., Kuş M. Teachers’ digital competences: a scale construction and validation study. *Frontiers in Psychology*. 2024. Vol. 15. Article 1356573. doi: 10.3389/fpsyg.2024.1356573.
3. Llorente-Cejudo C., Barragán-Sánchez R., Puig-Gutiérrez M., Romero-Tena R. Social inclusion as a perspective for the validation of the “DigCompEdu Check-In”. *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. P. 9437–9458. doi: 10.1007/s10639-022-11273-4.
4. Nguyen L. A. T., Habók A. Tools for assessing teacher digital literacy: a review. *Journal of Computers in Education*. 2024. Vol. 11. P. 305–346. DOI: 10.1007/s40692-022-00257-5.
5. Antonietti C., Cattaneo A., Amenduni F. Can teachers’ digital competence influence technology acceptance in vocational education? *Computers in Human Behavior*. 2022. Vol. 132. doi: 10.1016/j.chb.2022.107266
6. Cattaneo A., Antonietti C., Rauseo M. How do vocational teachers use technology? The role of perceived digital competence and perceived usefulness. *Vocations and Learning*. 2025. doi:10.1007/s12186-025-09359-4.
7. Barboutidis G., Stiakakis E. Identifying the factors to enhance digital competence of students at vocational training institutes. *Technology, Knowledge and Learning*. 2023. Vol. 28. P. 613–650. doi: 10.1007/s10758-023-09641-1.
8. Roll M. J. J., Ifenthaler D. Multidisciplinary digital competencies of pre-service vocational teachers. *Empirical Research in Vocational Education and Training*. 2021. Vol. 13. Article 7. doi: 10.1186/s40461-021-00112-4.



9. Wohlfart O., Wagner I. Longitudinal perspectives on technology acceptance: Teachers' integration of digital tools through the COVID-19 transition. *Education and Information Technologies*. 2025. doi: 10.1007/s10639-024-12954-y.
10. Zen Z., Reflianto, Syamsuar, Ariani F. Academic achievement: the effect of project-based online learning method and student engagement. *Heliyon*. 2022. Vol. 8, no. 11. Article e11509. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11509.
11. Crespí P., García-Ramos J. M., Queiruga-Dios M. Project-Based Learning and its impact on interpersonal competences in higher education. *Journal of New Approaches in Educational Research*. 2022. Vol. 11. P. 259–276. doi:10.7821/naer.2022.7.993.
12. Deschênes M., Dionne L., Parent S. Supporting digital competency development for vocational education student teachers in distance education. *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. Article 1452445. doi: 10.3389/feduc.2024.1452445.
13. *Освіта для цифрової трансформації суспільства: монографія: у 2 т. Т. 1 / за наук. ред. В. Кременя, Н. Ничкало, Л. Лук'янової, Н. Лазаренко. Київ : ТОВ «Юрка Любченка», 2024. 526 с.*
14. Стечкевич О. О. *Теорія та методика формування цифрової компетентності педагога в умовах неформальної освіти: дис. ... доктора педагогічних наук: 13.00.04 / Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2024.*
15. Різник В. В. *Теоретико-практичні засади розвитку критичного мислення майбутніх економістів засобами інформаційних технологій: дис. ... доктора педагогічних наук: 13.00.04 / Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. Суми, 2024.*
16. Joint Research Centre. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. DOI: 10.2760/115376.



17. *Digital Education Action Plan (2021-2027)*/European Commission. Brussels, 2020. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>
18. Cedefop. *Digital competence framework for teachers*. 2020. URL: <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/timeline-vet-policies-europe/search/28198>
19. Cedefop. *Key competences in vocational education and training*. 2023. URL: <https://www.cedefop.europa.eu/en/projects/key-competences-vocational-education-and-training>
20. *Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Цифрові технології)»* / Національний університет «Львівська політехніка». 2021. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2021/program/12802/015-pp-ctopp-2021proekt.pdf>
21. Сидоренко В., Геревенко А. *Цифрові інструменти для інтерактивного онлайннавчання та штучний інтелект в професійній діяльності педагога ЗП(ПТ)О: освітньо-професійна програма для короткострокових курсів підвищення кваліфікації* / БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН України. 2024.
22. *Штучний інтелект у науці та освіті (AISE 2024)*: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції (Київ, 1-2 березня 2024 р.) / упоряд.: А. Яцишин, В. Матусевич, В. Коваленко. Київ : УкрІНТЕІ, 2024. 600 с. URL: http://www.uitei.kiev.ua/sites/default/files/mat-konf-schi_2024.pdf