НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

МІНТІЙ Ірина Сергіївна

УДК [378.147+378.16]:[378+004]

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА КОМБІНОВАНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

Київ – 2026

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, м. Київ.

Науковий консультант: доктор педагогічних наук, професор, старший дослідник
Семеріков Сергій Олексійович,
Криворізький державний педагогічний університет, професор кафедри інформатики та прикладної математики, м. Кривий Ріг.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Величко Владислав Євгенович,
Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет», завідувач кафедри методики навчання математики, фізики та інформатики, м. Слов'янськ-Дніпро;

доктор педагогічних наук, професор
Колгатін Олександр Геннадійович,
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, професор кафедри інформаційних систем, м. Харків;

доктор педагогічних наук, професор
Кузьмінська Олена Геронтіївна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, професор кафедри інформаційних систем і технологій, м. Київ.

Захист відбудеться «24» вересня 2026 року о 14^{00} на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.459.01 Інституту цифровізації освіти НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, 2-й поверх, зал засідань вченої ради, к. 205.

Із дисертацією можна ознайомитись на сайті (iitlt.gov.ua), в Електронній бібліотеці НАПН України (lib.iitta.gov.ua) та у відділі аспірантури та докторантури Інституту цифровізації освіти НАПН України за адресою: 04060, м. Київ, вул. М. Берлінського, 9, к. 209.

Реферат розісланий «20» серпня 2026 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради **Марія ШИШКІНА**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Провідною ціллю сталого розвитку України на період до 2030 року, визначеною відповідним Указом Президента України, є забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх. ЮНЕСКО наголошує, що вчителі, які відіграють ключову роль у досягненні цієї цілі, повинні мати професійну кваліфікацію та підтримку в умовах ефективного управління освітою. Європейська Комісія у «Рекомендації Ради ЄС щодо комбінованого навчання для високоякісної та інклюзивної початкової та середньої освіти» («Council Recommendation on blended learning approaches for high-quality and inclusive primary and secondary education») визначає необхідність та доцільність впровадження комбінованого навчання у підготовку та перепідготовку вчителів. «Рекомендації Ради щодо покращення надання цифрових умінь і компетентностей у сфері освіти й навчання» («Council Recommendation on improving the provision of digital skills and competences in education and training») визначають інформатику як окрему фундаментальну STEM-дисципліну, підкреслюючи важливість підготовки кваліфікованих учителів інформатики. В Україні пріоритетність цифрової трансформації освіти визначено на законодавчому рівні – у законах України «Про освіту» та «Про вищу освіту», «Концепції розвитку цифрових компетентностей», а професійні стандарти за вчительськими професіями відносять інформаційно-цифрову компетентність до загальних компетентностей учителя.

Теоретичні та методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті та проєктування цифрових освітніх середовищ розкрито у працях В. Ю. Бикова, О. Ю. Бурова, О. Г. Глазунової, К. Р. Колос, О. Г. Кузьмінської, М. П. Лещенко, С. Г. Литвинової, Н. В. Морзе, О. В. Овчарук, В. П. Олексюка, С. О. Семерікова, О. М. Спіріна, М. П. Шишкіної, А. В. Яцишин та інших; концептуальні засади цифрової гуманістичної педагогіки, суголосні з ідеєю комбінованого навчання як конвергенції фізичного та віртуального освітніх просторів, закладено у працях В. Ю. Бикова, М. П. Лещенко, Л. І. Тимчук, А. В. Яцишин. Проблеми професійної підготовки майбутніх учителів інформатики досліджували Л. І. Білоусова, Т. А. Вакалюк, В. Є. Величко, М. І. Жалдак, О. Г. Колгатін, Н. В. Морзе, К. П. Осадча, Н. С. Павлова, Н. О. Пономарьова, О. М. Спірін, Ю. В. Триус, М. А. Умрик, В. М. Франчук та інші.

У працях зарубіжних і вітчизняних дослідників розв'язано низку проблем щодо залучення студентів до комбінованого навчання (S. H. Tuiloma), його впливу на мотивацію та успішність (X. Chen, J.-J. Yan, H. Zhang); методик розробки та оцінювання курсів для комбінованого навчання (H. Al-Jadar, L. A. Giacumo, A. Heinze, S. B. Ibarra Vargas, F. Owczarek-Jedrkiewicz); комбінованого навчання інформатики та підготовки майбутніх учителів (L. J. Larsen, B. McHugh, J. C. da Roza, C. R. Short, S. M. De Stefani, M. A. G. Vallim, Д. М. Коровій, А. М. Стрюк, Г. В. Ткачук, Ю. В. Триус); комбінованого навчання у професійному

розвитку вчителів (S. S. Leake, J. A. Maynard, R. L. Santos, H. Yip, В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко). Водночас аналіз нормативних документів та наукових джерел дав змогу виявити низку *суперечностей*:

– між наявними європейськими вимогами до професійних компетентностей учителів інформатики та відсутніми вітчизняними стандартами підготовки вчителів інформатики;

– між потенціалом інтелектуальних технологій та нерозробленістю методик їх використання для реалізації комбінованого навчання;

– між потребою у цілісній методичній системі комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики, побудованій на доказових засадах, та нерозробленістю її теоретико-методичних засад, структурних компонентів і засобів діагностики результатів.

Розв'язання зазначених суперечностей потребує вирішення проблеми обґрунтування та розробки теоретико-методичних засад проєктування методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики, що зумовило вибір теми дослідження – **«Методична система комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертацію виконано у межах фундаментального дослідження «Теоретико-методичні засади проєктування імерсивного хмаро орієнтованого освітнього середовища університету» (ДР № 0121U113711, 2021–2023) Криворізького державного педагогічного університету, прикладних досліджень «Методика використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень» (ДР № 0121U107615, 2021–2023), «Розвиток цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами відкритих освітньо-наукових інформаційних систем» (ДР № 0124U000675, 2024–2025), «Комплексне наукове дослідження використання генеративного штучного інтелекту на різних рівнях освіти для удосконалення педагогічних та управлінських практик» (ДР № 0125U003489, 2025–2026), «Технології формування і використання FAIR даних в галузі освітніх наук» (ДР № 0126U000521, 2026–2027) Інституту цифровізації освіти НАПН України. Тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Інституту цифровізації освіти НАПН України, протокол № 7 від 30 квітня 2024 року.

Об'єкт дослідження – процес підготовки учителів інформатики у закладах вищої освіти.

Предмет дослідження – методична система комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити методичну систему комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики.

Відповідно до мети визначено такі **завдання дослідження**:

1. Уточнити понятєвий апарат дослідження, визначити сутність комбіно-

ваного навчання та підходи до його організації.

2. Здійснити систематичний огляд досліджень із професійної підготовки вчителів інформатики, виявити спільні й відмінні риси програм у різних країнах та чинники якості підготовки, встановити закономірності підготовки й сформувати доказову основу проєктування методичної системи.

3. Змоделювати методичну систему комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики на основі конвергенції трьох теоретичних рамок: технолого-педагогічного предметного знання (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK), спільноти дослідження (Community of Inquiry, CoI) та таксономії рівнів навчальної діяльності ICAP (Interactive, Constructive, Active, Passive – інтерактивний, конструктивний, активний і пасивний рівні).

4. Спроєктувати методичну систему комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики як реалізацію розробленої моделі, обґрунтувавши комплекс організаційно-педагогічних умов її реалізації.

5. Розробити окремі методики комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики (використання систем управління навчанням (Learning Management System, LMS), організації синхронної та асинхронної взаємодії, розвитку цифрової компетентності (ЦК), мікровикладання із взаємним оцінюванням, проєктного навчання на основі TPACK-таксономії цифрових засобів, використання імерсивних технологій, навчання програмування).

6. Розробити критеріально-діагностичний апарат оцінювання сформованості ЦК (критерії, рівні, інструментарій) та експериментально перевірити ефективність спроєктованої методичної системи у підготовці бакалаврів спеціальності А4 Середня освіта (Інформатика).

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань використано систему методів: *теоретичні* – бібліометричний аналіз джерел з комбінованого навчання для визначення тематики досліджень та провідних підходів; лінгвістичний аналіз для вибору українського наукового поняття; наративний огляд для визначення змісту ключового поняття дослідження; SWOT-аналіз для виявлення переваг, недоліків, можливостей та ризиків упровадження комбінованого навчання; систематичний огляд (за протоколом PRISMA 2020) джерел із професійної підготовки вчителів інформатики для виявлення спільних і відмінних рис програм у різних країнах та чинників якості підготовки; *емпіричні* – нетнографія мережевих освітніх середовищ; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи) для перевірки ефективності методичної системи; анкетування для діагностики ЦК та вивчення досвіду комбінованого навчання; *статистичні* – t-тест Стьюдента, χ^2-критерій Пірсона, z-критерій для часток, d та h Коена, SEM-PLS для обробки отриманих даних та перевірки статистичної значущості результатів.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота проводилась упродовж 2015–2024 рр. на базі Криворізького державного педагогічного університету.

Наукова новизна та теоретичне значення результатів дослідження:

• *уперше*: проведено систематичний огляд професійної підготовки вчителів інформатики (найбільший за обсягом – 300 досліджень, хронологічним охопленням – 52 роки, географічним покриттям – 44 країни, 6 баз даних), виконаний за протоколом PRISMA 2020 на засадах доказової педагогіки (відтворюваність, відповідність принципам FAIR, верифікованість із залученням інтелектуальних технологій), який надав можливість визначити фундаментальні закономірності професійної підготовки вчителів інформатики: 1) тріаду «предметна підготовка – педагогічна підготовка – педагогічна практика» як структурну основу програм, узгоджену з моделлю TPACK, із характерним дисбалансом на користь предметної підготовки; 2) парадигмальний зсув від пасивних до активних форм навчання; 3) зростання ролі комбінованого навчання за відсутності валідованих методичних систем для підготовки вчителів інформатики; 4) неузгодженість оцінювання та розвитку соціальних навичок із провідними (колаборативними) методами навчання; обґрунтовано систему із семи принципів доказового проєктування методичної системи (науковості та інноваційності; системності та цілісності; адаптивності, гнучкості та універсального дизайну; студентоцентрованості; інтегративності; технологічності; діагностичності та рефлексивності) з подвійним – теоретичним та емпіричним – обґрунтуванням кожного; розроблено інтегровану п'ятикомпонентну модель методичної системи, кожен структурний зв'язок якої обґрунтовано виключно даними систематичного огляду (принцип простежуваності «від доказів до рішень»); визначено комплекс організаційно-педагогічних умов ефективної підготовки вчителів інформатики в умовах комбінованого навчання, кожна з яких обґрунтована даними систематичного огляду та теоретичними рамками (TPACK, CoI, ICAP, DigCompEdu, теорією самодетермінації); теоретично обґрунтовано та розроблено цілісну методичну систему комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики, спроєктовану на доказових засадах, інтегровану наскрізною потрійною теоретичною рамкою (TPACK, CoI та ICAP) та втілену в окремих методиках (використання LMS Moodle; синхронної та асинхронної взаємодії; розвитку ЦК за DigCompEdu; мікровикладання із взаємним оцінюванням; проєктного навчання на основі TPACK-таксономії; використання імерсивних технологій доповненої (Augmented Reality, AR) / віртуальної реальності (Virtual Reality, VR); навчання програмування на основі конвеєра від блочного через текстове до фізичного обчислення);

• *удосконалено*: тлумачення поняття «комбіноване навчання» з урахуванням євроінтеграційних процесів, взаємопроникнення та інтеграції формального і неформального, реального і віртуального, індивідуального і колективного навчання засобами інтелектуальних технологій; систему критеріїв діагностики ЦК майбутніх учителів інформатики (когнітивний, операційно-діяльнісний, мотиваційно-ціннісний, рефлексивно-оцінювальний) за рівневою шкалою з подвійним співвіднесенням до таксономії Блума та DigCompEdu; підходи до TPACK-картографування навчальних програм;

• *набули подальшого розвитку*: наукові положення щодо використання імерсивних технологій в освіті, зокрема трирівнева модель підготовки «споживач – дизайнер – методист» та обґрунтований добір стека WebAR-технологій; підходи до моделювання методичних систем на основі простежуваності «від доказів до рішень»; методичні засади розвитку ЦК за прогресією DigCompEdu; зміст і розробка методичних систем навчання інформатичних дисциплін.

Практичне значення результатів дослідження полягає у розробці: 6 курсів Moodle: «Методика навчання інформатики» (МНІ, Частини І–ІІІ), «Шкільний курс інформатики» (ШКІ, Частини І–ІІ), «Цифрові технології в освіті» (ЦТвО); 3 силабусів високопріоритетних дисциплін: МНІ, ШКІ, ЦТвО; 4 версій освітньо-професійних програм (ОПП) «Інформатика. Програмування»; діагностичного інструментарію; методичних рекомендацій з емпіричним обґрунтуванням та цільовими показниками, зокрема щодо забезпечення доступності електронного освітнього середовища на засадах універсального дизайну в навчанні. Розроблені ОПП та силабуси навчальних дисциплін оприлюднено у відкритому доступі (`https://tinyurl.com/mspndbhk`).

Результати дослідження можуть бути використані в процесі професійної підготовки учителів у закладах вищої освіти, у системі підвищення кваліфікації вчителів інформатики, для підготовки навчально-методичних посібників та рекомендацій з питань впровадження комбінованого навчання в освітній процес.

Упровадження результатів дослідження. Результати дослідження впроваджено у процес професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за спеціальністю А4 Середня освіта (Інформатика) у закладах вищої освіти України: Криворізькому державному педагогічному університеті (довідка № 08-300/3 від 29.06.2026), Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського (довідка № 06/57 від 29.06.2026), Житомирському державному університеті імені Івана Франка (довідка № 963-01-09/2026 від 29.06.2026), Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського (довідка № 53-10/623 від 29.06.2026), Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького (довідка № 01-15/1249 від 01.07.2026), Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка (довідка № 922/17.03-33 від 30.06.2026), Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова (довідка № 369 від 30.06.2026), Харківському національному педагогічному університеті імені Г. С. Сковороди (довідка № 01/10-458 від 30.06.2026), Центральноукраїнському державному університеті імені Володимира Винниченка (довідка № 62-н від 30.06.2026) та Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького (довідка № 168/04 від 08.07.2026).

Особистий внесок здобувача в наукових працях, опублікованих у співавторстві, полягає в: розробці, узагальненні та систематизації досвіду підготовки майбутніх учителів інформатики й розробці цифрових освітніх ресурсів і програмних засобів навчального призначення [1, 44, 59, 66, 81, 84]; розробці

концепції проведення дослідження [2, 11, 16, 35, 36, 37, 39, 43, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 57, 58, 60, 62, 63, 69, 76, 77, 85, 88, 89, 90, 96, 97, 112]; аналізі досвіду використання системи LMS Moodle в освітньому процесі [4, 5, 25, 26, 30, 40, 41, 42, 87, 91]; бібліометричному аналізі та систематизації наукових джерел [6, 24, 27, 29, 31, 73, 111, 113, 117, 118, 125, 126, 127, 128, 129, 130]; аналізі досвіду використання технологій AR, VR та синтетичної реальності, імерсивних хмаро орієнтованих середовищ в освіті [7, 8, 12, 13, 23, 38, 71, 74, 80, 86, 101, 104]; аналізі історії та поточного стану дистанційного навчання [9, 106]; статистичному опрацюванні й аналізі результатів опитувань та експериментів [14, 20, 28, 10, 32, 56, 108]; описі технології використання хмаро орієнтованих та мобільно орієнтованих засобів, загальної методики та окремих аспектів застосування цифрових технологій для оцінювання педагогічних досліджень [15, 17, 18, 34, 51, 82, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 109, 110, 123]; розробці та експериментальному дослідженні методики розвитку ЦК наукових і науково-педагогічних працівників [83, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 124]; організації та рецензуванні результатів наукових конференцій [46, 55, 50, 102, 103, 92, 105, 107, 65, 61, 70, 72, 78, 79].

Наукові положення та результати кандидатської дисертації «Формування у студентів педагогічних університетів компетентностей з програмування на основі функціонального підходу» у докторській дисертації не використано.

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дослідження оприлюднено та обговорено на наукових конференціях і семінарах різного рівня: *міжнародних* – науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ, м. Черкаси, 2018, 2022, 2024); International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu, м. Кривий Ріг, 2018, 2021, 2022, 2024, 2025); Workshop for Young Scientists in Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW, м. Кривий Ріг, 2018, 2020, 2021); Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE, м. Кривий Ріг, 2018–2022, 2025); науково-практичній конференції «Moodle Moot Ukraine 2019. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (м. Київ, 2019); науковій онлайн-конференції УАДО «Імплементація європейських стандартів в українські освітні дослідження» (м. Київ, 2020); International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications (ICTERI, м. Львів, 2024); International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd, м. Кривий Ріг, 2020–2025); Symposium on Advances in Educational Technology (AET, м. Київ, 2020, 2021); Digital Humanities Workshop (DHW, м. Київ, 2021); International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML, м. Кривий Ріг, 2022, 2023, 2025); International Conference on New Trends in Linguistics, Literature and Language Education (3L-Edu, м. Кривий Ріг, 2022); ACNS Conference on Cloud and Immersive Technologies in Education (CITEd, м. Київ, 2022); Illia O. Teplytskyi Workshop on Computer Simulation in Education (CoSinE, м. Київ, 2022; м. Кривий Ріг, 2024); International Digital Forum (м. Бидгощ, Польща, 2023); науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні цифрові технології

та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи» (м. Тернопіль, 2023, 2025); науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті та науці» (Запоріжжя–Мелітополь, 2023); науково-практичній конференції «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (м. Київ, 2023); IEEE International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT, м. Львів, 2023); науковій конференції «Штучний інтелект у науці та освіті» (AISE, м. Київ, 2024); Workshop on Digital Transformation of Education (DigiTransfEd, м. Львів, 2024); International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT (3L-Person, м. Львів, 2024); *всеукраїнських* – науково-методичній конференції «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті» (КМІТО, м. Кривий Ріг, 2017, 2018); науково-практичній конференції «Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі» (м. Київ, 2017); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (м. Житомир, 2017, 2018, 2021); науково-практичній конференції молодих вчених «Наукова молодь» (м. Київ, 2017); конференції студентів та молодих науковців «Інтелектуальний потенціал» (м. Хмельницький, 2019); науково-практичній Web-конференції «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (КІСМ, м. Кривий Ріг, 2020–2022); конференціях «Сучасні інформаційні технології в освіті і науці» (м. Умань, 2021, 2024); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (м. Київ, 2021); науково-технічній конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення» (м. Житомир, 2024); *регіональних та інституційних* – звітних науково-практичних конференціях Інституту цифровізації освіти НАПН України (м. Київ, 2021–2025).

Публікації. Основні результати дослідження відображено у 130 працях, із яких 9 – одноосібні; 3 – колективні монографії; 32 статті опубліковано в наукових фахових виданнях України, 51 стаття – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus / Web of Science (з них – 9 статей у журналах першого квартилю, 5 – другого, 1 – четвертого); 5 статей – у зарубіжних виданнях; 1 – методичний посібник.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (598 найменувань, серед яких 455 – іноземними мовами) та 8 додатків (на 68 сторінках). Робота містить 99 таблиць і 64 рисунки. Загальний обсяг дисертації – 511 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, схарактеризовано ступінь наукової розробки проблеми та її зв'язок із науковими програмами, планами, темами; визначено об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження; схарактеризовано методи та експериментальну базу; розкрито наукову новизну, теоретичне і практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача;

наведено відомості про впровадження й апробацію результатів дослідження, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі – «**Теоретичні основи комбінованого навчання**» – проаналізовано підходи до визначення сутності комбінованого навчання (КН), обґрунтовано вибір українського наукового поняття, уточнено тлумачення ключового поняття дослідження, систематизовано концептуальні засади та підходи до організації КН, за результатами SWOT-аналізу окреслено передумови його ефективної реалізації.

Обґрунтовано доцільність використання поняття «комбіноване навчання» на противагу поширенішому «змішане навчання». Зазначено, що КН розглянуто насамперед як *поняття* (цілісне педагогічне явище), а його назву – як термінологічне позначення. Уточнено тлумачення поняття «комбіноване навчання» як спланованого, педагогічно виваженого, адаптивного поєднання, взаємопроникнення та інтеграції очного та дистанційного навчання, формального та неформального навчання, реального та віртуального, індивідуального та колективного навчання з метою оптимального задоволення освітніх потреб суб'єктів освітнього процесу засобами інтелектуальних технологій.

Систематизовано підходи до організації КН за трьома критеріями: за способом комбінування форм навчання (інтеграція очного та дистанційного навчання за заздалегідь визначеним планом чи ситуативно), за типом засобів ІКТ (використання LMS, спеціалізованого програмного забезпечення, засобів комунікації тощо) та за видом педагогічних технологій (робота у малих групах, проєктний підхід, рефлексія досвіду студентів та ін.).

Концептуальні засади КН систематизовано за шістьма вимірами: філософським (поєднання реального та віртуального), психофізіологічним (індивідуалізація навчання), соціологічним (співвідношення індивідуального та колективного), організаційно-педагогічним (інтеграція форм, методів і засобів), інформаційно-технологічним (використання інтелектуальних систем) та синергетичним (дослідження освітнього процесу як складної системи).

Установлено, що підґрунтя кожного виміру становлять відповідні наукові концепції: філософського – конструктивізм і конективізм; психофізіологічного – теорія когнітивного навантаження та самодетермінації; соціологічного – теорії взаємодії та модель CoI; організаційно-педагогічного – гнучкі моделі організації навчання й навчальних планів; інформаційно-технологічного – LMS та хмарні інструменти; синергетичного – положення про самоорганізацію й адаптивність освітньої системи.

За допомогою SWOT-аналізу визначено сильні сторони (гнучкість, персоналізація), слабкі сторони (додаткове навантаження на викладачів), можливості (інтелектуалізація навчання) та загрози (технічні проблеми, перетворення КН на суто дистанційне навчання за неможливості очних сесій) впровадження КН. За результатами SWOT-аналізу окреслено передумови ефективної реалізації КН, виявлені в науковій літературі: інституційна підтримка, готовність викладачів,

мотивація та ЦК студентів, якість контенту та LMS.

У другому розділі – «**Систематичний огляд джерел із професійної підготовки учителів інформатики**» – обґрунтовано методологію та здійснено найбільший за обсягом систематичний огляд із цієї проблематики (300 досліджень, 52 роки (1972–2024), 44 країни, 6 баз даних: Scopus, Web of Science, OATD, TEL, DDL, НРАТ); схарактеризовано хронологію, географію, контекст, зміст і технології програм підготовки вчителів інформатики; оцінено ризик упередженості (РУ) первинних досліджень; сформульовано практичні рекомендації та напрями подальших досліджень.

Методологічну рамку огляду складають: протокол PRISMA 2020 (27 критеріїв звітності); PICO-формат формулювання дослідницьких запитань; адаптований інструмент ROBIS для оцінювання РУ (формальна оцінка достовірності доказів за GRADE не застосовувалася з огляду на якісний характер синтезу); змішане видобування даних – автоматизоване (із залученням засобів штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI)) з ручною верифікацією. Пошукова стратегія охоплювала 6 баз даних і 12 пошукових термінів; запити формулювалися трьома мовами (українською, англійською та російською), а корпус включених джерел охоплює п'ять мов. Процедура виключень забезпечила відбір 300 досліджень з початкових 985 (відсів 69,5 %), що відповідає стандартам якості для систематичних оглядів у галузі освіти.

Установлено, що дослідження охоплюють 52-річний період, причому понад 79 % публікацій датовані після 2009 року, пік активності припадає на 2017–2024 рр. (160 досліджень, 53,3 %). Регіональний аналіз виявив три основні центри досліджень: пострадянський простір (35,7 %), Північна Америка (30,0 %), Західна Європа (26,3 %); Латинська Америка та Африка залишаються недостатньо представленими (3,0 %), недопредставленою є і Південно-Східна Азія у складі регіону «Азія та Океанія».

З'ясовано, що найпоширенішими є бакалаврські (18,3 %) та інтегровані бакалаврсько-магістерські (12,3 %) програми. Крос-табуляція за регіонами виявила суттєві відмінності: у пострадянському просторі переважають формальні ступеневі програми, тоді як у Північній Америці та Західній Європі значну роль відіграють альтернативні шляхи сертифікації. Аналіз стандартів кількісно підтвердив дихотомію між централізованою пострадянською моделлю (79 % посилань на державні стандарти) та децентралізованою англосаксонською моделлю (США, Велика Британія, Австралія).

Установлено, що структурною основою програм є тріада «предметна підготовка (57,7 %) – педагогічна підготовка (36,7 %) – педагогічна практика (44,3 %)», узгоджена з моделлю TPACK; методичні дисципліни представлені у 23,0 % досліджень. Ключовими інформатичними дисциплінами є програмування (50,3 %), загальна інформатика (18,7 %); алгоритми і структури даних (18,0 %); обчислювальне мислення безпосередньо згадується лише у 21 із 300 досліджень (7,0 %).

Зафіксовано парадигмальний зсув у технологіях навчання: частка лекцій

знизилася з 40 % до 8 %, натомість зросли колаборативне (61,3 %), проблемно-орієнтоване (59,0 %) та проєктне (47,3 %) навчання. Найуживанішими засобами навчання є Scratch (14,7 %) та Moodle (11,7 %). Основними формами оцінювання є тести (43,7 %), практична демонстрація (39,3 %) та проєкти (36,0 %); ядром соціальних навичок – командна робота (47,7 %), критичне мислення (45,3 %) та рефлексивна практика (44,7 %).

Оцінювання якості первинних досліджень засвідчило, що 30,0 % з них мають низький РУ, 50,7 % – високий; часовий аналіз виявив позитивну тенденцію (зростання частки досліджень із низьким РУ з 13 % до 36 % та зниження частки з високим РУ з 71 % до 41 %). За результатами огляду сформульовано 4 практичні рекомендації для розробників програм та 5 напрямів подальших досліджень.

У третьому розділі – «**Моделювання методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики**» – обґрунтовано концептуальні засади і принципи проєктування методичної системи, розроблено її інтегровану п'ятикомпонентну модель, здійснено ICAP-класифікацію методів та побудовано TPACK-таксономію засобів навчання, спроєктовано діагностично-результативний компонент системи.

Концептуальні засади проєктування методичної системи спираються на чотири закономірності, виявлені систематичним оглядом, – тріаду підготовки, зсув до активних методів навчання, зростання поширеності КН та неузгодженість оцінювання з провідними методами навчання. Конвергенція цих закономірностей і теоретичних рамок зумовила п'ять проєктних вимог, що відповідають п'яти організаційно-педагогічним умовам. На цих засадах обґрунтовано сім принципів проєктування методичної системи з подвійним – теоретичним та емпіричним – обґрунтуванням кожного:

1. *Науковість* – кожне проєктне рішення підкріплено кількісними даними систематичного огляду; принцип забезпечує доказовість переходу від аналізу до проєктування.

2. *Системність* – п'ять компонентів (цільовий, змістовий, технологічний, організаційний, діагностично-результативний) утворюють інтегровану цілісність, у якій кожен підпорядкований загальній меті.

3. *Адаптивність та універсальний дизайн* – викладач (автор курсу) адаптує методичну систему до контингенту студентів, інституційного контексту, наявних технологічних ресурсів та ситуативних обставин; на засадах універсального дизайну система від початку передбачає доступність для студентів із різними освітніми потребами.

4. *Студентоцентрованість* – домінування активних методів згідно з ієрархією ICAP, у якій інтерактивні форми навчання переважають над конструктивними, активними і пасивними.

5. *Інтегративність* – TPACK як наскрізна рамка пов'язує предметне, педагогічне і технологічне знання на кожному рівні системи.

6. *Технологічність* – КН-середовище на основі Moodle у поєднанні з

Google Workspace реалізує цілісну інтеграцію синхронних та асинхронних форм навчання.

7. *Діагностичність* – системний моніторинг засобами навчальної аналітики (Learning Analytics, LA) орієнтований на подолання неузгодженості оцінювання з активними методами навчання.

Взаємозв'язок принципів проєктування із проєктними вимогами, сформульованими за результатами систематичного огляду, унаочнено на рис. 1.

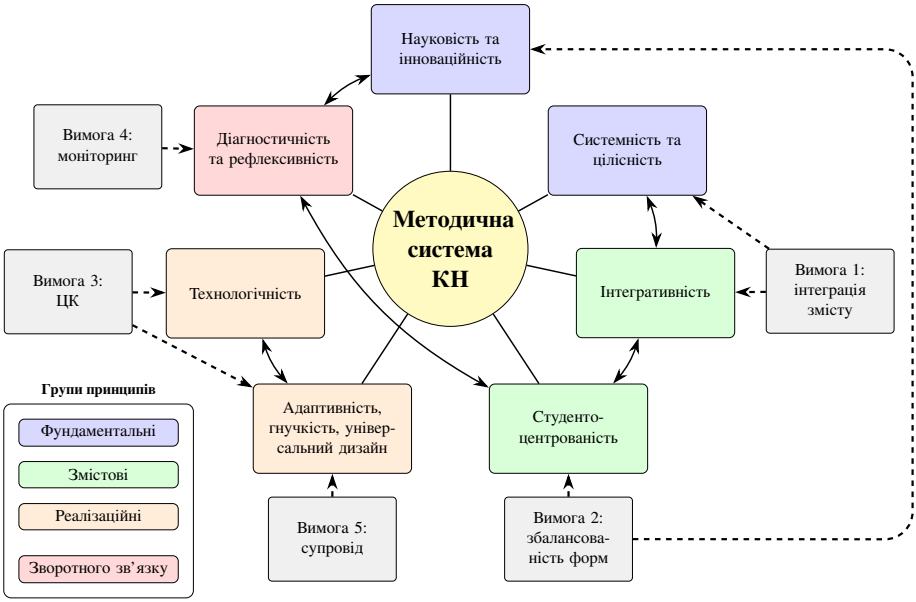

Рис. 1 – Система принципів проєктування методичної системи КН та їх зв'язок із проєктними вимогами

Розроблено інтегровану п'ятикомпонентну модель методичної системи (цільовий, змістовий, технологічний, організаційний, діагностично-результативний компоненти). Конвергенцію теоретичних рамок, що забезпечує наскрізну узгодженість моделі, подано на рис. 2: TPACK слугує рамкою цілепокладання та інтеграції змісту, CoI – рамкою проєктування взаємодії в КН-середовищі, ICAP – рамкою класифікації методів навчання.

Доведено, що узгодженість п'яти компонентів забезпечує принцип конструктивного узгодження (J. Biggs): очікувані результати навчання (цільовий компонент) зумовлюють навчальну діяльність (змістовий та технологічний компоненти), яка задає вимоги до оцінювання (діагностично-результативний компонент). Організаційний компонент реалізує інституційні та мотиваційні умови функціонування системи. Зворотний зв'язок від діагностичного компонента до цільового замикає адаптивний цикл удосконалення.

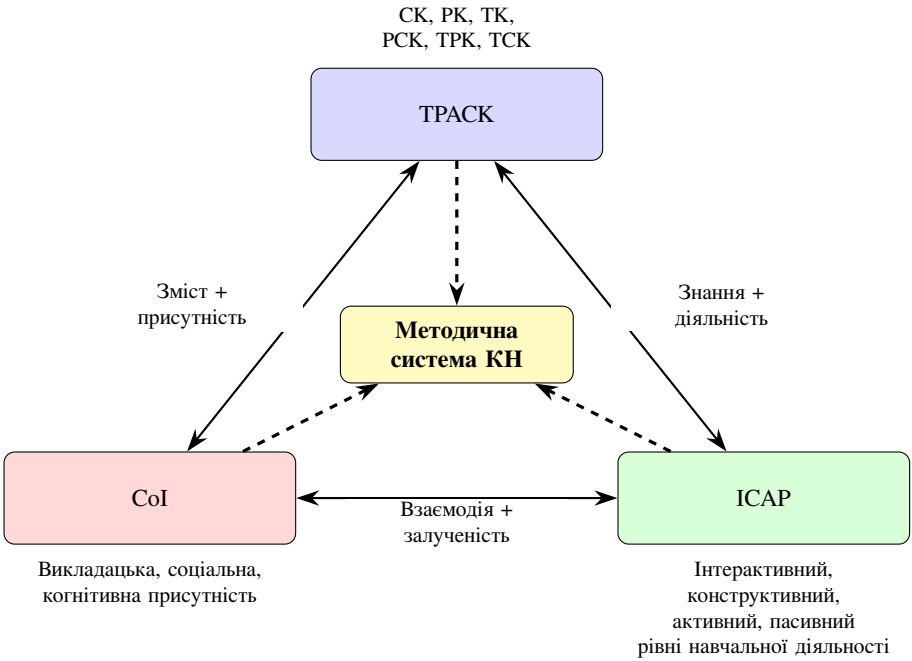

Рис. 2 – Конвергенція теоретичних рамок TPACK, CoI та ICAP як аналітичних ракурсів для проєктування методичної системи

Системотвірним чинником є єдина освітня мета – формування професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики на засадах TPACK. Вимірюваним індикатором її досягнення слугують критерії сформованості ЦК: фахова компетентність є ширшим утворенням, а ЦК – її інтегральним наскрізним складником, що за TPACK поєднує інформатичний, педагогічний і технологічний компоненти (термін узгоджено з рамкою DigCompEdu). Потрійна теоретична рамка TPACK – CoI – ICAP виконує роль наскрізного аналітичного каркасу: TPACK визначає цільовий та змістовий компоненти, CoI – організаційний та технологічний, ICAP – технологічний та діагностичний. Склад компонентів системи та їхні взаємозв'язки унаочнено на рис. 3.

Цільовий компонент конкретизує цю мету у чотири підцілі: когнітивну, операційно-діяльнісну, мотиваційно-ціннісну та рефлексивно-оцінювальну. Змістовий компонент структуровано у п'ять блоків з позицій TPACK.

Здійснено першу систематичну ICAP-класифікацію методів навчання та розроблено чотиришарову TPACK-таксономію засобів навчання. Класифікація підтвердила зафіксований оглядом зсув від пасивних форм навчання до конструктивних та інтерактивних; установлено, що ядром методичної системи слугує

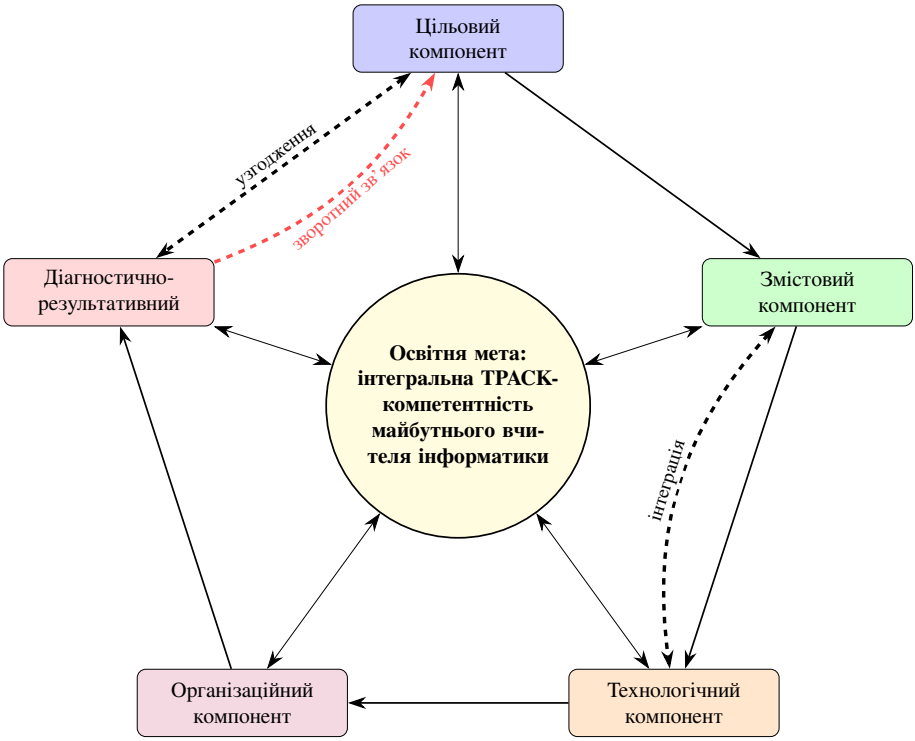

Рис. 3 – Структура методичної системи КН майбутніх учителів інформатики

тріада активних методів – колаборативне, проєктне та проблемно-орієнтоване навчання, які найчастіше трапляються разом.

Діагностично-результативний компонент усуває виявлену неузгодженість між оцінюванням і провідними методами навчання (61,3 % колаборативних методів за лише 9,0 % взаємного оцінювання). У його основі – 4 критерії сформованості ЦК за 4 рівнями, співвіднесені водночас із таксономією Блума та рамкою DigCompEdu.

У четвертому розділі – «**Проєктування методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики**» – обґрунтовано комплекс організаційно-педагогічних умов реалізації методичної системи та розкрито їхній системний взаємозв'язок, розроблено TPACK-орієнтовану карту навчального плану, спроєктовано архітектуру КН-середовища та систему моніторингу й діагностики.

В основу розділу покладено загальну **гіпотезу дослідження**: професійна підготовка майбутніх учителів інформатики в умовах КН буде ефективнішою (за критеріями сформованості ЦК) за умови її здійснення на основі цілісної мето-

дичної системи КН, теоретично обґрунтованої та спроєктованої з урахуванням специфіки фахової підготовки вчителів інформатики та комплексу організаційно-педагогічних умов.

Обґрунтовано комплекс із 5 організаційно-педагогічних умов ефективної реалізації методичної системи, кожна з яких спирається на специфічну теоретичну рамку та усуває конкретний дефіцит, виявлений у систематичному огляді:

1. *Інтеграція підготовки на засадах TPACK* (рамка TPACK) – усуває дефіцит методичних знань (PCK – 23 %) та дисбаланс між предметною і методичною підготовкою (співвідношення 2,5:1) через інтегровані навчальні ситуації замість ізольованих курсів.

2. *Комбінування форм, методів і засобів* (поєднання рамок CoI та ICAP) – реалізує парадигмальний зсув від лекцій (частка яких знизилася з 40 % до 8 %) до інтерактивних форм навчання.

3. *Розвиток ЦК* (рамка DigCompEdu) – усуває критичний дефіцит: лише 2,7 % досліджень фіксують самооцінювання ЦК; забезпечує посеместрову прогресію від рівнів A1–A2 до B2–C1.

4. *Моніторинг на основі LA* (рамки LA та формувального оцінювання) – виправляє диспропорцію між підсумковим і формувальним оцінюванням (співвідношення 34:1) через систему LA та кількісні цілі.

5. *Психолого-педагогічний супровід* (теорія самодетермінації) – заповнює прогалину: жодне з 300 досліджень огляду не описує системної психолого-педагогічної підтримки.

Обґрунтовано системний характер взаємозв'язку п'яти умов. Функціонально вони утворюють два взаємопов'язані мікроблоки: умови 1 і 3 забезпечують зміст підготовки (інтеграція на засадах TPACK та розвиток ЦК), умови 2 і 4 формують технологічний контур (поєднання рамок CoI та ICAP разом зі зворотним зв'язком LA), а умова 5 створює мотиваційний клімат для роботи всієї системи.

Зіставлення п'яти умов із п'ятьма компонентами методичної системи виявляє їхню змістову відповідність: умова 1 відповідає змістовому компоненту, умова 2 – технологічному, умова 3 – наскрізному розвитку ЦК, умова 4 – діагностично-результативному, а умова 5 – організаційному. Ця відповідність не випадкова: п'ять умов визначено на основі тих самих п'яти проєктних вимог, що утворили структуру системи.

Розроблено TPACK-орієнтовану карту навчального плану: 240 кредитів ЄКТС, обов'язковий складник яких структуровано у 4 блоки (СК і ТК 95 кр., РК 18 кр., РСК, ТРК і ТСК 21 кр., практика 30 кр.). Для подолання дисбалансу СК:РСК 2,5:1 обґрунтовано три механізми РСК-ін'єкції. Реалізовано принцип простежуваності від доказів до рішень: кожне рішення щодо навчального плану обґрунтовано кількісними даними систематичного огляду.

Спроєктовано архітектуру КН-середовища, що втілює чотиришарову TPACK-таксономію засобів. Доцільність поєднання Moodle і Google Workspace у КН-середовищі підтверджено результатами опитування 344 респондентів та

аналізом 3684 курсів. Спроєктовано систему моніторингу та діагностики з кількісними цілями подолання неузгодженості оцінювання та методів навчання: взаємне оцінювання – з 9 % до 100 %, формувальне оцінювання – з 1,3 % до системного рівня, е-портфоліо – з 11,7 % до 100 %.

У п'ятому розділі – «**Методичні особливості реалізації системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики**» – конкретизовано методичні особливості реалізації методичної системи у семи взаємопов'язаних методиках, розкрито наскрізні механізми їхньої інтеграції та схарактеризовано практичну реалізацію методик у формувальному етапі експерименту.

Наскрізним структурним принципом реалізації методичної системи визначено чотирифазний цикл «перевернутого класу», що забезпечує ICAP-прогресію від пасивного до інтерактивного рівня залученості. У кожній з семи методик власні види навчальної діяльності реалізуються в одній або кількох фазах:

1. *Передаудиторна фаза* (асинхронна): самостійне опрацювання матеріалу (Page/Book з елементами H5P для самоперевірки); за ICAP задіяно пасивний та активний рівні, у CoI домінує когнітивна присутність.

2. *Аудиторна фаза* (синхронна, очна або онлайн): лабораторна чи практична робота й обговорення результатів у малих групах; за ICAP – конструктивний та інтерактивний рівні, викладацька та соціальна присутність CoI найвиразніша.

3. *Постаудиторна фаза* (асинхронна): самоперевірка у Quiz, подання роботи через Assignment, рефлексія у Forum; за ICAP – активний та конструктивний рівні, у CoI зростає соціальна присутність.

4. *Фаза зворотного зв'язку* (змішана): коментарі у журналі оцінок, індивідуальні консультації та звіряння з панеллю LA; фаза замикає цикл і готує перехід до наступного модуля.

Розроблено *методику використання LMS Moodle*, що визначає, як побудувати навчальну дисципліну в Moodle за моделлю «перевернутого класу»: теоретичний матеріал студенти опрацьовують асинхронно, аудиторний час звільняється для практики й обговорення. Курс структуровано за уніфікованими модулями з автоматизованим тестуванням і банком питань. За опитуванням викладачів, 82 % з них вважають підхід типового курсу доцільним, а SEM-PLS-моделювання на масиві 3684 курсів засвідчило, що інтерактивні елементи (Assignment, Quiz) є критичними для здобувачів заочної форми ($\beta = 0{,}127$).

Розроблено *методику синхронної та асинхронної взаємодії*, яка визначає доцільне співвідношення синхронного навчання (лекції, консультації) й асинхронного (форуми, завдання, самостійна робота). Опитування 331 студента з 13 ЗВО виявило п'ятикратну розбіжність між наявною часткою асинхронного навчання (10 %) та запитом студентів (52 %). Перевірка під час пандемії та війни підтвердила стійкість методики. Якщо під час пандемії освітня інфраструктура лишалася функціональною у 94 % випадків, то під час війни – лише у 22 %, і саме розвинений асинхронний компонент (коефіцієнт асинхронності 0,63) забезпечив безперервність навчання.

Розроблено *методику розвитку цифрової компетентності*, що є наскрізною «сполучною тканиною» системи: ЦК розвивають не окремим курсом, а через усі дисципліни навчального плану, кожну з яких співвіднесено з певним критерієм ЦК та областю DigCompEdu. За принципом конструктивного узгодження компетентність формується поетапно: ранні курси (ЦТвО, Програмування) закладають окремі складники – предметне й технологічне знання, а старші (МНІ, Виробнича практика в закладах освіти) зводять їх у цілісну TPACK-модель, забезпечуючи прогресію від рівня A1–A2 до B2–C1. Наголос зроблено на цілеспрямованому розвитку педагогічного складника ЦК: оскільки для вчителя інформатики предметне й технологічне знання збігаються, упевнене володіння технологіями може маскувати слабку педагогічну підготовку. Ця методика об'єднує шість інших методик, а базову лінію її розвитку визначено всеукраїнським опитуванням 344 респондентів.

Розроблено *методику мікровикладання та моделювання уроків*: студент проводить короткий навчальний фрагмент (міні-урок) для одногрупників, попеременно виконуючи ролі «учня» і «методиста», з подальшим відеоаналізом і взаємним оцінюванням. Так у безпечному середовищі формуються практичні викладацькі вміння. Методику реалізовано у чотири етапи наростаючої складності (семестри V–VIII): спочатку студент спостерігає й аналізує відеоуроки, згодом проводить мікровикладання для одногрупників, далі – навчальний фрагмент у школі з реальними учнями. На завершення він самостійно проєктує та проводить повний урок, що відповідає ICAP-прогресії від пасивного до інтерактивного рівня. Методика усуває дефіцит мікровикладання у пострадянському регіоні (5 % проти 20–30 % в інших регіонах); її впровадження узгоджується з приростом $+26{,}5$ п. п. за операційно-діяльнісним критерієм ЦК.

Розроблено *методику проєктного навчання*, що організовує виконання навчальних проєктів наростаючої складності впродовж усіх восьми семестрів за чотирирівневою TPACK-таксономією. На першому рівні студент розробляє програмні продукти (предметне знання, CK); на другому – навчальні цифрові ресурси, як-от вправи H5P, тести для Moodle та вебдодатки (додається технологічне знання, TK); на третьому – методичні матеріали для школи: план-конспекти, дидактичні матеріали, фрагменти електронних курсів (педагогічна інтеграція, PCK/TPK); на четвертому – цілісні інноваційні продукти з дослідницьким складником, готові до впровадження (повна TPACK-інтеграція). Кожен проєкт проходить цикл із чергуванням асинхронних і синхронних фаз. Реальну TPACK-прогресію ілюструють 10 кваліфікаційних робіт, виконаних студентами під керівництвом автора (2014–2024) – зокрема інтерактивний тренажер з елементами гейміфікації та українсько-польський перекладач інформатичних термінів для дітей-біженців.

Розроблено *методику використання імерсивних технологій AR/VR*, що готує студента до застосування AR та VR в навчанні за трьома рівнями – «споживач – дизайнер – методист»: від використання готових ресурсів до самостійного створення й методично обґрунтованого впровадження. Вона заповнює найбіль-

ший виявлений оглядом розрив (AR – 1,7 %, VR – 0 %); вибір веб-стека (A-Frame, Three.js) обгрунтовано скороченням обсягу коду у 21 раз.

Розроблено *методику навчання програмування*, яка формує наскрізну лінію через послідовність мов і середовищ. Кожну тему в ній доповнено педагогічним складником – як навчати цього у школі (не менше 10 % педагогічних завдань). Так поєднано фахову й методичну підготовку в домінантній предметній галузі (програмування – 50,3 % досліджень).

Розроблені методики інтегровано через чотири наскрізні механізми: а) спільне КН-середовище на основі Moodle та Google Workspace; б) узгоджену ICAP-прогресію від пасивних до інтерактивних форм; в) тришарову архітектуру оцінювання (формувальне, підсумкове, метаоцінювання); г) методику розвитку ЦК як наскрізне інтеграційне ядро, що перетинається з кожною з інших методик через спільні дескриптори DigCompEdu. Завдяки цьому методична система утворює не лінійний набір методик, а мережеву структуру з центральним вузлом ЦК та об'єднувальною теоретичною рамкою TPACK.

Розроблені методики по-різному охоплюють домени TPACK: LMS Moodle реалізує технолого-педагогічне знання (TPK); синхронно-асинхронна взаємодія – TPK і PK; мікровикладання – PCK і TPK; формування ЦК та проєктне навчання інтегрують усі домени TPACK; імерсивні технології AR/VR і навчання програмування розвивають предметне й технологічне знання (CK, TK) з інтеграцією у TPACK.

У шостому розділі – «**Організація та результати педагогічного експерименту**» – описано організацію, перебіг і результати триетапного педагогічного експерименту (2015–2024), схарактеризовано критерії та інструментарій діагностики ЦК, здійснено тріангуляцію одержаних результатів.

В основу емпіричної перевірки покладено чотири *часткові гіпотези*: упровадження методичної системи КН забезпечить статистично значуще підвищення рівня сформованості кожного з критеріїв ЦК майбутніх учителів інформатики в експериментальній групі (ЕГ) порівняно з контрольною (КГ) – 1) когнітивного, 2) операційно-діяльнісного, 3) мотиваційно-ціннісного та 4) рефлексивно-оцінювального.

Констатувальний етап (2015–2020) виявив системні суперечності. Опитування викладачів ($n = 75$) засвідчило, що понад 20 % користувачів Moodle не мали досвіду проєктування курсів, а 80 % курсів були переважно текстовими. TPACK-аналіз ОПП показав, що лише Виробнича практика в закладі освіти формує усі компоненти TPACK. Аналіз кваліфікаційних робіт 2014–2020 рр. підтвердив домінування CK і TK за відсутності PK/PCK.

Формувальний етап (2020–2023) забезпечив практичне впровадження методичної системи через поетапне розгортання 6 курсів Moodle з банками тестових питань і розгалуженою структурою навчальних елементів; мікровикладання як TPACK-орієнтовану діяльність реалізовано у 3 курсах. Завдяки розвиненому асинхронному компоненту система зберегла стійкість під час пандемії COVID-19

та війни.

Контрольний етап (2024) підтвердив ефективність методичної системи на вибірці $n = 140$ (ЕГ $= 68$, КГ $= 72$; базова еквівалентність $p > 0{,}05$). Установлено статистично значущі відмінності на користь ЕГ за всіма критеріями ЦК: когнітивним – $d = 0{,}82$ (великий ефект, $p < 0{,}001$), операційно-діяльнісним – $d = 0{,}88$ (великий, $p < 0{,}001$), мотиваційно-ціннісним – $h = 0{,}55$ (середній, $p < 0{,}01$, z-критерій для часток), рефлексивно-оцінювальним – $d = 0{,}60$ (середній, $p < 0{,}001$). Інтегральний показник зріс на 23 п. п. в ЕГ (з 40 % до 63 % студентів із достатнім і високим рівнями ЦК) проти $+7$ п. п. у КГ ($\chi^2 = 4{,}27$; $df = 1$; $p < 0{,}05$). Усі чотири нульові гіпотези H_0 відхилено. Найефективнішим виявився контентно-інтерактивний архетип курсів; викладацька присутність є найсильнішим предиктором навчальних досягнень ($\beta = 0{,}41$).

Для кожного з чотирьох критеріїв – когнітивного, операційно-діяльнісного, мотиваційно-ціннісного та рефлексивно-оцінювального – визначено інструментарій (тестування знань, практичні завдання, анкетування, самооцінювання) та чотири рівні сформованості ЦК. Результати контрольного етапу узагальнено в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати педагогічного експерименту за критеріями ЦК

Критерій	ЕГ до	КГ до	ЕГ після	КГ після	$\Delta_{\text{Е}}$	$\Delta_{\text{К}}$	t/z	p	d
Когнітивний, бали	58,3	57,9	76,1	62,4	$+17{,}8$	$+4{,}5$	4,87	$<0{,}001$	0,82
Операційно-діяльнісний	52,1 %	51,8 %	78,6 %	59,3 %	$+26{,}5$	$+7{,}5$	5,21	$<0{,}001$	0,88
Мотиваційно-ціннісний	38 %	37 %	71 %	44 %	$+33$	$+7$	3,23†	$<0{,}01$	0,55†
Рефлексивно-оцін., бали (↓)	1,8	1,7	0,6	1,3	$-1{,}2$	$-0{,}4$	3,52	$<0{,}001$	0,60
Інтегральний	40 %	39 %	63 %	46 %	$+23$	$+7$	–	–	–

Примітка. Когнітивний і рефлексивно-оцінювальний критерії вимірювано в балах, решту – у відсотках частки студентів із достатнім і високим рівнями. Рефлексивно-оцінювальний – зворотна шкала: значення – відхилення самооцінки від експертної, тому менше – краще. Для t-критеріїв $df = 138$. †Для мотиваційно-ціннісного критерію (частки) застосовано z-критерій для часток, розмір ефекту – h Коена (за округленими частками 71 %/44 %; за цілими частотами 48 із 68 та 32 із 72 – $z = 3{,}12$, $h = 0{,}54$ – висновок незмінний). Для інтегрального показника застосовано критерій $\chi^2 = 4{,}27$ ($df = 1$; $p < 0{,}05$); t-критерій до згорнутого показника не застосовний (у таблиці – «–»).

Якісний аналіз 10 кваліфікаційних робіт студентів (2014–2024) засвідчив еволюцію TPACK-профілю: від рівня 1 (ізольоване предметне знання, 2014–2018) через рівні 2–3 (усвідомлення педагогічного потенціалу й активне впровадження КН-елементів, 2020–2023) до рівня 4 (повна TPACK-інтеграція у проєктах, 2024).

Результати тріангульовано трьома незалежними потоками даних: кількісною діагностикою ($n = 140$), LA (985 і 3684 курсів та 1089 студентів) і якісним аналізом 10 кваліфікаційних робіт.

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення і практичне розв'язання актуальної наукової проблеми – обґрунтування та розробки теоретико-методичних засад доказового проєктування методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики. Ключовою методологічною основою розв'язання проблеми став перший систематичний огляд професійної підготовки вчителів інформатики, який забезпечив доказову базу для моделювання, проєктування та експериментальної перевірки методичної системи.

Результати дослідження дали підстави для формулювання таких висновків:

1. На основі лінгвістичного аналізу та з урахуванням євроінтеграційних процесів обґрунтовано доцільність поняття «комбіноване навчання» на противагу «змішаному навчанню». Уточнено тлумачення поняття «комбіноване навчання» як спланованого, педагогічно виваженого, адаптивного поєднання, взаємопроникнення та інтеграції очного та дистанційного, формального та неформального, реального та віртуального, індивідуального та колективного навчання з метою оптимального задоволення освітніх потреб суб'єктів освітнього процесу засобами інтелектуальних технологій. Систематизовано концептуальні засади за філософським, психофізіологічним, соціологічним, організаційно-педагогічним, інформаційно-технологічним і синергетичним вимірами; класифіковано підходи до організації комбінованого навчання за трьома критеріями – способом комбінування форм навчання, типом засобів ІКТ та видом педагогічних технологій; за SWOT-аналізом окреслено передумови ефективної реалізації комбінованого навчання (інституційна підтримка, готовність викладачів, мотивація та цифрова компетентність студентів, якість контенту та систем управління навчанням).

Уточнення поняття зумовлене зміною педагогічної реальності: інтелектуальний складник з допоміжного інструменту став невіддільним виміром комбінованого навчання. Саме це відрізняє запропоноване тлумачення від наявних і задає наскрізний вектор подальших проєктних рішень – від використання інтелектуальних технологій у самому процесі дослідження до їх інтеграції у методичну систему.

2. Здійснено найбільший за обсягом систематичний огляд із проблеми професійної підготовки вчителів інформатики: 300 досліджень, 52 роки (1972–2024), 44 країни, 6 баз даних. Понад 79 % публікацій датовані після 2009 року, пік активності – 2017–2024 рр. (160 досліджень, 53,3 %). Виявлено три центри досліджень: пострадянський простір (35,7 %), Північна Америка (30,0 %), Західна Європа (26,3 %). Визначено тріаду «предметна підготовка (57,7 %) – педагогічна підготовка (36,7 %) – педагогічна практика (44,3 %)» як структурну основу програм; зафіксовано парадигмальний зсув (частка лекцій знизилась з 40 % до 8 %, зросли колаборативне (61,3 %), проблемно-орієнтоване (59,0 %) та проєктне (47,3 %) навчання).

Результати систематичного огляду надають доказові узагальнення: на відміну від наративних оглядів, результати є відтворюваними, дані відповідають

принципам FAIR, а їх видобування верифіковано із залученням інтелектуальних технологій, що узгоджується з методологічною вимогою незалежної перевірки.

Огляд забезпечив доказову основу проєктування методичної системи: встановлені закономірності визначають чинники якості підготовки – збалансованість тріади «предметна підготовка – педагогічна підготовка – педагогічна практика», перевагу активних методів навчання та узгодженість оцінювання з ними. На цій основі сформульовано чотири практичні рекомендації для розробників програм підготовки вчителів інформатики: 1) збереження збалансованої тріади предметної підготовки, методичних дисциплін і педагогічної практики; 2) розширення дуальної освіти через партнерство закладів вищої освіти із закладами загальної середньої освіти; 3) упровадження активних методів навчання (колаборативного, проблемно-орієнтованого, проєктного) згідно з рамкою ICAP; 4) систематичне оновлення змісту навчальних планів відповідно до технологічного розвитку (AI, робототехніки).

3. Розроблено інтегровану п'ятикомпонентну модель методичної системи (цільовий, змістовий, технологічний, організаційний, діагностично-результативний компоненти) на основі сформульованих принципів проєктування – науковості та інноваційності; системності та цілісності; адаптивності, гнучкості та універсального дизайну; студентоцентрованості; інтегративності; технологічності; діагностичності та рефлексивності, – кожен із яких має подвійне обґрунтування (теоретичне та емпіричне). Наскрізну узгодженість забезпечує потрійна теоретична рамка: TPACK як рамка цілепокладання та інтеграції змісту, CoI як рамка проєктування взаємодії, ICAP як рамка класифікації методів навчання. Здійснено ICAP-класифікацію методів навчання та розроблено багатошарову TPACK-таксономію засобів навчання.

Модель побудовано виключно на даних: кожен зв'язок і напрям обґрунтовано на даних (принцип простежуваності «від доказів до рішень») – як високорівнева специфікація, модель закріплює засадничі рішення й задає основу для їх практичної реалізації у проєктуванні методичної системи.

4. Обґрунтовано комплекс організаційно-педагогічних умов, кожна з яких спирається на специфічну теоретичну рамку: 1) інтеграція підготовки на засадах TPACK; 2) комбінування форм, методів і засобів на основі поєднання CoI та ICAP; 3) розвиток цифрової компетентності за DigCompEdu; 4) моніторинг на основі навчальної аналітики; 5) психолого-педагогічний супровід на засадах теорії самодетермінації. Розроблено TPACK-орієнтовану карту навчального плану; архітектуру середовища комбінованого навчання валідовано (344 респонденти, багатовимірний аналіз 985 курсів); визначено кількісні цілі подолання дисбалансу оцінювання.

Проєктування є реалізацією моделі-специфікації у конкретних проєктних рішеннях; усі рішення ґрунтуються на даних, що переводить теоретичні результати у практичні рекомендації. Саме розмежування «модель (загальний задум) – проєкт (конкретне втілення)» забезпечує простежуваність від доказів огляду до

конкретних умов реалізації.

5. Розроблено окремі методики реалізації методичної системи: використання системи управління навчанням Moodle; синхронної та асинхронної взаємодії; розвитку цифрової компетентності за прогресією DigCompEdu; мікровикладання та моделювання уроків; проєктного навчання; використання імерсивних технологій AR/VR; навчання програмування. Кожна методика має емпіричне обґрунтування даними опитувань, навчальної аналітики та систематичного огляду.

Окремі методики є різними проєкціями складної методичної системи на конкретні прояви освітньої реальності: замість множини моделей одного явища подано множину доказово реалізованих методик однієї системи, інтегрованих спільним середовищем комбінованого навчання, узгодженою ICAP-прогресією та об'єднувальною рамкою TPACK.

6. Розроблено критеріально-діагностичний апарат оцінювання сформованості цифрової компетентності майбутніх учителів інформатики: чотири критерії – когнітивний, операційно-діяльнісний, мотиваційно-ціннісний та рефлексивно-оцінювальний, – схарактеризовані за рівневою шкалою з подвійним співвіднесенням до таксономії Блума та DigCompEdu, а також відповідний діагностичний інструментарій із пороговими значеннями у журналі оцінок Moodle.

Триетапний педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи) на базі Криворізького державного педагогічного університету підтвердив ефективність методичної системи. Констатувальний етап виявив системні суперечності підготовки (переважання текстових курсів, домінування предметного та технологічного знання за браку педагогічного й методичного). Формувальний етап реалізовано через розгортання методичної системи у середовищі комбінованого навчання (курси Moodle, банк завдань, мікровикладання). Контрольний етап засвідчив статистично значущі відмінності за всіма чотирма критеріями цифрової компетентності (величини ефекту: когнітивний – $d = 0{,}82$, операційно-діяльнісний – $d = 0{,}88$, мотиваційно-ціннісний – $h = 0{,}55$, рефлексивно-оцінювальний – $d = 0{,}60$; приріст інтегрального показника в експертній групі значуще перевищив контрольну, $\chi^2 = 4{,}27$, $p < 0{,}05$).

Результати тріангульовано трьома незалежними потоками (кількісна діагностика, навчальна аналітика та якісний аналіз кваліфікаційних робіт), що засвідчує обґрунтованість висновку про ефективність методичної системи. Таким чином, гіпотезу дослідження підтверджено, усі завдання виконано, а мету дослідження досягнуто.

Водночас експеримент має низку обмежень: одноінституційний формат, квазіекспериментальний характер, обмежене використання взаємного оцінювання, відсутність відстроченого контрольного зрізу та ін. Вони визначають перспективні *напрями подальших досліджень*: 1) перевірка відтворюваності ефективності методичної системи в різних умовах комбінованого навчання – кризових і стабільних, із різним співвідношенням очної, синхронної та асинхронної онлайн-взаємодії; 2) психометрична валідизація діагностичного інструментарію цифрової

компетентності (валідність, надійність, диференційна здатність, інваріантність за підгрупами); 3) дослідження трансформації TPACK майбутнього вчителя інформатики в умовах AI-асистованого програмування та доцільності виокремлення AI-TPACK; 4) дослідження перенесення сформованого TPACK у професійну діяльність випускників протягом перших 2–3 років роботи в школі, що водночас компенсує відсутність відстроченого контрольного зрізу; 5) перевірка впливу інтеграції формувального та взаємного оцінювання на валідність діагностики й рівень сформованості цифрової компетентності за рефлексивно-оцінювальним критерієм.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. І. С. Мінтій та С. В. Шокалюк, «Засоби реалізації чисельних методів розв'язування нелінійних рівнянь з однією змінною», *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, т. 9, с. 95–100, 2017. doi: 10.31812/0564/1362

2. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк, В. М. Пірогов, А. М. Горло та М. М. Мінтій, «Аналіз програмних засобів для людей із порушеннями зору», *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки*, № 4 (95), с. 108–116, 2018. doi: 10.35433/pedagogy.4(95).2018.108-116

3. I. S. Mintii, «Using Learning Content Management System Moodle in Kryvyi Rih State Pedagogical University educational process», в *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019), Kryvyi Rih, Ukraine, December 20, 2019*, A. E. Kiv та M. P. Shyshkina, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2643, CEUR-WS.org, 2019, с. 293–305. url: https://ceur-ws.org/Vol-2643/paper17.pdf **(Scopus)**

4. І. Мінтій, С. Шокалюк, С. Литвинова та О. Пінчук, «Проєктування електронних навчальних курсів на основі типового Moodle-курсу університету», *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, № 14(43), с. 66–84, 2020. doi: 10.32405/2218-7650-2020-14(43)-66-84

5. I. S. Mintii, O. V. Bondarenko, S. V. Shokaliuk, K. V. Polhun та M. M. Mintii, «Analysis of the use of LCMS Moodle in the educational process of KrSPU», *Educational Dimension*, т. 3, с. 368–383, 2020. doi: 10.31812/educdim.v55i0.4366

6. S. O. Semerikov та I. S. Mintii, «Mapping lifelong learning quality: a bibliometric study», *Educational Dimension*, т. 3, с. 1–8, 2020. doi: 10.31812/ed.622

7. D. S. Shepiliev, Y. O. Modlo, Y. V. Yechkalo, V. V. Tkachuk, M. M. Mintii, I. S. Mintii, O. M. Markova, T. V. Selivanova, O. M. Drashko, O. O. Kalinichenko, T. A. Vakaliuk, V. V. Osadchyi та S. O. Semerikov, «WebAR development tools: An overview», *CEUR Workshop Proceedings*, т. 2832, A. E. Kiv, S. O. Semerikov, V. N. Soloviev та A. M. Striuk, ред., с. 84–93, 2020. url: https://ceur-ws.org/Vol-2832/paper12.pdf **(Scopus)**

8. D. S. Shepiliev, S. O. Semerikov, Y. V. Yechkalo, V. V. Tkachuk, O. M. Markova, Y. O. Modlo, I. S. Mintii, M. M. Mintii, T. V. Selivanova, N. K. Maksyshko, T. A. Vakaliuk, V. V. Osadchyi, R. O. Tarasenko, S. M. Amelina та A. E. Kiv, «Development of career guidance quests using WebAR», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 1840, № 1, с. 012 028, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1840/1/012028 **(Scopus)**

9. I. S. Mintii, T. A. Vakaliuk, S. M. Ivanova, O. A. Chernysh, S. M. Hryshchenko та S. O. Semerikov, «Current state and prospects of distance learning development in Ukraine», в *Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021), Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021*, S. H. Lytvynova та S. O. Semerikov, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2898, CEUR-WS.org, 2021, с. 41–55. url: https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper01.pdf **(Scopus)**

10. S. O. Semerikov, M. M. Mintii та I. S. Mintii, «Review of the course «Development of Virtual and Augmented Reality Software» for STEM teachers: implementation results and improvement potentials», в *Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021), Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021*, S. H. Lytvynova та S. O. Semerikov, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2898, CEUR-WS.org, 2021, с. 159–177. url: https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper09.pdf **(Scopus)**

11. I. P. Varava, A. P. Bohinska, T. A. Vakaliuk та I. S. Mintii, «Soft Skills in Software Engineering technicians education», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 1946, с. 012 012, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1946/1/012012 **(Scopus)**

12. С. О. Семеріков, Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій, В. А. Гаманюк, В. М. Соловйов, О. В. Бондаренко, П. П. Нечипуренко, С. В. Шокалюк, Н. В. Моісеєнко та В. Р. Рубан, «Розробка системи комп'ютерного зору на основі машинного навчання для освітніх цілей», *Освітній вимір*, т. 5, с. 8–60, 2021. doi: 10.31812/educdim.4717

13. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, V. N. Soloviev, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk, N. V. Moiseienko та D. S. Shepiliev, «Immersive E-Learning Resources: Design Methods», в *DHW 2021: Digital Humanities Workshop, Kyiv, Ukraine, 23 December 2021*, ACM, 2021, с. 37–47. doi: 10.1145/3526242.3526264 **(Scopus; WoS)**

14. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та С. М. Іванова, «Використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності досліджень: результати констатувального експерименту», *Інноваційна педагогіка*, т. 47, с. 309–315, 2022. doi: 10.32843/2663-6085/2022/47.59

15. О. М. Спірін, Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій, С. М. Іванова та О. Шимон, «Технологія використання наукометричної бази даних Scopus для оцінювання результативності педагогічних досліджень», *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, т. 22(51), с. 116–136, 2022. doi: 10.32405/2218-7650-2022-22(51)-116-136

16. С. М. Іванова, Т. Л. Новицька, А. В. Кільченко, Т. А. Вакалюк та І. С. Мінтій, «Технологія використання наукових електронних бібліотек для оціню-

вання результативності науково-педагогічних досліджень», *Освіта. Інноватика. Практика*, т. 10, № 6, с. 14–23, 2022. doi: 10.31110/2616-650X-vol10i6-002

17. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк, С. М. Іванова та А. В. Кільченко, «Окремі компоненти технології використання наукометричної бази даних Web of Science для оцінювання результативності педагогічних досліджень», *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, т. 208, с. 177–187, 2023. doi: 10.36550/2415-7988-2023-1-208-177-187

18. О. М. Спірін, Т. А. Вакалюк, В. П. Олексюк, С. М. Іванова, І. С. Мінтій та А. В. Кільченко, «Модель використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень», *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, т. 14, с. 50–62, 2023. doi: 10.28925/2414-0325.2023.145

19. I. S. Mintii, «Blended learning: definition, concept, and relevance», *Educational Dimension*, т. 8, с. 85–111, 2023. doi: 10.31812/ed.539

20. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та S. O. Didkivska, «Challenges facing distance learning during martial law: results of a survey of Ukrainian students», *Educational Technology Quarterly*, т. 2023, № 4, с. 401–421, 2023. doi: 10.55056/etq.637

21. I. S. Mintii, «Blended learning for teacher training: benefits, challenges, and recommendations», *Educational Dimension*, т. 9, с. 1–12, 2023. doi: 10.31812/ed.581

22. I. S. Mintii, «Blended learning: definition, concept and relevance to education for sustainability», в *Proceedings of the 7th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2024), Kryvyi Rih, Ukraine, May 14, 2024*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3918, CEUR-WS.org, 2025, с. 260–281. url: https://ceur-ws.org/Vol-3918/paper303.pdf **(Scopus)**

23. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk та N. V. Moiseienko, «Development of digital competencies in immersive cloud-based educational environment», в *Proceedings of the IX International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT (3L-Person 2024) co-located with ICTERI 2024, Lviv, Ukraine, September 23, 2024*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3781, CEUR-WS.org, 2024, с. 203–208. url: https://ceur-ws.org/Vol-3781/paper27.pdf **(Scopus)**

24. I. S. Mintii та S. O. Semerikov, «Optimizing Teacher Training and Retraining for the Age of AI-Powered Personalized Learning: A Bibliometric Analysis», в *Information Technology for Education, Science, and Technics*, сер. Lecture Notes in Data Engineering and Communications Technologies, т. 231, Springer, 2024, с. 339–357. doi: 10.1007/978-3-031-71804-5_23 **(Scopus, Q4)**

25. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та L. O. Fadieieva, «Differential effects of Moodle course design on student subpopulations: advancing personalized learning in higher education», *Smart Learning Environments*, т. 12, с. 46, 2025. doi: 10.1186/s40561-025-00400-6 **(Scopus, Q1; WoS, Q1)**

26. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та L. O. Fadieieva, «Multivariate analysis of Moodle components and grade distribution patterns for adaptive learning environments», *Discover Education*, т. 5, с. 15, 2026. doi: 10.1007/s44217-025-01024-1 **(Scopus, Q2)**

27. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk та I. S. Mintii, «Resilience through crisis: an integrated framework for entrepreneurial STEM education in conflict-affected contexts», *Discover Education*, т. 5, с. 24, 2026. doi: 10.1007/s44217-025-01041-0 **(Scopus, Q2)**

28. S. O. Semerikov, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk та I. S. Mintii, «Student elective course selection patterns and satisfaction determinants identified through educational data mining», *Scientific Reports*, т. 16, с. 6965, 2026. doi: 10.1038/s41598-026-37712-7 **(Scopus, Q1; WoS, Q1)**

29. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, O. V. Bondarenko та O. B. Kanevska, «Mapping the Emergence: A Bibliometric Analysis of the Convergence Gap in GeoAI Teacher Education Research», *SN Computer Science*, т. 7, с. 114, 2026. doi: 10.1007/s42979-026-04731-0 **(Scopus, Q2)**

30. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та L. O. Fadieieva, «Development and validation of an adaptive learning readiness assessment framework for Moodle courses», *Journal of New Approaches in Educational Research*, т. 15, с. 19, 2026. doi: 10.1007/s44322-026-00069-w **(Scopus, Q1; WoS, Q1)**

31. S. O. Semerikov та I. S. Mintii, «Multi-dimensional bibliometric framework for analyzing research adaptation during crisis: evidence from Ukrainian educational psychology», *Social Sciences & Humanities Open*, т. 13, с. 102 709, 2026. doi: 10.1016/j.ssaho.2026.102709 **(Scopus, Q1)**

32. S. O. Semerikov, I. S. Mintii, O. V. Bondarenko та P. P. Nechypurenko, «Institutional heterogeneity in crisis response: A mixed-methods analysis of Ukrainian higher education strategic adaptation during war», *International Journal of Educational Research Open*, т. 11, с. 100 580, 2026. doi: 10.1016/j.ijedro.2026.100580 **(Scopus, Q1)**

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

33. І. С. Мінтій, «Розвиток ІК-компетентностей викладачів математичних дисциплін в мобільному освітньому середовищі», в *Проблеми інформатизації навчального процесу в школі та вищому педагогічному навчальному закладі: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (10 жовтня 2017 р.)*, Н. П. Франчук, ред., Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017, с. 125–126. doi: 10.31812/0564/1524

34. І. С. Мінтій та С. О. Семеріков, «Мобільно орієнтоване середовище навчання студентів природничо-математичних спеціальностей педагогічних вищих навчальних закладів», в *Актуальні питання сучасної інформатики: Тези доповідей II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці», присвяченої 10-ій річниці*

функціонування Інтернет-порталу E-OLYMP (09-10 листопада 2017 р.), т. 5, Житомир: ФОП «О. О. Євенок», 2017, с. 142–143. doi: 10.31812/0564/1521

35. І. С. Мінтій, С. О. Семеріков та В. М. Соловйов, «Кафедрі інформатики та прикладної математики Криворізького державного педагогічного університету – 25: історія, аналіз здобутків та перспективи розвитку», в *Збірник матеріалів V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених «Наукова молодь-2017» (14 груд. 2017 р.)*, О. М. Спірін та А. В. Яцишин, ред., Київ: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2017, с. 167–171. doi: 10.31812/0564/1961

36. І. С. Мінтій та Т. В. Придача, «Використання Google Forms у роботі майбутнього класного керівника», в *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці: Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції ІТОНТ-2018 (17-18 травня 2018 р.)*, Черкаси: ЧДТУ, 2018, с. 216–218. doi: 10.31812/0564/2243

37. В. М. Пірогов, І. С. Мінтій, М. М. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Програмні засоби для людей із порушеннями зору», в *Актуальні питання сучасної інформатики: Тези доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (08-09 листопада 2018 р.)*, Т. А. Вакалюк, ред., т. 6, Житомир: ФОП «О. О. Євенок», 2018, с. 166–170. doi: 10.31812/123456789/2768

38. I. S. Mintii та V. N. Soloviev, «Augmented Reality: Ukrainian Present Business and Future Education», в *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018*, A. E. Kiv та V. N. Soloviev, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2257, CEUR-WS.org, 2018, с. 227–231. url: https://ceur-ws.org/Vol-2257/paper22.pdf **(Scopus)**

39. В. М. Пірогов, А. М. Горло та І. С. Мінтій, «Програмна розробка алгоритму адаптації дизайну сайту для людей з порушенням кольоросприйняття», *CEUR Workshop Proceedings*, т. 2292, А. Ю.Ків, С. О. Семеріков, В. М. Соловйов та А. М. Стрюк, ред., с. 103–108, 2018. url: https://ceur-ws.org/Vol-2292/paper11.pdf **(Scopus)**

40. I. S. Mintii, S. V. Shokaliuk, T. A. Vakaliuk, M. M. Mintii та V. N. Soloviev, «Import test questions into Moodle LMS», в *Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018*, A. E. Kiv та V. N. Soloviev, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2433, CEUR-WS.org, 2018, с. 529–540. url: https://ceur-ws.org/Vol-2433/paper36.pdf **(Scopus)**

41. V. O. Ustinova, S. V. Shokaliuk, I. S. Mintii та A. V. Pikilnyak, «Modern techniques of organizing computer support for future teachers' independent work in German language», в *Proceedings of the 6th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018*, A. E. Kiv та V. N. Soloviev, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2433, CEUR-WS.org, 2018, с. 308–321. url: https://ceur-ws.org/Vol-2433/paper20.pdf **(Scopus)**

42. І. С. Мінтій, М. М. Мінтій та С. В. Шокалюк, «Імпорт питань в систе-

му управління навчанням Moodle», в *Матеріали Сьомої міжнародної науково-практичної конференції «MoodleMoot Ukraine 2019. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle» (24 травня 2019 р.)*, Київ, 2019, с. 103–108. url: https://2019.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=5

43. А. М. Горло, В. М. Пірогов та І. С. Мінтій, «Алгоритм адаптації дизайну сайту для людей з порушенням кольоросприйняття», в *Інтелектуальний потенціал – 2019*, т. Ч. 3: Математичне моделювання та інженерія програмного забезпечення, 2019, с. 28–30. doi: 10.31812/123456789/3573

44. І. В. Зезуль та І. С. Мінтій, «Розробка хмаро орієнтованого курсу шкільної інформатики», в *Матеріали XIII Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (24-26 березня 2020 р.)*, Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2020, с. 202–204. doi: 10.31812/123456789/3832

45. Т. А. Вакалюк та І. С. Мінтій, «Поняття хмаро орієнтованого навчального середовища закладу вищої освіти», в *Імплементація європейських стандартів в українські освітні дослідження: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції Української асоціації дослідників освіти (26 червня 2020 р.)*, С. Щудло, О. Заболотна та Л. Загоруйко, ред., ТзОВ «Трек-ЛТД», 2020, с. 32–34. doi: 10.31812/123456789/4107

46. S. O. Semerikov, M. P. Shyshkina, A. M. Striuk, M. I. Striuk, I. S. Mintii, O. O. Kalinichenko, L. S. Kolgatina та M. Y. Karpova, «8th Workshop on Cloud Technologies in Education: Report», в *Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020), Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2020*, S. O. Semerikov та M. P. Shyshkina, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2879, CEUR-WS.org, 2020, с. 1–69. url: https://ceur-ws.org/Vol-2879/paper00.pdf **(Scopus)**

47. І. С. Мінтій та С. М. Іванова, «Огляд наукометричних баз Google Scholar та ORCID», в *Звітна наукова конференція ІІТЗН НАПН України: матеріали наук.-практ. конф. (11 лютого 2021 р.)*, Київ: ІІТЗН НАПН України, 2021, с. 63–66. doi: 10.31812/123456789/5085

48. І. С. Мінтій та С. М. Іванова, «Огляд можливостей референс-менеджера Mendeley», в *Сучасні ІТ в освіті та науці: матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (18-19 листопада 2021 р.)*, Житомир: ЖДУ, 2021, с. 98–102. doi: 10.31812/123456789/6070

49. І. В. Зезуль, В. В. Подолянюк та І. С. Мінтій, «Використання системи Human школа в освітньому процесі», в *Матеріали XIV Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (23-25 березня 2021 р.)*, Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2021, с. 144–147. doi: 10.31812/123456789/4268

50. S. H. Lytvynova, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, M. I. Striuk, L. S. Kolgatina, V. Y. Velychko, I. S. Mintii, O. O. Kalinichenko та S. M. Tukalo, «AREdu 2021 – Immersive technology today», в *Proceedings of the 4th International Workshop on*

Augmented Reality in Education (AREdu 2021), Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021, S. H. Lytvynova та S. O. Semerikov, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2898, CEUR-WS.org, 2021, с. 1–40. url: https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper00.pdf **(Scopus)**

51. O. V. Zaika, T. A. Vakaliuk, A. V. Riabko, R. P. Kukharchuk, I. S. Mintii та S. O. Semerikov, «Selection of online tools for creating math tests», в *Proceedings of the 4th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2021), Kryvyi Rih, Ukraine, May 11, 2021*, S. H. Lytvynova та S. O. Semerikov, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 2898, CEUR-WS.org, 2021, с. 82–106. url: https://ceur-ws.org/Vol-2898/paper04.pdf **(Scopus)**

52. Д. В. Головко, І. В. Зезуль та І. С. Мінтій, «Використання додатків WPS Office у шкільному курсі інформатики», в *Сучасні інформаційні технології в освіті і науці: 12 Всеукр. студ. наук. Інтернет-конф. (22-23 квітня 2021 р.)*, М. О. Медведєва, Г. В. Ткачук та О. В. Жмуд, ред., Умань: Візаві, 2021, с. 41–43. doi: 10.31812/123456789/4424

53. І. С. Мінтій та С. М. Іванова, «Референс-менеджери як засоби керування бібліографічними даними», в *Інформаційні технології в освіті та науці*, т. 12, Мелітополь: ФОП «Однорог Т. В.», 2021, с. 102–105. doi: 10.31812/123456789/5066

54. І. С. Мінтій та В. М. Коваленко, «Проблеми впровадження інформаційно-цифрових технологій в галузі освіти і науки», в *Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності: тези доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. (2 лист. 2021 р.)*, Київ: Національний авіаційний університет, 2021, с. 89–93. doi: 10.31812/123456789/6053

55. A. E. Kiv, S. O. Semerikov, M. P. Shyshkina, A. M. Striuk, M. I. Striuk, Y. V. Yechkalo, I. S. Mintii, P. P. Nechypurenko, O. O. Kalinichenko, L. S. Kolgatina, K. V. Vlasenko, S. M. Amelina та O. V. Semenikhina, «9th Workshop on Cloud Technologies in Education: Report», в *Proceedings of the 9th Workshop on Cloud Technologies in Education, CTE 2021, Kryvyi Rih, Ukraine, December 17, 2021*, A. E. Kiv, S. O. Semerikov та M. P. Shyshkina, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3085, CEUR-WS.org, 2021, с. i–lxxvii. url: https://ceur-ws.org/Vol-3085/paper00.pdf **(Scopus)**

56. Т. А. Вакалюк, С. М. Іванова та І. С. Мінтій, «Результати аналітико-констатувального етапу дослідження «Методика використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень»», в *Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України (10 лютого 2022 р.)*, О. П. Пінчук та Н. В. Яськова, ред., Київ, 2022, с. 13–16. doi: 10.31812/123456789/6467

57. E. Y. Tarasova та I. S. Mintii, «Web application for facial wrinkle recognition», в *Proceedings of the 4th Workshop for Young Scientists in Computer Science & Software Engineering (CS&SE@SW 2021), Virtual Event, Kryvyi Rih, Ukraine, December 18, 2021*, A. E. Kiv, S. O. Semerikov, V. N. Soloviev та A. M. Striuk, ред.,

сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3077, CEUR-WS.org, 2022, с. 198–210. url: http://ceur-ws.org/Vol-3077/paper19.pdf **(Scopus)**

58. В. С. Січкар та І. С. Мінтій, «Програмні засоби для підтримки вивчення 3D-моделювання у старшій школі», в *Матеріали XV Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (22-24 березня 2022 р.)*, Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2022, с. 118–120. doi: 10.31812/123456789/6238

59. В. Подолянюк та І. С. Мінтій, «Тестові завдання курсу «Сервіси Google в освітньому процесі»», в *Матеріали XV Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» (22-24 березня 2022 р.)*, Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2022, с. 128–130. doi: 10.31812/123456789/6239

60. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та С. М. Іванова, «Огляд можливостей онлайн-сервісу Lens», в *Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2022) (23-25 червня 2022 р.)*, Черкаси: ЧДТУ, 2022, с. 96–97. doi: 10.31812/123456789/6468

61. S. Papadakis, A. E. Kiv, H. M. Kravtsov, V. V. Osadchyi, M. V. Marienko, O. P. Pinchuk, M. P. Shyshkina, O. M. Sokolyuk, I. S. Mintii, T. A. Vakaliuk, A. M. Striuk та S. O. Semerikov, «Revolutionizing education: using computer simulation and cloud-based smart technology to facilitate successful open learning», в *Joint Proceedings of the 10th Illia O. Teplytskyi Workshop on Computer Simulation in Education, and Workshop on Cloud-based Smart Technologies for Open Education (CoSinEi and CSTOE 2022) co-located with ACNS Conference on Cloud and Immersive Technologies in Education (CITEd 2022) Kyiv, Ukraine, December 22, 2022*, S. Papadakis, ред., сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3358, CEUR-WS.org, 2023, с. 1–18. url: https://ceur-ws.org/Vol-3358/paper00.pdf **(Scopus)**

62. І. С. Мінтій та В. А. Доценко, «Дистанційна підтримка комбінованого навчання інформатики у 5 класі», в *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (6 квітня, 2023)*, Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2023, с. 124–126. doi: 10.31812/123456789/7248

63. В. М. Пірогов та І. С. Мінтій, «Програмні засоби для людей з порушеннями зору: аналіз досліджень у наукометричній базі даних Scopus», в *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті та науці» (25-26 травня 2023 р.)*, Запоріжжя-Мелітополь: Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, 2023, с. 124–126. doi: 10.31812/123456789/7249

64. І. С. Мінтій, «Комбіноване навчання: аналіз досвіду», в *Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану» (24 лютого 2023*

р.), Київ: ІЦО НАПН України, 2023, с. 43–45. doi: 10.31812/123456789/7415

65. V. A. Hamaniuk, V. A. Karpiuk, I. S. Mintii та S. O. Semerikov, «2nd International Conference on New Trends in Linguistics, Literature and Language Education», в *2nd International Conference on New Trends in Linguistics, Literature and Language Education (3L-Edu 2022), Kryvyi Rih, Ukraine, 18 May 2022*, V. A. Hamaniuk, V. A. Karpiuk, I. S. Mintii та S. O. Semerikov, ред., сер. ACNS Conference Series: Social Sciences and Humanities, т. 3, ACNS, 2023, с. 01 001. doi: 10.55056/cs-ssh/3/01001

66. I. S. Mintii, O. Y. Stetsyshyna, O. Y. Tarasova, O. B. Kanevska та S. O. Semerikov, «A specialized Ukrainian-Polish computer science translator for primary education: Design and implementation», в *Proceedings of the 12th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2024), Kryvyi Rih, Ukraine, May 12, 2025*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 4043, CEUR-WS.org, 2025, с. 236–253. url: https://ceur-ws.org/Vol-4043/paper10.pdf **(Scopus)**

67. I. S. Mintii, «Approaches to the Blended Learning Organisation», в *Proceedings of the 4th International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2023)*, SciTePress, 2024, с. 114–121. doi: 10.5220/0012647500003737

68. I. S. Mintii, «Blended learning in computer science teacher training», в *Conference proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference «Information Technology for Education, Science and Technics» (ITEST-2024), Cherkasy, May 23-24, 2024*, Cherkasy: ChSTU, 2024, с. 334–336. url: https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/10396

69. S. O. Semerikov та I. S. Mintii, «Automating literature screening with large language models», в *Conference proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference «Information Technology for Education, Science and Technics» (ITEST-2024), Cherkasy, May 23-24, 2024*, Cherkasy: ChSTU, 2024, с. 130–132. url: https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/10385

70. S. O. Semerikov, A. M. Striuk, M. V. Marienko, O. P. Pinchuk, Y. V. Yechkalo, V. V. Tkachuk, I. S. Mintii, A. V. Iatsyshyn, O. V. Gorda, O. B. Kanevska та I. I. Donchev, «AREdu 2024: Where augmented reality meets augmented intelligence», в *Proceedings of the 7th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2024), Kryvyi Rih, Ukraine, May 14, 2024*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3918, CEUR-WS.org, 2025, с. 1–28. url: https://ceur-ws.org/Vol-3918/paper000.pdf **(Scopus)**

71. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk та N. V. Moiseienko, «Immersive cloud-based educational environment of the university: Design principles», в *Proceedings of the 3rd Workshop on Digital Transformation of Education (DigiTransfEd 2024) co-located with ICTERI 2024, Lviv, Ukraine, September 23-27, 2024*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3771, CEUR-WS.org, 2024, с. 126–135. url: https://ceur-ws.org/Vol-3771/paper27.pdf **(Scopus)**

72. S. Papadakis, S. H. Lytvynova, I. S. Mintii, S. M. Ivanova, I. A. Selyshcheva

та S. O. Semerikov, «Advancing lifelong learning with AI-enhanced ICT: A review of 3L-Person 2024», в *Proceedings of the IX International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT (3L-Person 2024) co-located with ICTERI 2024, Lviv, Ukraine, September 23, 2024*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3781, CEUR-WS.org, 2024, с. 1–9. url: https://ceur-ws.org/Vol-3781/paper00.pdf **(Scopus)**

73. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, I. S. Mintii та O. V. Bondarenko, «Shifting sands: analyzing trends in educational technology research published in Educational Technology Quarterly (2021-2023)», в *Proceedings of the 6th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2023), Kryvyi Rih, Ukraine, May 17, 2023*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3844, CEUR-WS.org, 2024, с. 72–82. url: https://ceur-ws.org/Vol-3844/paper10.pdf **(Scopus)**

74. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk та N. V. Moiseienko, «Designing an immersive cloud-based educational environment for universities: a comprehensive approach», в *Proceedings of the 6th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2023), Kryvyi Rih, Ukraine, May 17, 2023*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 3844, CEUR-WS.org, 2024, с. 107–116. url: https://ceur-ws.org/Vol-3844/paper09.pdf **(Scopus)**

75. І. С. Мінтій, «SWOT-аналіз комбінованого навчання», в *Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану» (23 лютого 2024 р.)*, Київ: ІЦО НАПН України, 2024, с. 46–49. url: https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/10397

76. В. В. Подолянюк та І. С. Мінтій, «Використання мобільних додатків та ігрових технологій для залучення учнів до навчання», в *XV Всеукраїнська науково-практична конференція для молодих учених та здобувачів освіти «Сучасні інформаційні технології в освіті і науці» (25–26 квітня 2024 р.)*, Умань: Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, 2024. url: https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/10398

77. В. В. Подолянюк та І. С. Мінтій, «Переваги та недоліки використання штучного інтелекту в освітньому процесі», в *Міжнародна наукова конференція «Штучний інтелект у науці та освіті (AISE 2024)» (1-2 березня 2024 р.)*, Київ, 2024, с. 46–49. url: https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/10399

78. A. E. Kiv, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, V. V. Osadchyi, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii та S. L. Malchenko, «Advancing Education in Challenging Times: A Review of the XVI International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2024)», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 2871, № 1, с. 011 001, 2024. doi: 10.1088/1742-6596/2871/1/011001 **(Scopus)**

79. A. E. Kiv, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii та S. L. Malchenko, «Advancing educational resilience: Key insights and innovations from the XVII International Conference on Mathematics, Science, and Technology Education (ICon-MaSTEd 2025)», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 3105, № 1, с. 011 001, 2025. doi: 10.1088/1742-6596/3105/1/011001 **(Scopus)**

80. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk та N. V. Moiseienko, «Immersive cloud-based mobile learning tools in higher education: a systematic review of integration frameworks and implementation strategies», в *Proceedings of the 8th International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2025), Kryvyi Rih, Ukraine, May 13, 2025*, сер. CEUR Workshop Proceedings, т. 4060, CEUR-WS.org, 2025, с. 24–51. url: https://ceur-ws.org/Vol-4060/paper02.pdf **(Scopus)**

81. S. O. Semerikov, I. S. Mintii та N. V. Moiseienko, «Teaching logic programming: a review», *CTE Workshop Proceedings*, т. 12, с. 399–425, 2025. doi: 10.55056/cte.838

82. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Цифрові ідентифікатори як інструмент академічної видимості: методичні аспекти», в *Сучасні цифрові технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали XV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (10 квітня 2025 р.)*, Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2025, с. 160–163. url: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745832/

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

83. І. С. Мінтій, Н. А. Хараджян та С. В. Шокалюк, «Розвиток ІК-компетентностей викладачів педагогічних ВНЗ за програмою курсів підвищення кваліфікації «Інформаційно-комунікаційні технології в очно-дистанційному (комбінованому) навчанні»», *New computer technology*, т. XV, с. 240–244, 2017. url: http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/1075

84. С. В. Шокалюк, І. С. Мінтій та М. В. Моісеєнко, «Моделювання уроку інформатики майбутніми вчителями», *New computer technology*, т. XVI, с. 84–93, 2018. url: http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/2222

85. А. М. Горло та І. С. Мінтій, «Адаптація дизайну сайту для людей із порушенням кольоросприйняття», *New computer technology*, т. XVI, с. 182–187, 2018. url: http://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/2226

86. І. С. Мінтій та М. М. Мінтій, «Проєктування засобів доповненої реальності навчального призначення», в *Інформаційні технології у вищій школі*, Т. А. Вакалюк та С. Г. Литвинова, ред., Житомир: ФОП «О. О. Євенок», 2019, с. 290–306. doi: 10.31812/123456789/3607

87. В. Устінова, С. Шокалюк, І. Мінтій та А. Пікільняк, «Сучасні методи організації комп'ютерної підтримки самостійної роботи майбутніх учителів німецької мови», *Педагогіка вищої та середньої школи*, т. 52, с. 135–152, 2019. doi: 10.31812/pedag.v52i0.3781

88. Т. А. Вакалюк, В. В. Концедайло та І. С. Мінтій, «Професійні м'які компетентності майбутніх інженерів-програмістів: ключові поняття», *Освітній вимір*, т. 2, с. 101–110, 2020. doi: 10.31812/educdim.v54i2.3859

89. В. М. Пірогов та І. С. Мінтій, «Реалізація алгоритмів конвертації та імітації в системі адаптації дизайну сайту для людей з порушенням кольорosприйняття», в *Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету (приурочено до 90-річчя КДПУ)*, Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2020, с. 95–97. doi: 10.31812/123456789/4203

90. М. М. Мінтій та І. С. Мінтій, «МООС як форма підвищення ІКТ-компетентності педагогічних працівників», в *Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету (приурочено до 90-річчя КДПУ)*, Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2020, с. 77–79. doi: 10.31812/123456789/4202

91. I. Mintii, S. Shokaliuk, T. Vakaliuk, O. Merzlykin та M. Mintii, «Development of a Standard Moodle Course to Optimize the Teacher's Work in Distance Education», *Universal Journal of Educational Research*, т. 8, № 12, с. 6659–6666, 2020. doi: 10.13189/ujer.2020.081230

92. A. E. Kiv, V. N. Soloviev, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, V. V. Osadchyi, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii та S. L. Malchenko, «XIII International Conference on Mathematics, Science and Technology Education», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 1946, с. 011 001, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1946/1/011001 **(Scopus)**

93. Т. А. Вакалюк, О. М. Спірін, І. С. Мінтій, С. М. Іванова та Т. Л. Новицька, «Наукометричні показники оцінювання результативності педагогічних досліджень науковців та науково-педагогічних працівників», *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, т. 60, с. 167–184, 2021. doi: 10.31652/2412-1142-2021-60-167-184

94. В. Ю. Биков, О. М. Спірін, С. М. Іванова, Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій та А. В. Кільченко, «Наукометричні показники оцінювання результативності досліджень наукових установ і закладів освіти», *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 86, № 6, с. 289–312, 2021. doi: 10.33407/itlt.v86i6.4656 **(WoS)**

95. V. P. Oleksiuk, S. M. Ivanova та I. S. Mintii, «Evaluating the results of scientific and pedagogic research: a foreign review», *Educational Dimension*, т. 4, с. 58–74, 2021. doi: 10.31812/educdim.v56i4.4435

96. Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій, В. А. Гаманюк та С. М. Іванова, «Врахування показників діяльності науково-педагогічних працівників за проєктною діяльністю та підготовкою переможців у конкурсах та олімпіадах», *Наукові інновації та передові технології (Серія «Державне управління», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Психологія», Серія «Педагогіка»)*, № 4 (6), с. 22–34, 2022. doi: 10.52058/2786-5274-2022-4(6)-22-34

97. В. С. Моркун, С. М. Грищенко, І. С. Мінтій, М. В. Мар'єнко та Ю. В. Єчкало, «Вимоги до змісту та підготовки докторів філософії зі спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»», *Освітній вимір*, т. 4, с. 77–88, 2021. doi: 10.31812/educdim.v56i4.4436

98. С. М. Іванова, Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій та А. В. Кільченко, «Інформаційно-цифрові технології як засоби оцінювання результативності науково-педагогічних досліджень», *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, т. 4, № 1, 2022. doi: 10.37472/v.naes.2022.4114

99. С. М. Іванова, А. В. Кільченко, І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Оцінювання результативності наукової діяльності засобами інформаційно-цифрових систем окремої установи», *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*, т. 3, с. 39–53, 2021. doi: 10.31812/123456789/5052

100. O. M. Spirin, O. V. Matviienko, S. M. Ivanova, O. V. Ovcharuk, I. S. Mintii, I. V. Ivaniuk та L. A. Luparenko, «The Use of Open Electronic Scientific and Educational Systems to Support the Professional Activities of Research and Teaching Staff of Ukrainian Universities and Scientific Institutions», в *DHW 2021: Digital Humanities Workshop, Kyiv, Ukraine, 23 December 2021*, ACM, 2021, с. 169–176. doi: 10.1145/3526242.3526261 **(Scopus; WoS)**

101. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, V. N. Soloviev, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk, N. V. Moiseienko та V. R. Ruban, «Mask and Emotion: Computer Vision in the Age of COVID-19», в *DHW 2021: Digital Humanities Workshop, Kyiv, Ukraine, 23 December 2021*, ACM, 2021, с. 103–124. doi: 10.1145/3526242.3526263 **(Scopus; WoS)**

102. S. O. Semerikov, I. S. Mintii та R. K. Makhachashvili, «Digital Humanities Event Horizon», в *DHW 2021: Digital Humanities Workshop, Kyiv, Ukraine, 23 December 2021*, ACM, 2021, с. 1–28. doi: 10.1145/3526242.3526243 **(Scopus; WoS)**

103. R. K. Makhachashvili, I. S. Mintii, O. B. Protsenko та S. O. Semerikov, «Preface», в *DHW 2021: Digital Humanities Workshop, Kyiv, Ukraine, 23 December 2021*, ACM, 2021, с. VI. url: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3526242.3526243 **(Scopus)**

104. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, V. A. Hamaniuk, V. N. Soloviev, O. V. Bondarenko, P. P. Nechypurenko, S. V. Shokaliuk, N. V. Moiseienko та D. S. Shepiliev, «Design methodology for immersive educational resources», *Educational Dimension*, т. 6, с. 176–199, 2022. doi: 10.31812/educdim.4716

105. A. E. Kiv, V. N. Soloviev, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, V. V. Osadchyi, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii та S. L. Malchenko, «XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 2288, с. 011 001, 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2288/1/011001 **(Scopus)**

106. I. Onikienko, L. Bratchenko, I. Mintii та O. Chaika, «Remote study for the humanities and social sciences: digitization and coaching», *SHS Web Conf.*, т. 142,

с. 03 001, 2022. doi: 10.1051/shsconf/202214203001

107. A. E. Kiv, S. O. Semerikov, A. M. Striuk, V. V. Osadchyi, T. A. Vakaliuk, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko, I. S. Mintii та S. L. Malchenko, «XV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education», *Journal of Physics: Conference Series*, т. 2611, № 1, с. 011 001, 2023. doi: 10.1088/1742-6596/2611/1/011001 **(Scopus)**

108. V. S. Morkun, S. Semerikov, S. Hryshchenko, I. Mintii та Y. Hryshchenko, «Results of Experimental Work to Check the Effectiveness of the Method of Using Geoinformation Technologies», в *Proceedings of the 2nd Myroslav I. Zhaldak Symposium on Advances in Educational Technology – AET*, INSTICC, SciTePress, 2023, с. 272–280. doi: 10.5220/0012063600003431

109. S. M. Ivanova, O. M. Spirin, O. M. Shymon, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та S. O. Semerikov, «A Comprehensive Framework for Assessing Scientific Research Effectiveness Among Academic and Research Staff», в *Proceedings of the 4th International Conference on History, Theory and Methodology of Learning (ICHTML 2023)*, SciTePress, 2024. doi: 10.5220/0000176600003737

110. О. М. Спірін, С. М. Іванова, В. П. Олексюк, І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та А. В. Кільченко, «Експеримент з розвитку компетентності з використання інформаційно-цифрових технологій для оцінювання результативності педагогічних досліджень», *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*, т. 27(56), с. 148–170, 2024. doi: 10.58442/2218-7650-2024-27(56)-147-170

111. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та В. А. Ткаченко, «Використання сервісу VOSviewer у науковій діяльності», *Інноваційна педагогіка*, № 75, с. 279–285, 2024. doi: 10.32782/2663-6085/2024/75.54

112. І. С. Мінтій, О. Ю. Стецишина, О. Ю. Тарасова, Т. А. Вакалюк та С. О. Семеріков, «Інформатична термінологія: між неповнотою та надлишковістю», *Інформаційні технології в освіті*, № 2(56), с. 14–34, 2024. doi: 10.14308/ite000784

113. С. О. Семеріков, Т. А. Вакалюк, І. С. Мінтій та В. П. Олексюк, «На перетині знань: XVI міжнародна конференція з математичної, природничо-наукової та технологічної освіти», *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, т. 6, № 1, с. 1–5, 2024. doi: 10.37472/v.naes.2024.6124

114. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Навчальний складник цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників: результати констатувального експерименту», *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського*, № 4(149), с. 33–39, 2024. doi: 10.24195/2617-6688-2024-4-5

115. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Методичний складник цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників: результати констатувального експерименту», *Освітологічний дискурс*, т. 47, № 4, с. 64–72, 2024. doi: 10.28925/2312-5829/2024.4.7

116. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Дослідницький складник цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників: результати констатуваль-

ного експерименту», *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, т. 23(30), с. 16–25, 2024. doi: 10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).02

117. С. О. Семеріков та І. С. Мінтій, «Оптимізація підготовки та перепідготовки вчителів для персоналізованого навчання на основі штучного інтелекту: бібліометричний аналіз з великими мовними моделями», в *Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ*, Київ: ІЦО НАПН України, 2024, с. 214–239. doi: 10.33407/lib.NAES.id/eprint/744025

118. С. О. Семеріков, Т. А. Вакалюк, П. П. Нечипуренко, І. С. Мінтій та О. В. Бондаренко, «Аналіз тенденцій досліджень з освітніх технологій, опублікованих у Educational Technology Quarterly (2021-2023)», в *Цифрова трансформація відкритих науково-освітніх середовищ*, Київ: ІЦО НАПН України, 2024, с. 292–306. doi: 10.33407/lib.NAES.id/eprint/744025

119. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Формування цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами наукометричних баз даних: аналіз сучасного стану досліджень», *Інноваційна педагогіка*, т. 2, № 84, с. 169–173, 2025. doi: 10.32782/2663-6085/2025/84.2.33

120. І. С. Мінтій та Т. А. Вакалюк, «Організаційно-виховний складник цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників: результати констатувального експерименту», *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*, № 2, с. 47–58, 2025. doi: 10.31499/2307-4906.2.2025.332123

121. І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та В. А. Ткаченко, «Окремі компоненти методики розвитку цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників з використанням наукометричних баз даних», *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського*, № 3(152), с. 138–145, 2025. doi: 10.24195/2617-6688-2025-3-19

122. Т. А. Вакалюк та І. С. Мінтій, «Окремі компоненти методики використання журнальних та конференційних систем у рецензуванні наукових праць», *Освітологічний дискурс*, т. 50, № 3, с. 63–75, 2025. doi: 10.28925/2312-5829/2025.3.6

123. В. П. Олексюк, О. М. Спірін, С. М. Іванова, І. С. Мінтій, Т. А. Вакалюк та А. В. Кільченко, «Огляд досвіду використання штучного інтелекту для розвитку цифрової компетентності науково-педагогічних працівників», *Інформаційні технології в освіті*, № 2(58), с. 146–158, 2025. doi: 10.14308/ite000806

124. О. М. Спірін, С. М. Іванова, Т. А. Вакалюк, А. В. Кільченко, Ю. А. Лабжинський, І. С. Мінтій, Т. Л. Новицька, В. П. Олексюк, К. П. Осадча, Я. Б. Сікора, С. О. Семеріков, В. А. Ткаченко, Н. П. Франчук, О. М. Шимон, М. А. Шиненко, О. В. Чижмотря та Т. І. Чернецька, *Розвиток цифрової компетентності наукових і науково-педагогічних працівників засобами відкритих освітньо-наукових інформаційних систем: методичний посібник*. Київ: ІЦО НАПН України, 2025. url: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/746838

125. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та A. O. Kolhatin, «Vision-Based Autonomous UAV Landing: A Comprehensive Review of Technologies, Techniques, and Applications», *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, т. 111, с. 115, 2025. doi: 10.1007/s10846-025-02314-4 **(Scopus, Q1; WoS, Q3)**

126. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk та I. S. Mintii, «Mathematical exclusion as social injustice: a critical analysis of inclusive education discourse and practice in grades 5-6», *SN Social Sciences*, т. 6, с. 17, 2026. doi: 10.1007/s43545-025-01305-4 **(Scopus, Q2)**

127. S. O. Semerikov, I. S. Mintii, P. P. Nechypurenko, O. V. Bondarenko та S. L. Malchenko, «Geographic Information Systems for Space Science Education: A Review», *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, т. 26, с. 46, 2026. doi: 10.1007/s42330-026-00422-3 **(Scopus, Q2; WoS, Q3)**

128. S. O. Semerikov, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii, O. V. Bondarenko та O. B. Kanevska, «From science fiction to smart reality: a technology foresight review of smartdust evolution through the lens of Hamilton's Great North Road», *European Journal of Futures Research*, т. 14, с. 4, 2026. doi: 10.1186/s40309-026-00266-y **(Scopus, Q1; WoS, Q1)**

129. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk, I. S. Mintii та A. O. Kolhatin, «Energy-efficient neuromorphic computing for ultra-low latency cognitive radio: a hardware-software co-design framework for 6G spectrum intelligence», *Discover Artificial Intelligence*, т. 6, с. 363, 2026. doi: 10.1007/s44163-026-01093-7 **(Scopus, Q1)**

130. S. O. Semerikov, P. P. Nechypurenko, T. A. Vakaliuk та I. S. Mintii, «Mapping the intellectual landscape of geometry education in inclusive settings: A bibliometric analysis of teaching squares, cubes, areas, and volumes and the SPACE framework», *Social Sciences & Humanities Open*, т. 14, с. 103 437, 2026. doi: 10.1016/j.ssaho.2026.103437 **(Scopus, Q1)**

АНОТАЦІЯ

Мінтій І. С. Методична система комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. – Інститут цифровізації освіти НАПН України, Київ, 2026.

Дисертацію присвячено теоретичному обґрунтуванню, розробці та експериментальній перевірці методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики. Актуальність дослідження зумовлена потребою у якісній підготовці вчителів інформатики в умовах цифрової трансформації освіти та визнання інформатики фундаментальною STEM-дисципліною, європейськими вимогами до інтеграції комбінованого навчання у педагогічну освіту та відсутністю цілісної, побудованої на доказових засадах методичної системи такої підготовки.

Обґрунтовано доцільність поняття «комбіноване навчання» на противагу «змішаному навчанню» й уточнено його тлумачення як спланованого, педагогічно виваженого, адаптивного поєднання, взаємопроникнення та інтеграції очного й дистанційного, формального й неформального, реального й віртуального, індивідуального й колективного навчання засобами інтелектуальних технологій. Класифіковано підходи до організації комбінованого навчання за трьома критеріями – способом комбінування форм навчання, типом засобів ІКТ та видом педагогічних технологій.

Здійснено найбільший систематичний огляд професійної підготовки вчителів інформатики (300 досліджень, 52 роки (1972–2024), 44 країни, 6 баз даних). Його результати відтворювані, дані відповідають принципам FAIR, а видобування верифіковано із залученням інтелектуальних технологій. Встановлено фундаментальні закономірності: 1) тріаду «предметна підготовка – педагогічна підготовка – педагогічна практика», узгоджену з TPACK, із дисбалансом на користь предметної підготовки; 2) парадигмальний зсув від лекцій до активних методів; 3) зростання ролі комбінованого навчання за відсутності валідованих методичних систем; 4) неузгодженість оцінювання із провідними методами навчання. Виявлені закономірності формують доказову основу проєктування методичної системи.

Розроблено інтегровану п'ятикомпонентну модель методичної системи комбінованого навчання майбутніх учителів інформатики (цільовий, змістовий, технологічний, організаційний, діагностично-результативний компоненти) з подвійним – теоретичним та емпіричним – обґрунтуванням принципів проєктування. Наскрізну узгодженість забезпечує потрійна теоретична рамка TPACK – CoI – ICAP.

Обґрунтовано комплекс організаційно-педагогічних умов, кожну з яких визначено даними огляду та специфічною теоретичною рамкою (TPACK, CoI, ICAP, DigCompEdu, теорією самодетермінації). Як реалізацію розробленої моделі спроєктовано методичну систему: розроблено TPACK-орієнтовану карту навчального плану й архітектуру середовища комбінованого навчання.

Розроблено сім взаємопов'язаних методик реалізації методичної системи (використання системи управління навчанням Moodle; синхронної та асинхронної взаємодії; розвитку цифрової компетентності; мікровикладання із взаємним оцінюванням; проєктного навчання; використання імерсивних технологій AR/VR та навчання програмування).

Розроблено критеріально-діагностичний апарат оцінювання сформованості цифрової компетентності (когнітивний, операційно-діяльнісний, мотиваційно-ціннісний та рефлексивно-оцінювальний критерії, рівнева шкала, діагностичний інструментарій). Триетапний педагогічний експеримент (2015–2024) на базі Криворізького державного педагогічного університету підтвердив ефективність системи. Отримані дані тріангульовано трьома незалежними потоками (кількісною діагностикою, навчальною аналітикою, якісним аналізом кваліфікаційних робіт студентів). Результати впроваджено у десяти закладах вищої освіти України.

Ключові слова: комбіноване навчання, учитель інформатики, методична система, професійна підготовка, систематичний огляд, TPACK, цифрова компетентність, Moodle, педагогічний експеримент, імерсивні технології, мікровикладання, проєктне навчання.

SUMMARY

Mintii I. S. Methodological System of Blended Learning for Pre-Service Computer Science Teachers. – Qualifying scientific work, manuscript.

Extended abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences in the specialty 13.00.10 – Information and Communication Technologies in Education. – Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine, Kyiv, 2026.

This dissertation presents the theoretical substantiation, development, and experimental validation of a methodological system of blended learning for pre-service computer science teachers. The relevance of the study is determined by the need for high-quality training of computer science teachers in the context of the digital transformation of education and the recognition of computer science as a fundamental STEM discipline, European requirements for integrating blended learning into teacher education, and the lack of a holistic, evidence-based methodological system for such training.

The choice of the Ukrainian term «kombinovane navchannia» rather than «zmishane navchannia» as the equivalent of «blended learning» was substantiated. Its definition was refined as a planned, pedagogically sound, adaptive combination, interpenetration, and integration of face-to-face and distance, formal and non-formal, real and virtual, and individual and collective learning by means of intelligent technologies. Approaches to organizing blended learning were classified by three criteria – the mode of combining learning forms, the type of ICT tools, and the type of pedagogical technologies.

The largest systematic review of computer science teacher training to date was conducted (300 studies, 52 years, 1972–2024, 44 countries, 6 databases). Its results are reproducible, its data comply with the FAIR principles, and data extraction was verified with the aid of intelligent technologies. Four key patterns were identified: 1) the triad «subject-matter training – pedagogical training – teaching practice», aligned with TPACK, with a characteristic imbalance in favor of the subject-matter component; 2) a paradigm shift from lectures to active methods; 3) the growing role of blended learning in the absence of validated methodological systems; and 4) a misalignment between assessment and the predominant teaching methods. These patterns form the evidence base for designing the methodological system.

An integrated five-component model of the methodological system of blended learning for pre-service computer science teachers was developed (goal, content, technological, organizational, and diagnostic-outcome components), with a dual –

theoretical and empirical – justification of its design principles. Cross-cutting coherence is ensured by the triple theoretical framework TPACK – CoI – ICAP.

A set of organizational and pedagogical conditions was substantiated, each grounded in the systematic review data and a corresponding theoretical framework (TPACK, CoI, ICAP, DigCompEdu, and Self-Determination Theory). The methodological system was designed as an implementation of the developed model; this included the development of a TPACK-oriented curriculum map and an architecture for the blended learning environment.

Seven interconnected methods for implementing the system were developed (the use of the Moodle learning management system; synchronous and asynchronous interaction; digital competence development; microteaching with peer assessment; project-based learning; the use of immersive AR/VR technologies; and teaching programming).

A criterion-based diagnostic toolkit for assessing the level of digital competence was developed (cognitive, operational-activity, motivational-value, and reflective-evaluative criteria; a level-based scale; and diagnostic instruments). A three-stage pedagogical experiment (2015–2024) at Kryvyi Rih State Pedagogical University confirmed the system's effectiveness.

The findings were triangulated using three independent data streams: quantitative diagnostics, learning analytics, and a qualitative analysis of students' theses. The results have been implemented at ten higher education institutions in Ukraine.

Key words: blended learning, computer science teacher, methodological system, teacher education, systematic review, TPACK, digital competence, Moodle, pedagogical experiment, immersive technologies, microteaching, project-based learning.

Підписано до друку 17.08.2026. Формат 60×90 1/24
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 примірників. Замовлення № 546.
Віддруковано на ризографі у видавничому центрі «Просто Друк»
04053, м. Київ, вул. Січових Стрільців, 26А
Тел./факс: 486-50-88, 332-41-10, 277-40-16
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи серія ДК № 2570 від 27.07.2006 р.