



ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

УДК 378.147:004.946:37.011.3-051](045)

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.16908277>

Формування технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання засобами імітаційних комплексів: підхід design-based research

Шевчук Оксана Миколаївна,

аспірант кафедри інформаційних систем та технологій, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, м. Київ, Україна,

<https://orcid.org/0009-0003-1901-690X>

Прийнято: 20.07.2025 | Опубліковано: 31.07.2025

Анотація. У статті досліджено використання галузевого симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) як інструменту підвищення якості професійної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання. Особливу увагу приділено симуляторам, що моделюють виробничі процеси у технічних та інженерних дисциплінах. Розкрито потенціал симуляційного середовища для формування ключових професійних компетентностей: технічного мислення, цифрової грамотності, навичок ПЛК-програмування, інженерного моделювання та візуалізації виробничих процесів. Обґрунтовано оптимальне поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання для досягнення найкращих результатів освітнього процесу.

У роботі критично проаналізовано обмеження традиційних опитувальних методів оцінювання ефективності СПЗ у педагогічному процесі. Аргументовано доцільність застосування методології design-based research (DBR) як оптимального підходу до впровадження симуляційних



засобів у професійну освіту. Представлено етапи DBR-дослідження, що охоплюють визначення освітніх цілей і компетентностей, створення навчального середовища, розробку професійно орієнтованих завдань, моніторинг і аналіз результатів, а також формулювання рекомендацій для удосконалення навчання.

Проведено практичний аналіз особливостей використання таких програм, як *FluidSIM*, *Factory I/O*, *Tinkercad*, *AutoSIM*, *Simulink*. Наведено порівняльну таблицю, в якій визначено освітні можливості, специфіку середовища, особливості реалізації педагогічних завдань та шляхи адаптації СПЗ до контексту професійної педагогічної підготовки. Також продемонстровано використання ментальних карт і карт знань як інструментів візуалізації та структурування навчального контенту під час роботи з симуляційним ПЗ, що сприяє підвищенню ефективності засвоєння складної технічної інформації та розвитку системного мислення майбутніх педагогів. Зроблено висновок про ефективність симуляційних технологій як засобу наближення навчального процесу до реальних умов майбутньої професійної діяльності.

Ключові слова: симуляційне програмне забезпечення, технологічна компетентність, педагог професійного навчання, імітаційні технології, моделювання, дизайн-орієнтоване дослідження, дизайн, впровадження, аналіз, модифікація.

Formation of technological competence of future vocational education teachers using simulation complexes: a design-based research approach

Oksana Shevchuk,

Postgraduate student, Department of Information Systems and Technologies,

Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0009-0003-1901-690X>



Abstract. *The article investigates the use of industry-specific simulation software (ISS) as a tool for improving the quality of professional training of future vocational teachers. Particular attention is paid to simulators that model production processes in technical and engineering disciplines. The potential of the simulation environment for the formation of key professional competencies is revealed: technical thinking, digital literacy, PLC programming skills, engineering modeling and visualization of production processes. The optimal combination of traditional and interactive teaching methods to achieve the best results of the educational process is substantiated.*

The paper critically analyzes the limitations of traditional survey methods for assessing the effectiveness of SPE in the pedagogical process. The expediency of applying the design-based research (DBR) methodology as an optimal approach to the implementation of simulation tools in vocational education is argued. The stages of DBR research are presented, which include the definition of educational goals and competencies, creation of a learning environment, development of professionally oriented tasks, monitoring and analysis of results, as well as the formulation of recommendations for improving training.

A practical analysis of the peculiarities of using such programs as FluidSIM, Factory I/O, Tinkercad, AutoSIM, Simulink is carried out. A comparative table is presented, which identifies educational opportunities, specifics of the environment, features of the implementation of pedagogical tasks and ways to adapt the SPP to the context of professional pedagogical training. The use of mental maps and knowledge maps as tools for visualizing and structuring educational content when working with simulation software is also demonstrated, which contributes to increasing the efficiency of assimilation of complex technical information and the development of systematic thinking of future teachers. The conclusion is made about the effectiveness of simulation technologies as a means



of bringing the educational process closer to the real conditions of future professional activity.

***Keywords:** simulation software, professional competencies, vocational teacher, modelling, design-based research.*

Постановка проблеми узагальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями (Вступ). У сучасних умовах цифровізації виробництва та освіти зростає потреба у педагогах професійного навчання, які володіють інструментами симуляційного моделювання. Сучасна професійна підготовка педагогів професійного навчання вимагає впровадження інноваційних технологій, що дозволяють формувати у студентів практичні компетентності та готовність до роботи в умовах швидких змін у виробничих процесах. Одним із перспективних засобів упровадження освітніх інновацій є симуляційне програмне забезпечення (СПЗ), яке моделює реальні професійні ситуації та виробничі процеси, створюючи безпечне і контрольоване середовище для формування та вдосконалення практичних навичок. Ефективну методологічну основу для розроблення таких інноваційних рішень становить підхід дизайн-орієнтованого дослідження (Design-Based Research, DBR), що передбачає створення та впровадження освітніх інтервенцій, адаптованих до потреб реального навчального середовища. Цей підхід забезпечує поетапне тестування, аналітичне оцінювання та науково обґрунтоване вдосконалення розроблених рішень на основі емпіричних даних [7].

Симуляційне програмне забезпечення (СПЗ) не лише дозволяє реалізовувати принципи наближення навчання до виробничих умов, а й сприяє розвитку критичного мислення, технічної творчості та здатності до самостійного прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій (Огляд літератури) Багато сучасних досліджень засвідчують зростаючу тенденцію інтеграції цифрових



технологій в освітній процес, зокрема у формі симуляційних навчальних комплексів, які моделюють реальні виробничі або професійні ситуації [15]. Проте впровадження подібних технологій супроводжується низкою викликів. Серед основних — потреба у створенні відповідного технічного забезпечення, навчально-методичних матеріалів, дидактично обґрунтованих стратегій впровадження, а також підготовка викладачів до їх застосування в освітньому процесі [18]. Частина наукових публікацій зосереджується на аналізі сучасного стану інтеграції цифрових рішень в існуючі освітні екосистеми [13], тоді як інші — на прогнозуванні ефективності використання новітніх імітаційних технологій у майбутньому навчанні [7].

Міжнародна практика засвідчує, що симуляційні інструменти ефективно підвищують рівень залученості студентів, сприяють розвитку критичного мислення, прийняття рішень та командної взаємодії. Зокрема, дослідження М. Gredler [16] акцентує на когнітивних перевагах ігор і симуляцій у навчанні дорослих, а роботи L. Dieker et al. [14] демонструють ефективність симуляторів у підготовці майбутніх учителів через платформи на зразок TeachLive.

У методологічному контексті перспективним підходом до впровадження інноваційних освітніх технологій D. Reinking, вважає дизайн-орієнтоване дослідження (Design-Based Research, DBR)[20]. Цей підхід передбачає розроблення, емпіричне тестування та вдосконалення освітніх інтервенцій на основі гнучкого циклу "дизайн–впровадження–аналіз–модифікація", що дозволяє враховувати потреби конкретного освітнього середовища [21]. Методологію DBR активно розвивають такі дослідники, як А. Kelly [17] та Т. Anderson [12], які наголошують на її цінності для трансляції наукових результатів у практику шляхом створення адаптивних моделей навчання.

Водночас, використання симуляторів саме у педагогічній освіті залишається недостатньо вивченим, особливо через різноманітність



типів симуляційного програмного забезпечення (СПЗ), його функціональних характеристик та педагогічних моделей інтеграції. Існує потреба у системному дослідженні ефективних моделей впровадження СПЗ у професійну підготовку майбутніх педагогів, а також в оцінюванні дидактичного потенціалу симуляційних інструментів у вирішенні актуальних і перспективних завдань цифровізації освіти.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри зростаючий інтерес наукової спільноти до використання симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) у професійній освіті, низка ключових аспектів залишається недостатньо дослідженою. Зокрема, бракує системних підходів до розробки моделей інтеграції галузевого СПЗ у підготовку педагогів професійного навчання з урахуванням специфіки освітніх програм, рівнів підготовки та дидактичних цілей. Обмежено представлені емпіричні дослідження, що оцінюють ефективність застосування СПЗ з позицій підходу *design-based research (DBR)*, який передбачає ітеративне вдосконалення навчального середовища та педагогічних рішень. Недостатньо опрацьованими залишаються також питання адаптації СПЗ до навчального контексту: розроблення сценаріїв професійної діяльності, інтеграція інструментів моніторингу результатів, а також підготовка викладачів до їх цілеспрямованого і педагогічно обґрунтованого використання. Вирішення зазначених проблем є актуальним і визначає необхідність подальших наукових пошуків у межах запропонованої тематики.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Основною метою статті є дослідження потенціалу застосування симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) для формування технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання в межах підходу *design-based research*, а також розроблення рекомендацій щодо інтеграції таких засобів в освітній процес.

Для досягнення мети передбачається виконання таких завдань:



- проаналізувати науково-методичні підходи до формування технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання.
- обґрунтувати дидактичний потенціал симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) як засобу моделювання професійних ситуацій у процесі підготовки педагогічних кадрів.
- дослідити можливості застосування галузевого СПЗ у контексті підходу *design-based research (DBR)*, щоб забезпечити ітеративне вдосконалення освітніх рішень на основі емпіричних даних.
- визначити критерії ефективності впровадження СПЗ в освітній процес з урахуванням компетентнісного підходу.
- сформулювати практичні рекомендації щодо інтеграції симуляційних засобів у систему професійної підготовки педагогів технічного профілю.

Виклад основного матеріалу. Сучасні умови цифрової трансформації освіти висувають нові вимоги до професійної підготовки педагогів, зокрема щодо формування їхньої технологічної компетентності. У науковому дискурсі поняття *технологічної компетентності* педагогічного працівника трактується як багатокомпонентне утворення, що інтегрує знання, уміння, навички та установки, пов'язані з використанням сучасних цифрових і галузевих технологій у професійній діяльності [6]. Вона розглядається не лише як технічна підготовленість до експлуатації інформаційно-комунікаційних засобів, а як здатність осмислено та творчо інтегрувати технології в освітній процес відповідно до його цілей, змісту й умов [11].

Згідно з О. Федоровою, технологічна компетентність педагога охоплює низку ключових функцій: організацію педагогічної взаємодії, управління навчальним процесом, створення професійно-творчого освітнього середовища, проектування й реалізацію навчально-професійної діяльності, забезпечення результативності освітньої підготовки здобувачів



освіти [9]. Крім того, технологічна компетентність передбачає усвідомлення логіки й етапності професійно-пізнавальної діяльності, що, своєю чергою, сприяє досягненню гарантованих результатів підготовки майбутніх фахівців у сфері професійної освіти [3].

На думку С. Прийми і Ж. Чорної, технологічна компетентність повинна також розглядатися як здатність викладача здійснювати відбір, адаптацію й дидактичну трансформацію технологічного контенту для конкретних освітніх цілей і аудиторій, із урахуванням принципів педагогічної доцільності та цифрової етики [8].

У міжнародному контексті технологічна компетентність ототожнюється з концепцією *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), яка описує здатність педагога інтегрувати знання з предметної галузі, педагогіки та технологій для створення ефективного навчального середовища [19].

Таким чином, технологічна компетентність є системним новоутворенням, що охоплює як загальнотехнічні й цифрові знання, так і специфічні педагогічні навички застосування технологій у фаховому освітньому контексті. У професійній підготовці педагогів технічного профілю вона набуває особливого значення, оскільки безпосередньо пов'язана з умінням працювати з сучасним симуляційним програмним забезпеченням, моделювати виробничі процеси, розробляти навчальні кейси на основі реальних технологій і формувати у студентів готовність до діяльності в цифровому виробничому середовищі.

Одним із ефективних засобів розвитку цієї компетентності є використання імітаційних комплексів, здатних моделювати реальні виробничі ситуації та сприяти практикоорієнтованому навчанню. У цьому контексті особливої актуальності набуває підхід *design-based research* (DBR), який дозволяє поєднати розроблення та впровадження освітніх інновацій із системним аналізом їх ефективності. Реалізація DBR у контексті



застосування імітаційних засобів відкриває нові можливості для вдосконалення підготовки майбутніх педагогів професійного навчання [4].

Дослідження на основі дизайну (Design-Based Research, DBR) є інноваційним підходом до розробки та впровадження освітніх технологій. DBR передбачає ітеративний процес, який включає проектування, тестування, аналіз і вдосконалення освітніх інтервенцій у реальних умовах [1].

У результаті дослідження технологічної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання було зrealізовано підхід design-based research, що передбачає циклічну організацію освітніх інтервенцій, їх тестування, рефлексію та корекцію. Для формування технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання засобами імітаційних комплексів було проаналізовано п'ять найбільш уживаних СПЗ (FluidSIM, Factory I/O, Tinkercad, AutoSIM, Simulink) за такими етапами:

- визначення цілей і компетентностей;
- створення навчального середовища;
- організація професійно орієнтованих завдань;
- моніторинг результатів;
- формування узагальнень і рекомендацій.

Симуляційне програмне забезпечення виступає потужним інструментом, що дозволяє моделювати складні виробничі та професійні ситуації в контрольованих умовах, забезпечуючи можливість багаторазового відпрацювання навичок без ризику для реального виробництва [5]. У професійній підготовці педагогів технічного та професійного навчання такі симулятори сприяють формуванню компетентностей, необхідних для викладання сучасних технологій та організації навчально-виробничого процесу.

Вибір саме галузевого симуляційного програмного забезпечення пов'язаний із необхідністю максимально наблизити освітнє середовище до



реальних умов професійної діяльності, що особливо важливо в підготовці педагогів професійного навчання. Застосування таких засобів дозволяє моделювати виробничі процеси, обладнання, технічні умови та ситуації, з якими майбутні фахівці можуть зіткнутися у своїй практичній діяльності. Це сприяє не лише кращому засвоєнню теоретичних знань, а й розвитку практичних умінь, формуванню стійких професійних навичок, критичного мислення та здатності до прийняття обґрунтованих рішень у складних і динамічних виробничих ситуаціях [10]. Крім того, інтеграція галузевих симуляцій у навчальний процес дозволяє враховувати специфіку майбутньої професійної діяльності студентів і забезпечити більш високу якість їхньої підготовки відповідно до актуальних вимог ринку праці.

Окрім того, застосування СПЗ у навчанні підвищує мотивацію студентів, забезпечує індивідуалізацію навчального процесу та створює умови для безперервного професійного розвитку майбутніх педагогів [2]. Водночас ефективне використання таких технологій потребує системного підходу до їх вибору, адаптації та оцінки, що і визначає актуальність дослідження.

У межах дослідження, яке здійснювалося відповідно до методології Design-Based Research (DBR), було проаналізовано потенціал застосування низки сучасних систем проектування засобів (СПЗ) для формування технологічних компетентностей майбутніх педагогів професійного навчання технічного профілю. Аналіз здійснювався за такими критеріями: відповідність цільовим орієнтирам і компетентнісній моделі підготовки, можливості моделювання виробничих процесів, характер навчальних завдань, механізми моніторингу результатів і корекції, а також надані рекомендації щодо впровадження.

Таблиця 1

Результати дослідження: аналіз СПЗ у контексті DBR



<i>СПЗ</i>	Цілі та професійні компетентності	Моделювання виробничих процесів	Професійно орієнтовані завдання	Моніторинг і корекція	Рекомендації
<i>FluidSIM</i>	Проектування пневмо- та гідросистем; технічне мислення	Схеми автоматизації виробничих ліній	Побудова і тестування схем	Аналіз правильності виконання, варіативність	Формування компетентностей у галузі технічної автоматизації
<i>Factory I/O</i>	Мехатроніка; ПЛК-програмування; логіка	Імітація виробничих ліній у 3D	Створення логічних алгоритмів керування	Лог-файли, аналіз помилок	Розвиток навичок інженерного аналізу та інтеграції ПЛК
<i>Tinkercad</i>	Основи електроніки; цифрова грамотність	Прототипування електронних схем	Робота з Arduino, датчиками	Візуальний контроль і автоперевірка	Рекомендовано для початкових етапів STEM-освіти
<i>AutoSIM</i>	Візуалізація технічних систем; алгоритмізація	Виробничі лінії із зворотним зв'язком	Автоматизація та діагностика аварій	Порівняння результатів та модифікація	Актуально для формування системного мислення
<i>Simulink</i>	Математичне моделювання; обробка даних	Фізико-технічні моделі систем	Створення та оптимізація моделей	Візуалізація та динаміка	Рекомендовано для підготовки магістрів і дослідників

На першому етапі (аналіз потреб і постановка цілей) було визначено, що обрані СПЗ — *FluidSIM*, *Factory I/O*, *Tinkercad*, *AutoSIM*, *Simulink* — відповідають сучасним вимогам до інформатичної та інженерно-педагогічної підготовки, охоплюючи широкий спектр професійних компетентностей: від основ алгоритмізації та цифрової грамотності до ПЛК-програмування, технічного моделювання та математичної обробки даних. Така орієнтація засобів відповідає принципу цільової релевантності, що є ключовим у DBR.

На етапі проектування та впровадження інтервенцій було встановлено, що зазначені СПЗ забезпечують варіативні можливості моделювання виробничих процесів у віртуальному середовищі. Зокрема, *FluidSIM* і *AutoSIM* дають змогу моделювати схеми технічної автоматизації,



Factory I/O — створювати тривимірні виробничі лінії та реалізовувати логіку їх функціонування, *Tinkercad* — здійснювати базове прототипування з використанням мікроконтролерів, а *Simulink* — будувати фізико-математичні моделі з подальшим аналізом їх динаміки. Всі ці аспекти свідчать про забезпечення автентичності навчання та інтеграції з реальними виробничими процесами.

Важливою складовою дослідження стала оцінка засобів контролю й моніторингу, які інтегровані у відповідні СПЗ. Усі проаналізовані платформи передбачають наявність інструментів для оперативного зворотного зв'язку, візуалізації помилок або лог-файлів. Це дозволяє реалізувати рефлексивну компоненту навчання, здійснювати самокорекцію та вдосконалювати проектні рішення, що цілком узгоджується з принципами ітеративного вдосконалення, закладеними у DBR.

На основі проведеного аналізу сформульовано рекомендації щодо доцільності використання кожного СПЗ у певних етапах освітнього процесу: *Tinkercad* доцільно використовувати на початковому етапі, *FluidSIM* та *AutoSIM* — для формування фахових умінь з технічного моделювання й автоматизації, *Factory I/O* — у межах курсів з мехатроніки й логіки керування, а *Simulink* — у дослідницько-аналітичній діяльності студентів старших курсів і магістрантів. Результати дослідження вказують на те, що різні СПЗ мають власну дидактичну специфіку та повинні добиратися з урахуванням освітнього рівня, спеціальності й компетентнісної моделі. Адаптація СПЗ до педагогічного контексту передбачає:

- розроблення кейсів і сценаріїв професійної діяльності;
- впровадження засобів зворотного зв'язку та самоконтролю;
- інтеграцію СПЗ у систему оцінювання результатів;
- професійну підготовку викладачів.

З метою перевірки ефективності розроблених рішень було проведено пілотне впровадження елементів СПЗ у навчальний курс «Цифрові технології



». Участь взяли 42 студенти I курсу спеціальності А5.39 «Професійна освіта (цифрові технології)» Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. В ході експерименту перевірялись сформованість компонентів технологічної компетентності здобувачів освіти засобами імітаційних комплексів: практичні уміння здобувачів освіти, рівень розвитку критичного мислення, здатність розв'язувати навчальні кейси. Методом педагогічного експерименту порівнювались результати контрольної (n=21) та експериментальної (n=21) груп, у якій впроваджувалась симуляційна складова навчання. Результати експерименту подані в таблиці 2., візуалізація результатів на рис. 1.

Таблиця 2

Порівняння результатів контрольної та експериментальної груп

Показник	Результати контрольної групи	Результати експериментальної групи	Зростання (%)
Сформованість практичних умінь	62 %	90 %	28 %
Розвиток критичного мислення	58 %	77 %	19 %
Розв'язання навчальних кейсів	60 %	83 %	23 %

На основі емпіричного дослідження, проведеного в межах пілотного експерименту з використанням симуляційного програмного забезпечення (СПЗ), було зафіксовано позитивну динаміку у формуванні ключових компонентів технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання. Зокрема, сформованість практичних умінь зросла на 28%; рівень розвитку критичного мислення — на 19%; здатність розв'язувати навчальні кейси — на 23%.

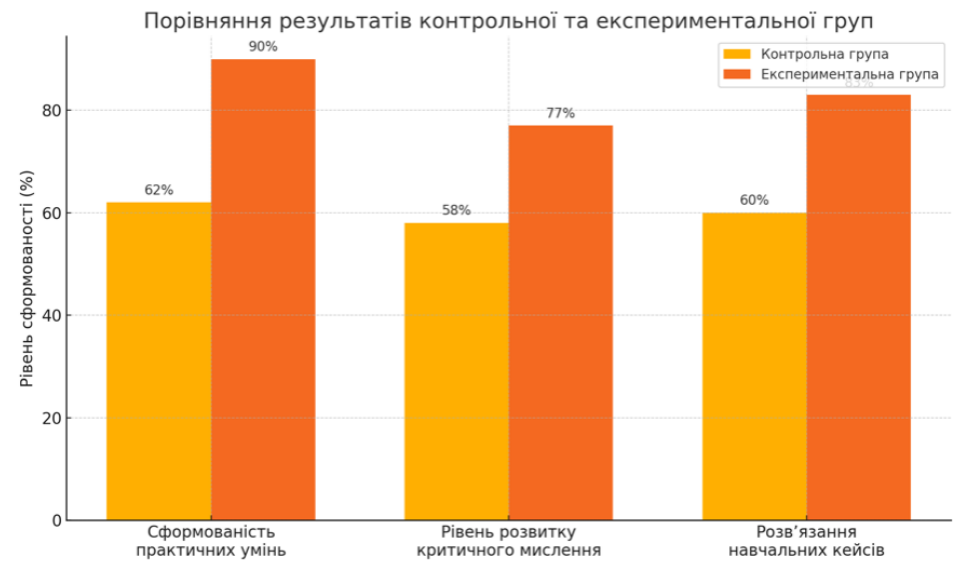


Рис. 1 Візуалізація результатів контрольної та експериментальної груп після проведення експерименту

Ці результати підтверджують ефективність впровадження СПЗ у поєднанні з методологією DBR як інструменту для моделювання професійної діяльності в освітньому процесі

Висновки. Таким чином, симуляційне програмне забезпечення є ефективним інструментом формування професійних компетентностей педагогів професійного навчання. Отримані результати засвідчують, що використання галузевого симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) є ефективним засобом формування технологічної компетентності майбутніх педагогів професійного навчання. Застосування таких засобів дозволяє моделювати виробничі ситуації, максимально наближені до реальних умов професійної діяльності, що сприяє розвитку фахових умінь, технічного мислення, цифрової грамотності та здатності до прийняття рішень в умовах невизначеності.

Доведено доцільність використання методології design-based research (DBR) як системного підходу до впровадження СПЗ у освітній процес, оскільки вона передбачає циклічність педагогічної інтервенції, її тестування,



рефлексію та вдосконалення на основі емпіричних даних. Аналіз можливостей таких програмних продуктів, як *FluidSIM*, *Factory I/O*, *AutoSIM*, *Tinkercad*, *Simulink*, засвідчив їх дидактичну ефективність у контексті підготовки педагогів технічного профілю.

Результати пілотного експерименту засвідчили ефективність упровадження симуляційного програмного забезпечення (СПЗ) у професійну підготовку майбутніх педагогів професійного навчання. Порівняльний аналіз показників контрольної та експериментальної груп підтвердив статистично значуще зростання рівня сформованості ключових компонентів технологічної компетентності.

Узагальнення результатів дало змогу сформулювати практичні рекомендації щодо адаптації СПЗ до змісту професійної підготовки, зокрема через розроблення навчальних кейсів, забезпечення засобів моніторингу та зворотного зв'язку, а також професійну підготовку викладачів до роботи з імітаційними технологіями. Отримані результати підтверджують потенціал СПЗ як інструмента реалізації принципів практикоорієнтованого навчання та забезпечення наступності між теоретичною підготовкою і майбутньою професійною діяльністю здобувачів освіти.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення моделей інтеграції СПЗ у навчальні плани ЗВО та розробку цифрових платформ з професійно орієнтованими симуляціями.

Список використаних джерел

1. Волобуєва Д. С., Кобзев І. В. Освітні інновації для STEAM освіти з використанням досліджень на основі дизайну // *Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers. International Scientific Unity*" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (5–7 березня 2025 р., Люксембург). Люксембург, 2025. 397 с.
2. Григоренко А. В., Шевчук Л. Д. Педагогічні умови формування технологічної готовності майбутніх педагогів до застосування імерсивних



технологій в професійній діяльності // *Вісник науки та освіти*. 2025. № 1(31). С. 1969–1983. DOI: 10.52058/2786-6165-2025-1(31)-1969-1982.

3. Дяченко А. Теоретичний аналіз поняття технологічна компетентність педагога // *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2013. № 8(2). С. 53–59.

4. Закусило М. М., Шевчук Б. В. Огляд технік тест дизайну в контексті навчання студентів інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів // *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2024. № 23(30). С. 39–49. DOI: 10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).04.

5. Концедайло В. В., Вакалюк Т. А. Загальна структура методики застосування ігрових симуляторів для формування професійних м'яких компетентностей майбутніх інженерів-програмістів // *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: Збірник матеріалів*. 2018. С. 141–145.

6. Куземко Л. В. Зміст, форми і методи формування технологічної компетентності студентів педагогічних спеціальностей // *Освітологічний дискурс*. 2015. № 2. С. 159–169.

7. Лук'янова В. А., Волобуєва Д. С., Кобзев І. В. Освітні інновації для STEAM освіти з використанням досліджень на основі дизайну // *Research in Science, Technology and Economics*. 2025. С. 135–140.

8. Прийма С., Чорна Ж. А. Технологічна компетентність як компонент професійної підготовки майбутніх вчителів // *Гуманізація навчально-виховного процесу: зб. наук. пр.* 2003. Вип. 20. С. 130–132.

9. Федорова О. В. Технологічна компетентність як предметна компетентність вчителя трудового навчання та технологій // *The VIII International Science Conference "Problems and tasks of modernity and approaches to their solution"* (Токіо, Японія, 2021).



10. Шевчук Л. Д., Зима В. В. Теоретичні основи формування технологічної культури у процесі підготовки викладача професійної освіти (цифрові технології) // *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2025. № 16. DOI: 10.5281/zenodo.15079707.
11. Almerich G., Orellana N., Suárez-Rodríguez J., Díaz-García I. Teachers' information and communication technology competences: A structural approach // *Computers & Education*. 2016. P. 110–125. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.05.002.
12. Anderson, T., & Shattuck, J. Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, № 41(1), 2012. P. 16-25.
13. Ball L., Drijvers P., Ladel S., Siller H. S., Tabach M., Vale C. Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education: Tools, Topics and Trends. Berlin/Heidelberg: Springer, 2018. URL: <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-11141196-7a03e62213.pdf>.
14. Dieker, L. A., Rodriguez, J. A., Lignugaris/Kraft, B., Hynes, M. C., & Hughes, C. E. The potential of simulated environments in teacher education: Current and future possibilities. *Teacher Education and Special Education*, №37(1). 2014. P. 21-33.
15. Drijvers P. Evidence for benefit? Reviewing empirical research on the use of digital tools in mathematics education // *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education* (Hamburg, Germany, 24–31 July 2016). URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evidence-for-benefit-Reviewing-empirical-research-Drijvers/495ccee4cd4110e79499509ad451dcfef069aa3>.
16. Gredler, Margaret E. Games and simulations and their relationships to learning. *Handbook of research on educational communications and technology*. Routledge, 2013. P. 571-581.
17. Kelly, Anthony Eamonn. Design research in education: Yes, but is it methodological?. *Design-based research*. Psychology Press, 2016. P. 115-128.



18. Lytvyn, A., Lytvyn, V., Rudenko, L., Pelekh, Y., Didenko, O., Muszkieta, R., & Żukow, W. (2020). Informatization of technical vocational schools: Theoretical foundations and practical approaches. *Education and Information Technologies*, 25(1), 583-609.
19. Mishra P., Koehler M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge . *Teachers College Record*. 2006. Vol. 108(6). P. 1017–1054.
20. Reinking, D. *Design-based research in education: Theory and applications*. Guilford Publications. 2021. p.317.
21. Reinmann, G. Design-Based Research (DBR) als Research Through Design (RTD): Qualitätsstandards für RTD in der Hochschuldidaktik. *EDeR. Educational Design Research*, №7(1). 2023.