

УДК 378.04:5

DOI <https://doi.org/10.33989/2519-8254.2025.18.347622>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>

## ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ

**Валентина Онішко,**

докторка педагогічних наук, професорка,  
професорка кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова;  
Полтавський державний аграрний університет

*У статті розкрито проблему вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі в контексті сучасних наукових підходів і реформування вищої освіти України. Обґрунтовано актуальність формування комплексу загальних і фахових компетентностей (дослідницької, цифрової, екологічної, комунікативної, інноваційної) як передумови готовності майбутніх учителів до роботи в умовах Нової української школи та реалізації принципів сталого розвитку. Розкрито зміст професійної підготовки як інтегрованої педагогічної структури, що поєднує знання, уміння, навички та ціннісні установки, необхідні для організації діяльностно-дослідницького, інтегрованого й STEM-орієнтованого навчання природничих дисциплін.*

*Здійснено аналіз наукових джерел, у яких висвітлено підготовку вчителів до експериментальних досліджень, інтеграцію змісту природничої освіти, Впровадження адаптивного, індивідуалізованого та особистісно зорієнтованого навчання, формування інформаційно-цифрової й екологічної компетентностей засобами ІКТ та STEM-технологій. Показано, що сучасні дослідження акцентують на необхідності поєднання теоретико-методологічних засад, проектної та дослідницької діяльності, навчально-польових практик і нормативних вимог Стратегії розвитку вищої освіти у 2022-2032 роках. Виявлено суперечність між зростаючими вимогами до професійної підготовки та фрагментарністю існуючих освітніх програм, недостатньою інтеграцією цифрових, STEM- та проектних технологій у підготовку майбутніх учителів природничої освітньої галузі.*

*Запропоновано структуру професійної підготовки, що містить фундаментально-природничий, методичний, дослідницько-експериментальний, цифрово-STEM та екологічно-ціннісний складники, інтегровані на основі компетентнісного, діяльностно-дослідницького, інтегративного та STEM-орієнтованого підходів. Окреслено провідні напрями реалізації цієї структури: впровадження цифрових технологій (відеонавчання, ІКТ, віртуальні лабораторії), STEM-проектів, інноваційних (фліп-клас, проблемно-пошукове, кейс-навчання) та інтерактивних методів, розширення практико-зорієнтованої й проектної діяльності у співпраці з базовими закладами загальної середньої освіти. Наголошено на важливості створення дослідницько-освітнього середовища, партнерства «ЗВО – школа», багаторівневої діагностики сформованості компетентностей та рефлексивної підтримки професійного становлення майбутніх учителів природничої освітньої галузі.*

**Ключові слова:** система професійної підготовки, майбутні вчителі природничої освітньої галузі, загальні та фахові компетентності, інтеграція змісту, діяльностно-дослідницький підхід, цифрові технології навчання, STEM-технології, інноваційні освітні технології навчання, інтерактивні методи, проектне навчання.

**Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку суспільства характеризується прискореною глобалізацією, стрімким технологічним прогресом та трансформацією екосистем, що посилює роль природничої освіти як фундаменту сталого розвитку та інноваційного зростання держави. В умовах реформування української освіти відповідно до Нової української школи та Стратегії розвитку вищої освіти на 2022-2032 роки забезпечення високого рівня професійної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі набуває стратегічного значення. Особливо актуальною є проблема формування загальних компетентностей у здобувачів вищої освіти, оскільки вони в майбутньому визначатимуть екологічні практики, науково-дослідницьку культуру та інноваційну взаємодію у професійній сфері (Засекіна, Трускавецька, 2024; Грицай, 2021).

Система професійної підготовки як соціальна цінність містить комплекс знань, умінь, навичок та установок, які визначають здатність майбутнього вчителя до діяльнісно-дослідницької діяльності, інтеграції цифрових і STEM-технологій у навчання природничих дисциплін та реалізації принципів сталого розвитку. В умовах сучасної вищої освіти формування таких компетентностей стає невід'ємною складовою процесу підготовки конкурентоспроможного фахівця, здатного до самостійного прийняття рішень у науково-екологічному полі та до дотримання інноваційних і етичних стандартів (Марушко, 2024; Акімова, Галузяк, 2019).

Водночас численні наукові дослідження свідчать про недостатній рівень готовності студентів до експериментальних досліджень, слабку інтеграцію цифрових технологій та проєктного навчання у професійну діяльність. Відсутність системного підходу до формування компетентностей у закладах вищої освіти, фрагментарність освітніх програм, низька мотивація здобувачів до інноваційних методів та домінування традиційних підходів спричиняють прогалини в дослідницькій культурі, знижують ефективність реалізації принципів компетентнісної моделі освіти та гальмують адаптацію до викликів Нової української школи (Корягіна, 2015; Бардадим, 2023; Валько, 2019).

Отже, актуальність проблеми зумовлена необхідністю розробки ефективних підходів до формування системи професійної підготовки, які б забезпечували цілісне поєднання теоретичних знань, ціннісних орієнтацій та практичних умінь у контексті діялісно-дослідницького підходу, цифровізації та STEM-інтеграції. Важливим завданням сучасної освіти є дослідження механізмів інтеграції інноваційних технологій у навчальні програми, формування загальних компетентностей та розвитку відповідальної професійної позиції майбутніх учителів природничої освітньої галузі.

**Аналіз джерел публікацій.** Проблема системи професійної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі активно досліджується вітчизняними науковцями. Так, Т. Засекіна та І. Трускавецька (Засекіна, Трускавецька, 2024) акцентують на підготовці вчителів до експериментальних досліджень у закладах загальної середньої освіти, підкреслюючи діялісно-дослідницький підхід як основу професійної компетентності; Н. Корягіна (Корягіна, 2015) та Л. Марушко (Марушко, 2024) розглядають підготовку до експериментальних досліджень у галузі природознавства та диференціацію (індивідуалізацію) навчання природничих спеціальностей, відзначаючи необхідність адаптації до профільної школи.

Теоретико-методологічні аспекти дослідження проблеми висвітлюють О. Акімова та В. Галузяк (Акімова, Галузяк, 2019), які зосереджуються на педагогічному супроводі особистісно-професійного розвитку майбутнього вчителя, та В. Бондар (Бондар, 2018), що аналізує адаптивне навчання студентів професії вчителя. Н. Валько (Валько, 2019), О. Войтович (2021), В. Оніпко (Оніпко, 2013; Оніпко, 2015) розкривають сутність інтеграції природничих наук та концептуальні основи підготовки до роботи в профільній школі, підкреслюючи інтегративний характер підготовки, що поєднує знання, уміння та ціннісні орієнтації.

Питання формування загальних компетентностей, зокрема інформаційно-цифрової, досліджені в працях О. Бардадим (відеонавчання), А. Гури (ІКТ-технології), С. Алексєєва (індивідуалізація в умовах інформатизації) (Бардадим, 2023; Гура, 2018; Алексєєва, 2022).

Н. Стецула та Л. Оршанський (Стецула, Оршанський, 2022) акцентують на формуванні екологічної компетентності засобами STEM-технологій; автори підкреслюють взаємозв'язок цифрових технологій та проєктного навчання, зазначаючи, що високий рівень компетентностей визначає здатність вчителя до інноваційної діяльності. Готовність до інновацій та дослідницька компетентність аналізують О. Бартків, Л. Бачієва, які досліджують готовність педагога до інноваційної діяльності та дослідницьку компетентність викладача (Бартків, 2010; Бачієва, 2017). Н. Грицай комплексно висвітлює дослідницько-орієнтоване навчання біології, підготовку до проєктної технології та роботу в Новій українській школі, відзначаючи, що професійна підготовка є активним педагогічним явищем, яке впливає на дослідницьку культуру (Грицай, 2017; Грицай 2020; Грицай 2021).

Інтегративні підходи та сталий розвиток розглядають Н. Божко (інтегративний підхід у реформуванні освіти), Т. Засєкіна (інтеграція в шкільній природничій освіті), І. Коренева (підготовка до освіти для сталого розвитку) (Божко, 2018; Засєкіна, 2020; Коренева, 2018). С. Важинський та Т. Щербак подають ґрунтовний аналіз методики та організації наукових досліджень як основу підготовки (Важинський, Щербак, 2016).

Практичні аспекти проєктного та дослідницького навчання зосереджені в роботах Л. Барни та М. Барни (проєктна технологія), О. Коберника (теорія та практика проєктної технології), Т. Герлянд (дослідницькі проєктні технології), К. Макаренко та ін. (проєктна діяльність учителів фізики), Н. Грицай (Барна, Барна, 2019; Коберник, 2012, Герлянд, 2018; Макаренко, 2019; Грицай, 2020). Л. Довгопола та Ю. Шапран, Н. Москалюк, Т. Форостовська та ін. описують формування готовності до науково-дослідної діяльності через польову практику, біологічні дисципліни та хіміко-екологічні компетентності, підкреслюючи комплексний підхід, що поєднує навчання, дослідження та інноваційні технології (Довгопола, Шапран, 2018; Москалюк, 2017; Форостовська, 2019).

Р. Романюк комплексно аналізує підготовку вчителя біології профільної школи (Романюк, 2021). Нормативно-правова база представлена Стратегією розвитку вищої освіти на 2022–2032 роки, що визначає стратегічні напрями реформування педагогічної освіти.

Завершуючи аналіз, відзначимо, що джерела створюють багатогранну наукову базу, поєднуючи теоретичні (Акімова, Галузяк, 2019; Бондар, 2018), технологічні (Бардадим, 2023; Стецула, Оршанський, 2022), практичні (Довгопола, Шапран, 2018; Романюк, 2021) та нормативні (*Стратегія розвитку...*, 2022) аспекти. Водночас виявлено прогалину: брак системних моделей інтеграції діяльнісно-дослідницького підходу, цифрових та STEM-технологій у єдину систему підготовки. Ці дослідження забезпечують підґрунтя для розробки комплексної моделі професійної підготовки майбутніх учителів природничої галузі.

**Метою статті** є теоретичне обґрунтування та розробка структури професійної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі на засадах сучасних наукових підходів, з акцентом на діяльнісно-дослідницькому підході, цифрових та STEM-технологіях.

**Виклад основного матеріалу.** Професійна підготовка майбутніх учителів природничої освітньої галузі має орієнтуватися на формування цілісного комплексу загальних і фахових компетентностей, визначених у Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки (критичне мислення, дослідницька, цифрова, екологічна, комунікативна, інноваційна компетентності), результатом якої є готовність випускника до організації експериментальних досліджень, інтегрованого та STEM-орієнтованого навчання в умовах Нової української школи.

Наукові праці засвідчують, що кінцевою метою підготовки є не лише засвоєння змісту природничих дисциплін, а й сформованість здатності проєктувати, реалізовувати й рефлексувати власну професійну діяльність у контексті сталого розвитку та цифровізації освіти. Це передбачає інтеграцію когнітивного, діяльнісного й ціннісного компонентів професійної компетентності майбутнього вчителя природничої галузі. Зміст професійної підготовки доцільно структурувати у кілька взаємопов'язаних складників: фундаментально-природничий, методичний, дослідницько-експериментальний, цифрово-STEM та екологічно-ціннісний. У роботах Т. Засєкіної та І. Трускавецької підкреслено, що особливе місце посідає підготовка до експериментальних досліджень, яка поєднує методику шкільного експерименту, безпеку, планування та інтерпретацію результатів (Засєкіна, Трускавецька, 2024).

Так, Н. Корягіна обґрунтовує необхідність цілісної лінії формування дослідницьких умінь у галузі природознавства – від базових спостережень і простих дослідів до самостійних навчальних досліджень студентів і учнів (Корягіна, 2015). Л. Марушко акцентує, що зміст підготовки має будуватися на засадах диференціації та індивідуалізації, з урахуванням освітніх потреб та професійних траєкторій майбутніх учителів природничих спеціальностей (Марушко, 2024). Т. Засекіна у монографічних дослідженнях інтеграції природничої освіти підкреслює доцільність об'єднання змісту біології, хімії, фізики в інтегрований курс «Природничі науки» з акцентом на міждисциплінарні зв'язки та реальні життєві контексти. Це узгоджується з висновками про необхідність інтегрованих курсів та міжпредметних модулів у вищій педагогічній освіті для підготовки вчителя інтегрованого курсу (Засекіна, 2020).

Система професійної підготовки ґрунтується на поєднанні компетентнісного, діяльнісно-дослідницького, інтегративного, особистісно орієнтованого та STEM-орієнтованого підходів. Діяльнісно-дослідницький підхід, розкритий у працях Т. Засекіної, І. Трускавецької, Н. Грицай, Л. Довгополої та Ю. Шапрана, передбачає включення майбутніх учителів у повний цикл дослідницької діяльності – від постановки проблеми до презентації результатів, що одночасно слугує моделлю для їх подальшої роботи в школі (Засекіна, Трускавецька, 2024; Грицай, 2017; Довгополої та Шапрана, 2018). Інтегративний підхід, обґрунтований Н. Божко, Т. Засекіною, Кореневою, забезпечує узгодження змісту різних природничих дисциплін і вихід на проблематику освіти для сталого розвитку; особистісно орієнтований та адаптивний підходи, представлені в роботах В. Бондаря, О. Акімової й В. Галузяка, С. Алексеевої, зумовлюють необхідність індивідуальних освітніх траєкторій, тьюторського супроводу й врахування темпу та стилю навчання кожного студента (Божко, 2018; Засекіна, 2020; Коренева, 2018; Бондар, 2018; Акімов, Галузяк, 2019; Алексеева, 2022). STEM-підхід у дослідженнях Н. Стецула та Л. Оршанського, Т. Форостовської, К. Макаренка та ін. розглядається як інтеграція природничих наук, технологій, інженерії та математики на основі проектної та дослідницької діяльності. Такий підхід сприяє розвитку екологічної, хіміко-екологічної та еколого-педагогічної компетентностей майбутніх учителів природничих спеціальностей. (Стецула, Оршанський, 2022; Форостовський 2019; Макаренка 2019).

Центральне місце в структурі професійної підготовки посідають дослідницькі, проектні, інтерактивні та цифрові технології навчання. Роботи О. Коберника, Л. Барни і М. Барни, Н. Грицай, Т. Герлянд, М. Макаренка та ін. демонструють, що проектна технологія є ефективним засобом формування вмінь планувати, реалізовувати й презентувати навчальні й науково-практичні проекти природничого спрямування (Коберник, 2012; Барна, Барна, 2019; Грицай, 2021; Герлянд, 2018; Макаренка та ін., 2019). О. Бардадим, А. Гура та С. Алексеева наголошують на потенціалі відеонавчання, ІКТ та електронних освітніх ресурсів для формування інформаційно-цифрової компетентності, організації змішаного та дистанційного навчання, візуалізації явищ і процесів у природничих дисциплінах (Бардадим, 2023; Гура 2018; Алексеева, 2022). Дослідження Л. Бачієвої, О. Бартківа та інших свідчать, що впровадження інноваційних технологій потребує цілеспрямованого формування дослідницької компетентності викладачів і студентів, а також готовності до інноваційної професійної діяльності (Бачієв, 2017; Бартківа, 2010). Важливу роль відіграють навчально-польові практики, лабораторні й польові дослідження, описані Н. Москалюк. Вони забезпечують перенесення теоретичних знань у реальні природні умови, формування навичок спостереження, вимірювання, роботи з обладнанням, аналізу екологічних ситуацій (Москалюк, 2017).

Цифрові, STEM, інноваційні, інтерактивні та проектні технології утворюють спільне ядро практико-зорієнтованої підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, оскільки дозволяють моделювати той самий тип навчання, який учитель має реалізовувати в школі. У дослідженнях О. Бардадима цифрові технології розглядаються через відеонавчання як ключовий інструмент формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів природничих наук. Йдеться про системне використання відеолекцій, відеоінструкцій, демонстрацій лабораторних дослідів, скрінкастів для пояснення алгоритмів

роботи з програмним забезпеченням та цифровими лабораторіями (Бардадим, 2023). Антоніна Гура підкреслює різноманітність інформаційно-комунікаційних технологій: електронні курси, віртуальні лабораторії, симулятори, онлайн-тести, хмарні сервіси для спільної роботи (Google Workspace, Moodle тощо). У підготовці майбутніх учителів природничих спеціальностей типові приклади застосування такі:

- створення студентами власних відеоінструкцій до лабораторних робіт (наприклад, «Визначення жорсткості води»), з подальшим взаємоаналізом і самооцінюванням;
- використання віртуальних лабораторій для моделювання небезпечних або ресурсозатратних експериментів (хімічні реакції, екологічні моделі);
- організація змішаного навчання: лекція офлайн + онлайн-форум для обговорення дослідницьких завдань, тестування на платформі LMS (Гура, 2018). Такі практики одночасно формують цифрову грамотність і демонструють студентам дидактичні можливості ІКТ у шкільному курсі природничих наук.

У роботі Н. Стецула та Л. Оршанського STEM-технології описуються як інтеграція природничих наук з технологіями, інженерією та математикою для розв'язання реальних екологічних проблем. Формування екологічної компетентності майбутніх учителів відбувається через виконання міждисциплінарних проєктів, де студенти аналізують стан довкілля, застосовують вимірювальну апаратуру, цифрові датчики, математичну обробку результатів і розробляють практичні рекомендації (Стецула, Оршанський, 2022).

Наведемо типові приклади STEM-завдань у підготовці вчителів природничих дисциплін:

- проєкт «Якість питної води громади»: відбір проб, хімічний аналіз, цифрова фіксація результатів, статистична обробка, побудова графіків і презентація результатів місцевій громаді;
- міждисциплінарний модуль «Енергоефективна школа»: розрахунок енергоспоживання, моделювання альтернативних джерел енергії (сонячні панелі, вітрогенератори), екологічна експертиза запропонованих рішень;
- використання Arduino/датчиків у польових дослідженнях (вимір температури ґрунту, вологості, освітленості) з подальшим аналізом у середовищі табличних процесорів або спеціалізованих програм. Такі завдання формують здатність майбутнього вчителя конструювати інтегровані STEM-уроки та навчальні проєкти для учнів, поєднуючи зміст біології, хімії, фізики, географії з цифровими інструментами.

Інноваційні технології у працях О. Бартківа, Л. Бачієвої, О. Акімової, В. Галузяка та інших пов'язуються з переходом від репродуктивного до дослідницько-орієнтованого й особистісно орієнтованого навчання. До них відносять проблемно-пошукове, кейс-орієнтоване, змішане, фліп-клас навчання, навчання на основі доказів (evidence-based teaching) (Бартків, 2010; Бачієва, 2017; Акімова, Галузяк, 2019)

У підготовці майбутніх учителів природничої освітньої галузі це реалізується, зокрема, через:

- проблемні модулі («Як зміниться екосистема регіону за умов...») з обов'язковою опорою на наукові дані, статті, відкриті бази даних;
- фліп-клас: опрацювання теорії (відеолекція, електронний конспект) вдома, а в аудиторії – розв'язання задач, аналіз експериментальних даних, мікродослідження;
- кейси з реальної шкільної практики (організація кабінету природничих наук, безпечне проведення експериментів, робота з обдарованими учнями).

Такі технології вчать студентів проєктувати компетентісно зорієнтовані уроки, будувати навчання на основі актуальних наукових доказів і освітніх стандартів. Інтерактивні методи (дискусії, дебати, рольові ігри, мозковий штурм, групові проєкти) розглядаються як необхідна умова формування комунікативної, соціальної та дослідницької компетентностей. У природничій освіті вони дозволяють моделювати взаємодію в науковій спільноті, розвивати навички аргументації та критичного мислення.

Приклади інтерактивних методів у підготовці майбутніх учителів природничої освітньої галузі: «наукові дебати» щодо спірних екологічних чи біоетичних питань (ГМО,

використання пестицидів, кліматичні зміни) з опорою на наукові джерела; рольові ігри типу «наукова конференція», де студенти презентують результати власних міні-досліджень, виконуючи ролі доповідачів, опонентів, модераторів; робота в малих групах із проектування фрагментів уроків або STEM-проектів з подальшим взаємооцінюванням. Це посилює готовність студентів до організації комунікативно насиченого, учнецентричного навчального середовища.

Проектне навчання посідає центральне місце у професійній підготовці, що підтверджують дослідження О. Коберника, Л. Барни і М. Барни, Н. Грицай, Т. Герлянд, М. Макаренка та ін., Л. Довгополої, Ю. Шапрана. Воно розглядається як спосіб інтеграції теоретичних знань, дослідницьких умінь, командної роботи та рефлексії (Коберник, 2012; Барна, Барна, 2019; Грицай, 2021; Герлянд, 2018; Макаренка та ін., 2019; Довгопола, Шапран, 2018). Типові формати проектної діяльності майбутніх учителів природничих дисциплін: навчально-дослідницький проект «Моніторинг стану зелених насаджень кампусу/громади» (інвентаризація видів, оцінка фітосанітарного стану, розробка рекомендацій з догляду і благоустрою); методичний проект «Комплект STEM-уроків для 7 класу з теми «Атмосфера»: розробка серії уроків, завдань, лабораторних робіт, цифрових матеріалів; міжкурсний проект у співпраці з базовою школою: студенти планують і проводять цикл занять або тиждень природничих наук, збирають відгуки учнів і вчителів, аналізують результати. Проектна діяльність дає змогу моделювати реальні професійні ситуації, формувати навички планування, менеджменту часу, співпраці з колегами та взаємодії з місцевою спільнотою.

Цифрові, STEM, інтерактивні та проектні технології доцільно подати як цілісну підсистему, де кожна група методів пов'язана з конкретними компетентностями та типовими видами навчальної діяльності. Це дозволяє показати, що підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін спрямована на моделювання тих форматів роботи, які вони реалізовуватимуть у школі (табл. 1).

**Таблиця 1 – Приклади застосування сучасних технологій у підготовці вчителів природничої освітньої галузі**

| Технологія/метод                                                    | Що формує (компетентності)                                                                  | Приклади завдань / активностей у ЗВО                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Цифрові технології (відеонавчання, ІКТ, LMS)</i>                 | Інформаційно-цифрова, комунікативна, методична компетентності.                              | Створення здобувачами відеоінструкцій до лабораторних робіт з хімії чи біології; виконання віртуальних лабораторних дослідів у симуляторах; проходження онлайн-тестів у LMS з подальшим аналізом типових помилок.                                         |
| <i>STEM-технології</i>                                              | Інтегративна, екологічна, дослідницька, інженерна компетентності.                           | Міждисциплінарний проект «Якість питної води громади» з хімічним аналізом, цифровим вимірюванням, статистичною обробкою результатів; використання датчиків/Arduino для моніторингу параметрів довкілля.                                                   |
| <i>Інноваційні технології (фліп-клас, проблемне, кейс-навчання)</i> | Критичне мислення, здатність працювати з науковими джерелами, проєктувальна компетентність. | Фліп-клас: самостійний перегляд відеолекції про методику шкільного експерименту, в аудиторії – розв'язання практичних задач і аналіз реальних ситуацій з лабораторної практики; кейси щодо організації кабінету природничих наук, безпеки експериментів.  |
| <i>Проектне навчання</i>                                            | Дослідницька, організаційна, командна, рефлексивна компетентності.                          | Навчально-дослідницький проект «Моніторинг стану зелених насаджень кампусу»; розробка комплексу уроків інтегрованого курсу «Природничі науки» з використанням ІКТ і STEM-елементів; проведення «тижня природничих наук» у базовій школі силами студентів. |

Ефективність функціонування професійної підготовки зумовлена сукупністю організаційно-педагогічних умов, серед яких виокремлюють створення дослідницько-освітнього середовища, налагодження партнерства закладів вищої освіти зі школами, упровадження інтегрованих освітніх програм та модулів. Стратегія розвитку вищої освіти підкреслює потребу в модернізації змісту й форм підготовки, розширенні академічної автономії та посиленні практичної спрямованості освітніх програм.

Дослідження Р. Романюк, О. Войтовича, В. Оніпко демонструють важливість цілеспрямованої підготовки до роботи в профільній школі, включно з профорієнтаційною, консультативною, дослідницькою та проєктною діяльністю вчителя та вказують на значення педагогічного супроводу особистісно-професійного розвитку, використання індивідуальних освітніх планів, наставництва й рефлексивних практик (Романюк, 2021; Войтович, 2021; Оніпко, 2015). Окремим компонентом структури підготовки є контрольо-діагностичний блок, що передбачає багаторівневе оцінювання сформованості компетентностей на основі критеріїв і показників, розроблених у сучасних педагогічних дослідженнях. Ідеться про поєднання традиційних форм контролю з портфоліо, проєктним захистом, публічними презентаціями результатів досліджень, електронними тестами та самооцінюванням. Рефлексивна складова реалізується через аналіз власної діяльності здобувачів у ході виконання дослідницьких і проєктних завдань, обговорення типових труднощів та шляхів їх подолання, що, за результатами досліджень, підвищує рівень усвідомлення майбутніми вчителями власної професійної готовності.

**Висновки.** Запропонована структура професійної підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі ґрунтується на поєднанні компетентнісного, діяльнісно-дослідницького, інтегративного, особистісного та STEM-орієнтованого підходів і забезпечує цілісне формування загальних і фахових компетентностей відповідно до сучасних стратегічних орієнтирів розвитку вищої освіти України. Її змістова структура охоплює фундаментально-природничий, методичний, дослідницько-експериментальний, цифрово-STEM та екологічно-ціннісний складники, що дозволяє інтегрувати підготовку до експериментальних досліджень, інтегрованого курсу «Природничі науки» та освіти для сталого розвитку.

Суттєвими складниками структури є впровадження цифрових технологій навчання, STEM-технологій, інноваційних, інтерактивних та проєктних методів, які формують інформаційно-цифрову, дослідницьку, екологічну, комунікативну й інноваційну компетентності майбутніх учителів. Використання відеонавчання, ІКТ, віртуальних лабораторій, STEM-проєктів, фліп-класу, кейс- та проєктного навчання забезпечує моделювання таких форматів роботи, які відповідають вимогам Нової української школи та практиці сучасної природничої освіти.

Результати теоретичного аналізу наукових джерел і окреслена структура дають підстави стверджувати, що підвищення ефективності професійної підготовки можливе за умови цілеспрямованого створення дослідницько-освітнього середовища, розширення партнерства закладів вищої освіти зі школами, упровадження інтегрованих освітніх програм та багаторівневої структури діагностики професійної готовності. Перспективи подальших досліджень убачаються в розробленні та експериментальній перевірці авторських моделей навчальних курсів і STEM-проєктів, а також у вдосконаленні інструментарію оцінювання діяльнісного та рефлексивного компонентів професійної компетентності майбутніх учителів природничої освітньої галузі.

## ЛІТЕРАТУРА

- Акімова, О., Галузяк, В. (2019). *Педагогічний супровід особистісно-професійного розвитку майбутнього вчителя*: монографія. Вінниця: Твори.
- Алексеева, С. В. (2022). Актуальні проблеми дидактики в умовах інформатизації освіти: індивідуалізація навчання. *Наука і техніка сьогодні*, 1 (1), 18-26.
- Бардадим, О. В. (2023). Формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів природничих наук методом відеонавчання. *Імідж сучасного педагога*, 2 (209), 27-35.

- Барна, Л. С., Барна, М. М. (2019). Підготовка майбутніх учителів природничих наук до використання проектної технології навчання. В кн. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* (с. 204-206). Тернопіль: Вектор.
- Бартків, О. (2010). Готовність педагога до інноваційної професійної діяльності. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*, 1, 52-58.
- Бачієва, Л. О. (2017). Дослідницька компетентність викладача в умовах упровадження інноваційних технологій навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, 56/57, 105-113.
- Божко, Н. (2018). Інтегративний підхід до навчання в контексті реформування системи освіти України. *Молодь і ринок*, 7 (162), 84-89.
- Бондар, В. І. (2018). *Адаптивне навчання студентів професії вчителя: теорія і практика*: монографія. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова.
- Важинський, С. Е., Щербак, Т. І. (2016). *Методика та організація наукових досліджень*: навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка.
- Валько, Н. В. (2019). Аналіз та перспективи підготовки майбутніх учителів інтегрованого курсу «Природничі науки». *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки*, 2, 170-178.
- Войтович, О. П. (2021). Фахова підготовка майбутніх учителів природничих наук. *Наукові записки. Педагогічні науки*, 194, 13-17.
- Герлянд, Т. М. (2018). Дослідницькі проектні технології: сутність та особливості використання у навчальному процесі закладів професійної (професійно-технічної) освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 50, 135-139.
- Грицай, Н. (2017). Дослідницько-орієнтоване навчання біології в сучасній загальноосвітній школі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 4, 177-189.
- Грицай, Н. (2021). Підготовка майбутніх учителів природничих наук до роботи в новій українській школі. *Українська професійна освіта*, 9/10, 136-143.
- Грицай, Н. Б. (2020). Підготовка майбутніх учителів до використання 324 проектної технології у навчанні учнів природничих наук. *Українська професійна освіта*, 7, 28-36.
- Гура, А. Н. (2018). Інформаційно-комунікаційні технології в підготовці майбутніх учителів природничих спеціальностей. *Молодий вчений*, 7 (59), 64-66.
- Довгопола, Л., Шапран, Ю. (2018). Формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до науково-дослідної діяльності у процесі проведення навчально-польової практики. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*, 7 (1), 118-133.
- Засекіна, Т. М. (2020). *Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика*: монографія. Київ: Педагогічна думка.
- Засекіна, Т., Трускавецька, І. (2024). Професійна підготовка вчителів природничої освітньої галузі до експериментальних досліджень у закладах загальної середньої освіти. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*, 1, 74-80. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-74-80>
- Коберник, О. М. (2012). *Проектна технологія: теорія, історія, практика*: монографія. Умань: ПП Жовтий.
- Коренева, І. М. (2018). Педагогічна система підготовки майбутніх учителів біології до реалізації функцій освіти для сталого розвитку. *Інноваційна педагогіка*, 4 (2), 7-12.
- Корягіна, Н. В. (2015). *Підготовка майбутніх учителів до експериментальних досліджень з галузі природознавства*. (Дис. канд. пед. наук). Полтавський нац. пед. ун-т ім. В. Г. Короленка. Полтава.
- Макаренко, К. С., Макаренко, В. І., Макаренко, О. В., Матяш, Л. О. (2019). Проектна діяльність майбутніх учителів фізики. *Фізико-математична освіта*, 3 (21), 93-98.
- Марушко, Л. (2024). *Теорія та практика підготовки майбутніх учителів природничих спеціальностей до професійної діяльності на засадах диференціації та індивідуалізації навчання*. Луцьк: ВежаДрук.



- Москалюк, Н. В. (2017). Педагогічні умови формування дослідницьких умінь студентів майбутніх учителів у процесі вивчення біологічних дисциплін. *Фізико-математична освіта*, 3 (13), 111-115.
- Онiпко, В. В. (2013). Організація пошуково-дослідницької діяльності майбутніх учителів природничих дисциплін у підготовці до роботи у профільній школі. *Витоки педагогічної майстерності*, 11, 246-250.
- Онiпко, В. В. (2015). Концептуальні основи професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до роботи в профільній школі. *Наукові записки кафедри педагогіки*, 1 (28), 164-170.
- Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки.* (2022): розпорядження Кабінету Міністрів України № 286-р від 347 23 лютого 2022 р. Взято з <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennyastrategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286->
- Романюк, Р. К. (2021). *Підготовка вчителя біології профільної школи: теорія і практика*: монографія. Житомир: Вид-во ПП «Євро-Волинь».
- Стецула, Н. О., Оршанський, Л. В. (2022). Формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих спеціальностей засобами STEM-технології. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*, 4, 126-137.
- Трускавецька, І. (2024). Професійна підготовка вчителів природничої освітньої галузі до експериментальних досліджень у закладах загальної середньої освіти. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*, 1, 74-80. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-74-80>
- Форостовська, Т. О., Бохан, Ю. В., Смитюк, Н. М. (2019). Дослідницька діяльність як засіб формування хіміко-екологічної та еколого-педагогічної компетентностей у природничій освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 53, 13-18.

## REFERENCES

- Akimova, O., & Haluziak, V. (2019). *Pedahohichniy suprovid osobystisnoprofesiinoho rozvytku maibutnoho vchytelia [Pedagogical support for the personal and professional development of a future teacher]: monohrafiia*. Vinnytsia: Tvory [in Ukrainian].
- Aliexsieieva, S. V. (2022). Aktualni problemy dydaktyky v umovakh informatyzatsii osvity: indyvidualizatsiia navchannia [Current problems of didactics in the context of informatization of education: individualization of learning]. *Nauka i tekhnika sohodni [Science and technology today]*, 1 (1), 18-26 [in Ukrainian].
- Bachiiieva, L. O. (2017). Doslidnytska kompetentnist vykladacha v umovakh uprovdzhennia innovatsiinykh tekhnolohii navchannia [Research competence of a teacher in the context of the implementation of innovative teaching technologies]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity [Problems of engineering and pedagogical education]*, 56/57, 105-113 [in Ukrainian].
- Bardadym, O. V. (2023). Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv pryrodnychikh nauk metodom videonavchannia [Formation of information and digital competence of future science teachers using video learning]. *Imidzh suchasnoho pedahoha [The image of a modern teacher]*, 2 (209), 27-35 [in Ukrainian].
- Barna, L. S., & Barna, M. M. (2019). Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pryrodnychikh nauk do vykorystannia proektnoi tekhnolohii navchannia [Preparing future science teachers to use project-based learning technology]. In *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii biolohii ta pryrodnychikh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly [Training future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School]: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (pp. 204-206). Ternopil: Vektor [in Ukrainian].
- Bartkiv, O. (2010). Hotovnist pedahoha do innovatsiinoi profesiinoi diialnosti [Teacher's readiness for innovative professional activity]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia [Problems of training a modern teacher]*, 1, 52-58 [in Ukrainian].

- Bondar, V. I. (2018). *Adaptyvne navchannia studentiv profesii vchytelia: teoriia i praktyka* [Adaptive learning for students of the teaching profession: theory and practice]: monohrafiia. Kyiv: Vyd-vo NPU imeni M. P. Drahomanova [in Ukrainian].
- Bozhko, N. (2018). Intehratyvnyi pidkhid do navchannia v konteksti reformuvannia systemy osvity Ukrainy [Integrative approach to learning in the context of reforming the education system of Ukraine]. *Molod i rynek* [Youth and the market], 7 (162), 84-89 [in Ukrainian].
- Dovhopola, L., & Shapran, Yu. (2018). Formuvannia hotovnosti maibutnikh uchyteliv pryrodnychych dystsyplin do naukovo-doslidnoi diialnosti u protsesi provedennia navchalno-polovoi praktyky [Formation of readiness of future teachers of natural sciences for scientific and research activities in the process of conducting educational and field practice]. *Profesiina osvita: metodolohiia, teoriia ta tekhnolohii* [Vocational education: methodology, theory and technology], 7 (1), 118-133 [in Ukrainian].
- Forostovska, T. O., Bokhan, Yu. V., & Smytiuk, N. M. (2019). Doslidnytska diialnist yak zasib formuvannia khimiko-ekolohichnoi ta ekoloho-pedahohichnoi kompetentnosti u pryrodnychii osviti [Research activity as a means of forming chemical-ecological and ecological-pedagogical competencies in natural science education]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy* [Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems], 53, 13-18 [in Ukrainian].
- Herliand, T. M. (2018). Doslidnytski proektni tekhnolohii: sutnist ta osoblyvosti vykorystannia u navchalnomu protsesu zakladiv profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity [Research project technologies: essence and features of use in the educational process of vocational (vocational and technical) education institutions]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem* [Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems], 50, 135-139 [in Ukrainian].
- Hrytsai, N. (2017). Doslidnytsko-orientovane navchannia biolohii v suchasni zahalnoosvitni shkoli [Research-oriented teaching of biology in a modern secondary school]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii* [Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies], 4, 177-189 [in Ukrainian].
- Hrytsai, N. (2021). Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pryrodnychych nauk do roboty v novii ukrainskii shkoli [Preparing future science teachers for work in the new Ukrainian school]. *Ukrainska profesiina osvita* [Ukrainian vocational education], 9/10, 136-143 [in Ukrainian].
- Hrytsai, N. B. (2020). Pidhotovka maibutnikh uchyteliv do vykorystannia 324 proiektnoi tekhnolohii u navchanni uchniv pryrodnychych nauk [Preparing future teachers to use 324 project technology in teaching science to students]. *Ukrainska profesiina osvita* [Ukrainian vocational education], 7, 28-36 [in Ukrainian].
- Hura, A. N. (2018). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv pryrodnychych spetsialnostei [Information and communication technologies in the training of future teachers of natural sciences]. *Molodyi vchenyi* [Young scientist], 7 (59), 64-66 [in Ukrainian].
- Kobernyk, O. M. (2012). *Proektna tekhnolohiia: teoriia, istoriia, praktyka* [Design technology: theory, history, practice]: monohrafiia. Uman: PP Zhovtyi [in Ukrainian].
- Koreneva, I. M. (2018). Pedahohichna systema pidhotovky maibutnikh uchyteliv biolohii do realizatsii funkt sii osvity dlia staloho rozvytku [Pedagogical system for training future biology teachers to implement the functions of education for sustainable development]. *Innovatsiina pedahohika* [Innovative pedagogy], 4 (2), 7-12 [in Ukrainian].
- Koriahina, N. V. (2015). *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv do eksperymentalnykh doslidzhen zghaluzi pryrodoznavstva* [Preparing future teachers for experimental research in the field of natural sciences]. (PhD diss.). Poltavskiy nats. ped. un-t im. V. H. Korolenka. Poltava [in Ukrainian].

- Makarenko, K. S., Makarenko, V. I., Makarenko, O. V., & Matiash, L. O. (2019). Proiektna diialnist maibutnikh uchyteliv fizyky [Project activities of future physics teachers]. *Fizyko-matematychna osvita [Physics and mathematics education]*, 3 (21), 93-98 [in Ukrainian].
- Marushko, L. (2024). *Teoriia ta praktyka pidhotovky maibutnikh uchyteliv pryrodnychkykh spetsialnostei do profesiinoi diialnosti na zasadakh dyferentsiatsii ta indyvidualizatsii navchannia [Theory and practice of training future teachers of natural sciences for professional activity on the principles of differentiation and individualization of learning]*. Lutsk: VezhaDruk [in Ukrainian].
- Moskaliuk, N. V. (2017). Pedahohichni umovy formuvannia doslidnytskykh umin studentiv maibutnikh uchyteliv u protsesi vyvchennia biolohichnykh dystsyplin [Pedagogical conditions for the formation of research skills of future teacher students in the process of studying biological disciplines]. *Fizyko-matematychna osvita [Physics and mathematics education]*, 3 (13), 111-115 [in Ukrainian].
- Onipko, V. V. (2013). Orhanizatsiia poshukovo-doslidnytskoi diialnosti maibutnikh uchyteliv pryrodnychkykh dystsyplin u pidhotovtsi do roboty u profilnii shkoli [Organization of search and research activities of future teachers of natural sciences in preparation for work in a specialized school]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti [Origins of pedagogical skill]*, 11, 246-250 [in Ukrainian].
- Onipko, V. V. (2015). Kontseptualni osnovy profesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv pryrodnychkykh dystsyplin do roboty v profilnii shkoli [Conceptual foundations of professional training of future science teachers for work in a specialized school]. *Naukovi zapysky kafedry pedahohiky [Scientific notes of the Department of Pedagogy]*, 1 (28), 164-170 [in Ukrainian].
- Pro skhvalennia Stratehii rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky [On the approval of the Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2022–2032]*. (2022): rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 286-r vid 347 23 liutoho 2022 r. Vziato z <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennyastrategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286-> [in Ukrainian].
- Romaniuk, R. K. (2021). *Pidhotovka vchytelia biolohii profilnoi shkoly: teoriia i praktyka [Training of a biology teacher in a specialized school: theory and practice]: monohrafiia*. Zhytomyr: Vyd-vo PP «Ievro-Volyn» [in Ukrainian].
- Stetsula, N. O., & Orshanskyi, L. V. (2022). Formuvannia ekolohichnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv pryrodnychkykh spetsialnostei zasobamy STEM-tekhnologii [Formation of environmental competence of future teachers of natural sciences using STEM technology]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu [Collection of scientific papers of Uman State Pedagogical University]*, 4, 126-137 [in Ukrainian].
- Truskavetska, I. (2024). Profesiina pidhotovka vchyteliv pryrodnychoi osvitnoi haluzi do eksperymentalnykh doslidzhen u zakladakh zahalnoi serednoi osvity [Professional training of science teachers for experimental research in secondary education institutions]. *Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy [Pedagogical innovations: ideas, realities, prospects]*, 1, 74-80. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-74-80> [in Ukrainian].
- Valko, N. V. (2019). Analiz ta perspektyvy pidhotovky maibutnikh uchyteliv intehrovanoho kursu «Pryrodnychi nauky» [Analysis and prospects for training future teachers of the integrated course "Natural Sciences"]. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky [Scientific notes of Berdyansk State Pedagogical University. Pedagogical Sciences]*, 2, 170-178 [in Ukrainian].
- Vazhynskyi, S. E., & Shcherbak, T. I. (2016). *Metodyka ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen [Methodology and organization of scientific research]: navch. posib*. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka [in Ukrainian].
- Voitovych, O. P. (2021). Fakhova pidhotovka maibutnikh uchyteliv pryrodnychkykh nauk [Professional training of future science teachers]. *Naukovi zapysky. Pedahohichni nauky [Scientific notes. Pedagogical sciences]*, 194, 13-17 [in Ukrainian].

- Zasiekina, T. M. (2020). *Intehratsiia v shkilnii pryrodnychii osviti: teoriia i praktyka [Integration in school science education: theory and practice]: monohrafiia*. Kyiv: Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
- Zasiekina, T., & Truskavetska, I. (2024). Profesiiina pidhotovka vchyteliv pryrodnychoi osvitnoi haluzi do eksperymentalnykh doslidzhen u zakladakh zahalnoi serednoi osvity [Professional training of science teachers for experimental research in secondary education institutions]. *Pedahohichni innovatsii: idei, realii, perspektyvy [Pedagogical innovations: ideas, realities, prospects]*, 1, 74-80. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-74-80> [in Ukrainian].

## PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS IN THE FIELD OF NATURAL SCIENCES IN THE CONTEXT OF MODERN SCIENTIFIC APPROACHES

**Valentyna Onipko,**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,  
Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V. I. Sazanov;  
Poltava State Agrarian University

*The article reveals the problem of improving the professional training of future teachers in the field of natural sciences in the context of modern scientific approaches and the reform of higher education in Ukraine. It substantiates the relevance of forming a set of general and professional competencies (research, digital, environmental, communicative, innovative) as a prerequisite for the readiness of future teachers to work in the conditions of the New Ukrainian School and the implementation of the principles of sustainable development. The content of professional training as an integrated pedagogical structure that combines the knowledge, skills, abilities, and values necessary for organizing activity-based, research-oriented, integrated, and STEM-oriented teaching of natural sciences is revealed.*

*An analysis of scientific sources has been carried out, highlighting teacher training for experimental research, the integration of natural science education content, the introduction of adaptive, individualized, and personality-oriented learning, and the formation of information, digital, and environmental competencies through ICT and STEM technologies. It has been shown that contemporary research emphasizes the need to combine theoretical and methodological foundations, project and research activities, educational and field practices, and the regulatory requirements of the Higher Education Development Strategy for 2022-2032. A contradiction has been identified between the growing demands for professional training and the fragmentation of existing educational programs, as well as the insufficient integration of digital, STEM, and project technologies into the training of future teachers in the field of natural sciences education.*

*A structure for professional training has been proposed that includes fundamental natural sciences, methodology, research and experimentation, digital STEM, and environmental values, integrated on the basis of competency-based, activity-based research, integrative, and STEM-oriented approaches. The main directions for implementing this structure are outlined: the introduction of digital technologies (video learning, ICT, virtual laboratories), STEM projects, innovative (flipped classroom, problem-based learning, case-based learning) and interactive methods, expansion of practice-oriented and project-based activities in cooperation with basic general secondary education institutions. The importance of creating a research and educational environment, partnerships between higher education institutions and schools, multi-level diagnostics of competence formation, and reflective support for the professional development of future teachers in the field of natural sciences education is emphasized.*

**Keywords:** professional training system, future teachers of natural sciences, general and professional competencies, content integration, activity-based and research-based approach, digital learning technologies, STEM technologies, innovative educational learning technologies, interactive methods, project-based learning.

Надійшла до редакції 27.05.2025 р.