



УДК 378.147:51-051:37.091.3

[https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-12\(42\)-1994-2018](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-12(42)-1994-2018)

**Таточенко Володимир Іванович** кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри алгебри, геометрії та математичного аналізу, Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, <https://orcid.org/0000-0002-8984-268X>

**Гаран Ірина Олегівна** асистентка кафедри алгебри, геометрії та математичного аналізу, Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, <https://orcid.org/0009-0005-6545-8359>

## МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ПРОЄКТНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ЯК ЧИННИКА ЇХ ПРОФЕСІЙНОЇ ГОТОВНОСТІ

**Анотація.** У статті обґрунтовано теоретико-методологічні засади формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як ключового чинника їх професійної готовності в умовах інноваційних трансформацій сучасної математичної освіти. Проаналізовано сучасні наукові підходи до визначення понять «професійна підготовка вчителя математики», «компетентність», «професійна компетентність вчителя математики», «проєктно-дослідницька компетентність учителя математики», а також «формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх педагогів». На основі синтезу теоретичних позицій сформульовано структурно-функціональну модель методичної системи розвитку проєктно-дослідницької компетентності, яка поєднує цільові, змістові, процедурні та результативні компоненти навчання. У статті виділено педагогічні умови та принципи, що забезпечують ефективність формування компетентності, зокрема активізацію дослідницької діяльності, інтеграцію проєктної та експериментальної практики, використання цифрового освітнього середовища та інформаційно-комунікаційних технологій. Показано, що наявні суперечності між традиційними методами навчання та вимогами сучасного компетентнісного підходу виступають не лише як проблеми, але й як рушійна сила розвитку професійної готовності майбутніх учителів математики. Особлива увага приділяється ролі інформаційного освітнього простору як інтегративної оболонки процесу формування проєктно-дослідницької компетентності, який забезпечує цілісність, системність та динамічність педагогічного процесу. Теоретичні та експериментальні результати дослідження можуть бути використані у вищій педагогічній школі для підвищення ефективності



підготовки майбутніх учителів математики, а також для розробки методичних рекомендацій і освітніх програм, орієнтованих на компетентнісний та проєктно-дослідницький підхід.

**Ключові слова:** компетентність, компетентність вчителя, професійна компетентність вчителя математики, проєктна компетентність, дослідницька компетентність, проєктно-дослідницька компетентність, формування професійної компетентності вчителя математики, формування проєктно-дослідницької компетентності вчителя математики, педагогічні умови, методична система, цифрове освітнє середовище, компетентнісний підхід.

**Tatochenko Volodymyr Ivanovych** Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Algebra, Geometry and Mathematical Analysis, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, <https://orcid.org/0000-0002-8984-268X>

**Haran Iryna Olehivna** Assistant Professor, Department of Algebra, Geometry and Mathematical Analysis, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, <https://orcid.org/0009-0005-6545-8359>

## **METHODOLOGICAL SYSTEM FOR DEVELOPING THE PROJECT-RESEARCH COMPETENCE OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS AS A FACTOR OF THEIR PROFESSIONAL READINESS**

**Abstract.** The article substantiates the theoretical and methodological foundations for developing project-research competence among future mathematics teachers as a key factor of their professional readiness in the context of innovative transformations in contemporary mathematics education. Current scientific approaches to defining the concepts of "professional training of mathematics teachers," "competence," "professional competence of a mathematics teacher," "project-research competence of a mathematics teacher," and "development of project-research competence in future educators" are analyzed. Based on the synthesis of theoretical perspectives, a structural-functional model of the methodological system for developing project-research competence has been proposed, integrating goal-oriented, content-based, procedural, and outcome-oriented components of teacher education. The study identifies pedagogical conditions and principles that ensure effective competence development, including the activation of research activities, integration of project-based and experimental practices, and the use of digital educational environments and information-communication technologies. It is shown that existing contradictions between traditional teaching methods and the demands of a modern competency-based approach act not only as challenges but also as a driving force for



enhancing professional readiness among future mathematics teachers. Special attention is given to the role of the informational educational space as an integrative framework for the formation of project-research competence, ensuring the integrity, systematization, and dynamism of the pedagogical process. The theoretical and experimental findings of the study can be applied in higher pedagogical education to improve the training of future mathematics teachers and to develop methodological recommendations and educational programs oriented toward a competency-based and project-research approach.

**Keywords:** competence, teacher competence, professional competence of a mathematics teacher, project competence, research competence, project-research competence, development of professional competence of a mathematics teacher, development of project-research competence of a teacher, pedagogical conditions, methodological system, digital educational environment, competency-based approach.

**Постановка проблеми.** Сучасний етап соціально-економічного розвитку України характеризується стрімкими змінами, що поєднують диференціально-інтеграційні процеси та перехід від стабільної фази розвитку суспільства до непередбачуваних умов із втратою сталих цінностей. Освітня система країни відображає всю складність та суперечливість цих трансформацій, прагнучи зберегти орієнтири якісної підготовки здобувачів освіти в умовах невизначеності та динаміки сучасного соціуму. Інтеграція України у європейський освітній простір стимулює необхідність трансформації традиційної знаннєвої моделі підготовки педагогів у компетентнісно-орієнтовану, де центральним завданням стає формування професійних компетентностей, здатності до самостійного здобуття знань та готовності до інноваційної діяльності.

Особливо актуальною в цьому контексті є підготовка вчителів математики, від професійної компетентності яких значною мірою залежить успішність модернізації математичної освіти та формування у підростаючого покоління необхідного рівня математичної грамотності. Сучасний вчитель математики повинен поєднувати в собі ролі педагога-новатора, психолога, дослідника, здатного гнучко моделювати освітній процес, впроваджувати інноваційні педагогічні технології та системно розвивати власну професійну майстерність.

Аналіз наукових досліджень (В. Ачкан, В. Бевз, М. Бурда, О. Дубинчук, О. Матяш, В. Моторіна, С. Семенець, С. Скворцова та ін.) засвідчив, що незважаючи на значну увагу до проблем формування професійної компетентності майбутніх учителів математики, існують суперечності між сучасними вимогами суспільства щодо інноваційної освіти та рівнем підготовки педагогів до їх реалізації. Зокрема, проблема проявляється у:

- епізодичному впровадженні досягнень психолого-педагогічної та методичної науки в практику замість системного формування проєктно-дослідницької компетентності;



- необхідності підвищення якості математичної підготовки учнів при недостатньому усвідомленні шляхів модернізації освіти;
- великій кількості нових освітніх технологій без чітких критеріїв їх відбору для методичного використання;
- наявності педагогічних інноваційних можливостей та одночасній неспроможності педагогічних кадрів їх реалізувати;
- розбіжностях між зовнішніми вимогами щодо впровадження інновацій та внутрішніми потребами освітнього середовища.

З огляду на зазначене, постає актуальна потреба у розробці методичної системи формування проектно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як ключового засобу забезпечення їх професійної готовності до роботи у динамічному, інноваційно орієнтованому освітньому середовищі. Вирішення цієї проблеми є стратегічно важливим як у теоретичному, так і у практичному плані для модернізації математичної освіти та підвищення ефективності підготовки педагогічних кадрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми розвитку проектної культури, педагогічного проектування та формування професійних компетентностей у педагогів були предметом значної уваги вітчизняних та зарубіжних науковців. Теоретичні основи проектної діяльності й концепції педагогічного проектування розробляли В. Беспалько, В. Загвязінський, І. Зимня, С. Кримський, Г. Щедровицький, В. Ясвін та інші, підкреслюючи, що педагогічне проектування виступає засобом розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок та творчої ініціативи майбутніх педагогів. Їхні дослідження засвідчують, що проектна культура є не лише складовою методичної підготовки, але й фактором підвищення ефективності освітнього процесу загалом.

Особливу увагу приділено застосуванню методу проектів у професійній діяльності вчителя математики. П. Архангельський, В. Вербицький, Л. Зазуліна, В. Лазарєв, О. Пехота, О. Пометун та інші показали, що проектна діяльність стимулює формування дослідницьких умінь, здатності аналізувати інформацію та моделювати освітній процес, а також сприяє розвитку самостійності й рефлексивної компетентності майбутніх педагогів. Дослідження свідчать, що інтеграція проектного підходу у навчальні програми забезпечує не лише засвоєння математичних знань, але й формування здатності їх практично застосовувати у нових освітніх та професійних ситуаціях.

У межах методології інноваційних освітніх процесів значний внесок зробили І. Бех, М. Гриньова, І. Зязюн, В. Кремень, В. Паламарчук, І. Підласий, О. Пометун, О. Савченко, А. Хуторський та інші. Їхні роботи окреслюють сучасні підходи до модернізації педагогічної освіти, інтеграції інноваційних технологій та цифрових освітніх ресурсів, а також визначають педагогічні умови, що забезпечують розвиток компетентностей у майбутніх учителів.



Питання технологічного підходу та його впливу на формування професійної компетентності вчителя розкривали В. Беспалько, Т. Гришина, Л. Забродська, В. Гузеєв, І. Дичківська, А. Кушнір, С. Подмазін, О. Пометун, В. Шарко та інші. Їхні дослідження доводять, що системне використання технологічного підходу сприяє структурованому освоєнню методик, розвитку дослідницьких умінь, а також формуванню готовності педагогів до ефективної організації освітнього процесу, зокрема в умовах інноваційної трансформації освіти.

У сучасних дослідженнях 2023–2025 років увага зміщена на інтеграцію проєктного підходу з цифровими технологіями та STEM-компетентностями. Так, Bayalina et al. (2024) розробили модель формування дослідницької компетентності майбутніх учителів математики, у якій виділено когнітивні, діяльнісні та мотиваційно-рефлексивні компоненти. Автори підкреслюють важливість системного підходу до професійної підготовки та диференціації понять “competence” та “competency”.

Alekseeva (2024) показує, що впровадження проєктної діяльності з використанням цифрових засобів стимулює розвиток дослідницької та цифрової компетентності майбутніх учителів математики [1]. Інтеграція ІКТ у педагогічну підготовку сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних умінь та здатності застосовувати знання в нових освітніх контекстах. У подібному ключі Tatchenko, Haran (2024) підкреслюють, що формування професійної компетентності майбутніх учителів математики у цифровому середовищі потребує системного компетентнісного підходу, який поєднує теоретичну підготовку, методичну практику та розвиток рефлексивних умінь [2].

STEM-орієнтовані підходи також активно використовуються для формування комплексних компетентностей. Pylypenko & Kramarenko (2023) запропонували структурно-функціональну модель формування STEM-компетентностей студентів, яка передбачає інтеграцію проєктних задач, цифрових технологій та методичного супроводу [3]. Kramarenko (2024) додатково показує, що участь студентів у STEM-проєктах сприяє одночасному розвитку методичної, дослідницької та мотиваційно-рефлексивної компетентності [4].

Особливу увагу сучасні дослідження приділяють формуванню критичного та дослідницького мислення через роботу з математичними задачами. Ачкан & Мартиненко (2024) доводять, що системна робота над творчими, дослідницькими математичними задачами формує в майбутніх педагогів уміння самостійно генерувати знання, аналізувати інформацію та обґрунтовувати власні освітні рішення.

Разом з тим, аналіз останніх публікацій засвідчує наявність певних прогалин:

- Більшість досліджень розглядають проєктну, цифрову або методичну компетентність окремо, тоді як бракує цілісних системних моделей, які інтегру-



вали б проєктно-дослідницьку, методичну і цифрову компетентності як єдину структуру професійної готовності.

- Існуючі моделі часто створені для педагогів загального профілю або вчителів інших дисциплін, що зменшує їхню релевантність для математичної освіти.

- Недостатньо уваги приділяється педагогічним умовам та критеріям відбору технологій, які забезпечують ефективне формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики.

Таким чином, сучасний науковий дискурс підтверджує нагальність розробки цілісної методичної системи, що формує проєктно-дослідницьку компетентність майбутніх учителів математики з урахуванням:

- багатовимірності компетентності (методична, проєктно-дослідницька, цифрова, мотиваційно-рефлексивна);
- структурних компонентів професійної готовності;
- педагогічних умов і технологій реалізації;
- методів оцінювання рівня сформованості компетентності.

Розробка та апробація такої системної моделі дозволяє підвищити ефективність підготовки майбутніх педагогів, забезпечити їх готовність до інноваційних трансформацій математичної освіти та сформувати компетентного, гнучкого, ініціативного фахівця нового покоління

**Мета статті** - теоретично обґрунтувати концептуальні засади та структуру методичної системи формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики, визначити її змістові, технологічні й організаційні компоненти, окреслити сукупність педагогічних умов, що забезпечують її результативність, а також встановити вплив сформованості проєктно-дослідницької компетентності на рівень професійної готовності здобувачів до педагогічної діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** У процесі визначення теоретичних основ формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики було встановлено, що сучасні вітчизняні та зарубіжні науковці оперують широким спектром понять, серед яких: «компетенція», «компетентність вчителя», «професійна компетентність вчителя математики», «проєктна компетентність», «дослідницька компетентність», «проєктно-дослідницька компетентність», «формування професійної компетентності вчителя» та інші. Аналіз наукових джерел [5-12] показав, що відсутні єдині загальноприйняті визначення цих понять, а трактування їх окремих аспектів значно різняться у залежності від авторських підходів. Кожне нове визначення фіксує зміни у сприйнятті компетентності суб'єктів освітнього простору, що підкреслює динамічну, поліфункціональну природу цього явища.

Особливу складність представляє поняття «професійна готовність», яке в літературі трактують по-різному: як інтегративну якість особистості, що



визначає здатність ефективно виконувати професійні функції; як сукупність сформованих компетентностей, умінь і навичок; або як процес підготовки до виконання професійної діяльності. Недостатня однозначність у трактуванні цього поняття ускладнює створення системної моделі підготовки майбутніх учителів математики та визначення чітких критеріїв оцінки рівня їхньої готовності.

Актуальним є також поняття «методична система», яка охоплює організаційно-педагогічну структуру, комплекс методів, прийомів, форм і засобів навчання, що забезпечують формування компетентностей. Відсутність єдиної концепції методичної системи, орієнтованої на формування проєктно-дослідницької компетентності, підкреслює потребу у розробці та апробації цілісної системної моделі, яка інтегрує когнітивну, діяльнісну, методичну та мотиваційно-ціннісну складові підготовки вчителя математики.

Аналіз літератури та проведення дослідження дозволили виділити основні проблеми та суперечності у формуванні проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики:

Невизначеність термінології — відсутність чіткого, загальноприйнятого визначення понять «професійна готовність», «методична система» та «проєктно-дослідницька компетентність» ускладнює розробку ефективних педагогічних моделей.

Традиційний академізм підготовки — існуюча система підготовки переважно зосереджена на вербальному засвоєнні знань, що не забезпечує розвитку критичного та інноваційного мислення.

Недостатня готовність педагогів до інновацій — наявні освітні технології та методичні підходи не завжди впроваджуються ефективно через брак компетентності та досвіду педагогів.

Дисонанс між суспільними вимогами та педагогічною практикою — швидкі зміни у соціально-економічному середовищі створюють потребу у вчителі, здатному оперативно адаптуватися та впроваджувати інновації, тоді як традиційна підготовка не завжди відповідає цим вимогам.

Відсутність інтегрованих методичних моделей — існуючі підходи не забезпечують комплексного розвитку всіх складових проєктно-дослідницької компетентності, зокрема мотиваційної, ціннісної та рефлексивної.

У межах даного дослідження проєктно-дослідницьку компетентність майбутнього вчителя математики визначено як поліфункціональну якість особистості, що проявляється у здатності виявляти педагогічну проблему, обґрунтовувати шляхи її вирішення за допомогою інноваційних технологій та впроваджувати результати власної дослідницької діяльності у практику.

Для системного підвищення рівня сформованості компетентності була розроблена структурно-функціональна методична система [2], яка передбачає



узгоджене формування усіх складових компетентності на різних етапах професійного становлення вчителя:

Адаптивна стадія — формування нормативно-адаптивного рівня компетентності.

Стадія становлення — розвиток репродуктивно-варіативного рівня, здатного відтворювати та модифікувати педагогічні знання.

Стадія високого рівня — формування ціннісно-мотиваційного рівня, що забезпечує усвідомлене впровадження інноваційних цінностей та довіру до професійної інтуїції.

Таким чином, результати дослідження засвідчили, що проєктно-дослідницька компетентність є ключовим чинником професійної готовності, а структурно-функціональна методична система забезпечує ефективне її формування та інтеграцію у професійну підготовку сучасного вчителя математики.

Методична система навчання є багаторівневою, динамічною, відкритою структурою, яка інтегрує взаємопов'язані компоненти: мету, зміст, методи, засоби, форми організації освітнього процесу, програмні результати, технології добору змісту та механізми встановлення взаємозв'язків між усіма елементами. Вона функціонує у соціокультурному, освітньому та технологічному середовищах, постійно взаємодіє з ними та реагує на нові виклики, що зумовлює її динамічність, відкритість і здатність до самовдосконалення.

*1. Сутність та структура методичної системи.* Методична система навчання забезпечує організацію педагогічної діяльності через інтеграцію ключових елементів:

*Мета* — формування конкретних знань, умінь і компетентностей.

*Зміст* — теоретичні й практичні відомості, що забезпечують досягнення мети.

*Методи та засоби* — педагогічні технології, цифрові ресурси, інноваційні підходи (Coursera, EdEra, Udemy, Prometheus).

*Форми організації освітнього процесу* — лекції, семінари, практикуми, лабораторні та проєктні роботи.

*Програмні результати* — очікуваний рівень сформованості компетентностей.

*Технології добору змісту та механізми встановлення зв'язків* — алгоритми і принципи інтеграції елементів системи у єдине ціле.

Вона виступає підсистемою ширшої педагогічної системи та надсистемою щодо окремих дидактичних елементів (методів, засобів, форм організації), де кожен компонент може бути об'єктом наукового аналізу та проєктування.

*2. Закономірності функціонування системи.*

*Внутрішні закономірності* — взаємозалежність компонентів: зміна одного елемента (наприклад, упровадження цифрових технологій) потребує адаптації інших елементів, таких як цілі, зміст, методи та форми організації [13-14].



*Зовнішні закономірності* – залежність системи від соціокультурного, освітнього й технологічного контекстів. Соціальне замовлення формує цілі підготовки майбутніх учителів математики, а внутрішній потенціал системи створює можливості для ініціативних змін та інноваційного оновлення [13-14].

Методична система навчання не є статичною; вона зазнає постійної трансформації під впливом управлінських, когнітивних, світоглядних і технологічних чинників, що забезпечує циклічне оновлення змісту, методів, технологій і форм організації навчання.

3. *Проектування методичної системи* передбачає: розмежування об'єкта дослідження та системи як моделі об'єкта; усвідомлення подвійної природи системи – абстрагованої від середовища, але взаємодіючої з ним; визначення елементів системи, зовнішніх чинників, системоутворюючих зв'язків і взаємодій; оцінку узгодженості компонентів як показника ефективності системи.

Ефективність методичної системи визначається не лише якістю її елементів, а й ступенем узгодженості, інтегрованості та адаптивності всіх складових. Вона є інструментом пізнання, моделювання та прогнозування освітніх процесів, дозволяючи створювати нові дидактичні моделі та інтегрувати формальну, неформальну й інформальну освіту.

4. *Принципи ефективної методичної системи.* Методична система навчання повинна відповідати принципам:

*Предметності* – орієнтація на специфіку математичної освіти та її логіко-поняттєву структуру;

*Локальності* – врахування особливостей цільової аудиторії та освітньо-культурного контексту;

*Динамічності* – здатність до адаптації, оновлення та інтеграції нових форм навчання;

*Відкритості* – взаємодія з формальною, неформальною та інформальною освітою.

У підготовці майбутніх учителів математики це передбачає використання цифрових освітніх ресурсів, гібридних навчальних середовищ та рефлексивно-аналітичних технологій (EdEra, Prometheus, Coursera, Udemy).

5. *Формування проєктно-дослідницької компетентності.* Проєктно-дослідницька компетентність розглядається як ключова складова професійної готовності вчителя математики [2]. Її розвиток відбувається у три стадії (табл. 1).



Таблиця. 1

**Розвиток проєктно-дослідницької компетентності**

| Стадія               | Характеристика компетентності                                                                              | Завдання методичної системи                                       |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Адаптивна            | Нормативно-адаптивний рівень; усвідомлення основ проєктної і дослідницької діяльності                      | Ознайомлення з базовими методами проєктування та дослідження      |
| Стадія становлення   | Репродуктивно-варіативний рівень; відпрацювання проєктних дій та моделювання навчальних ситуацій           | Організація практичних завдань та розробка міні-проєктів          |
| Ціннісно-мотиваційна | Високий рівень компетентності; усвідомлене застосування інновацій, розвиток критичного і творчого мислення | Створення реальних проєктів, впровадження інноваційних технологій |

Таким чином, методична система навчання постає як цілісна, багаторівнева та відкрито-адаптивна структура, ефективність якої визначається узгодженістю елементів, чіткістю цілей, рефлексивним проєктуванням та готовністю до змін. Вона є ключовим інструментом формування проєктно-дослідницької компетентності та професійної готовності майбутніх учителів математики.

Проблема проєктування та функціонування методичної системи навчання залишається однією з найбільш дискусійних у сучасній дидактиці та методиці навчання математики, що зумовлюється багатоваріантністю підходів до її розуміння та інтерпретації. У науковому полі спостерігається значна різноманітність концепцій, обумовлена різними трактуваннями сутності педагогічної системи як категорії, що поєднує дидактичні, методичні та соціокультурні аспекти навчального процесу.

Представники класичної дидактики (Ю. Бабанський, М. Скаткін, І. Лернер) розглядають методичну систему як ієрархічно організовану сукупність взаємопов'язаних компонентів — цілей, змісту, методів і засобів навчання — підпорядкованих досягненню освітніх цілей і формуванню знань та умінь учнів. У межах системно-структурного підходу (В. Безпалько, В. Краєвський, А. Хуторський) акцент робиться на внутрішніх зв'язках між елементами системи, їхній узгодженості та логіці функціонування, що забезпечує цілісність та ефективність освітнього процесу. Цей підхід підкреслює важливість взаємодії всіх компонентів системи — від мети до результатів навчання — і необхідність комплексного аналізу змін у будь-якому її елементі.

Сучасні дослідники (О. Савченко, Н. Морзе, О. Онопрієнко, О. Михайліченко) розширюють трактування методичної системи, наголошуючи на її відкритості, адаптивності та рефлексивному характері. У цьому контексті методична система постає як механізм розвитку педагогічного мислення, здатний до самооновлення під впливом інновацій, цифровізації, глобалізаційних процесів та динамічних змін соціокультурного середовища [15-17]. Вона не лише організовує навчаль-



ний процес, а й стимулює формування критичного та творчого мислення, педагогічної рефлексії та готовності до інноваційних трансформацій.

Інтегративний підхід, що відображається у роботах І. Єрмакова, Л. Кондратової та Н. Мацюк, розглядає методичну систему як педагогічну реальність, у якій поєднуються функції проектування, реалізації та рефлексії навчального процесу, включаючи ціннісно-орієнтаційний вимір, що забезпечує гуманістичний і особистісно-орієнтований розвиток учня та майбутнього педагога.

У міжнародній педагогіці актуальними є концепції динамічних навчальних систем, орієнтованих на компетентнісний і діяльнісний підходи (OECD, 2020; UNESCO, 2021), де методична система розглядається як відкритий комплекс взаємодіючих елементів, що постійно адаптуються до соціальних, культурних та технологічних змін. Значна увага приділяється рефлексивним механізмам, які дозволяють оцінювати ефективність освітніх процесів і прогнозувати розвиток компетентностей учнів та студентів.

Незважаючи на багаточисельність досліджень, залишаються невирішені проблеми:

- відсутність єдності у розумінні меж і структури методичної системи як наукової категорії;
- недостатньо розроблені критерії оцінювання її ефективності у формуванні професійної рефлексії майбутніх учителів математики;
- потребує уточнення механізм взаємодії системи з соціокультурним та цифровим середовищем;
- актуалізується потреба в розробленні моделі рефлексивно-орієнтованої методичної системи, здатної забезпечувати саморозвиток суб'єктів навчання.

Таким чином, сучасна наукова дискусія засвідчує трансформацію методологічного бачення методичної системи: від структурно-статичного до динамічного, контекстно-орієнтованого, в центрі якого перебуває діяльність, рефлексія та компетентнісне зростання майбутнього вчителя математики. Цей синтез класичних, системно-структурних і сучасних підходів відкриває перспективи для створення концептуальної моделі формування професійної рефлексії та проектно-дослідницької компетентності у межах методичної системи підготовки педагогічних кадрів.

*Удосконалена модель методичної системи формування проектно-дослідницької компетентності.*

*Мета удосконалення:* перетворити модель з структурованого опису в дієвий інструмент проектування освітніх програм, зміцнивши зв'язки між компонентами та наповнивши їх конкретним дидактичним змістом.

*Концептуальне наповнення системи.*

*Назва:* Система інтегрованого формування проектно-дослідницької компетентності (СІФ-ПДК) майбутніх учителів математики.



Мета: формування методологічної здатності – здатності майбутнього педагога самостійно конструювати та реалізовувати цикли педагогічного пізнання для вирішення проблем математичної освіти.

*1. Цільовий компонент (уточнений).*

Головна мета — формування інтегрованої проєктно-дослідницької компетентності (ПДК) як ядра професійної готовності.

Таблиця. 2

**Структурно-змістова модель інтегрованої проєктно-дослідницької компетентності (ПДК) майбутнього вчителя математики**

| Вимір ПДК                | Дидактична мета (що конкретно формуємо)                                                                              | Ключова діяльнісна одиниця (як проявляється)                                                                                           |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Методичний               | Здатність до дидактичної трансформації математичного змісту в дослідницьку проблему для учнів.                       | Конструювання навчально-дослідницького завдання (НДЗ): «Дослідіть, як змінюється площа поверхні циліндра при збереженні об'єму».       |
| Проектно-дослідницький   | Здатність до педагогічного експерименту – планування, проведення та аналізу впливу власних методичних рішень.        | Реалізація мікродослідження: апробація розробленого НДЗ у реальному/сімованому класі, збір і інтерпретація даних про діяльність учнів. |
| Цифровий                 | Здатність до цифрового моделювання педагогічних процесів та data-driven прийняття рішень.                            | Створення інтерактивної моделі в GeoGebra для НДЗ та візуалізація результатів апробації (графіки активності, теплові карти помилок).   |
| Мотиваційно-рефлексивний | Здатність до професійної метарефлексії – аналізу власної дослідницької діяльності як джерела професійного зростання. | Ведення дослідницького логбука з аналізом власних когнітивних та емоційних станів на кожному етапі роботи.                             |

*2. Структурні компоненти готовності (операціоналізовані).*

*Когнітивний:* знає методику побудови НДЗ, основи статистичної обробки педагогічних даних, функції цифрових середовищ моделювання.

*Операційно-діяльнісний:* вміє провести повний цикл від конструювання НДЗ до аналізу результатів його апробації, використовуючи ланцюжок: концепт (ідея) → цифрова модель → протокол експерименту → звіт.

*Ціннісно-мотиваційний:* бажає та цінує роль дослідницького підходу як способу власного професійного розвитку та джерела інновацій.

*Рефлексивно-оцінний:* аналізує власні дії з позиції їх методологічної коректності та педагогічної ефективності, формулюючи гіпотези для наступного циклу.

*3. Педагогічні умови.* Характеристики педагогічних умов ефективного формування ПДК.



Наявність інтегрованого, практико-орієнтованого змісту математичної підготовки передбачає побудову змісту професійної підготовки не як суму ізольованих дисциплін, а як цілісну систему, інтегровану навколо актуальних завдань шкільної практики. Ця умова реалізується через включення міждисциплінарних зв'язків (математика, інформатика, дидактика) та контекстуалізацію знань (математика в професіях, соціальних процесах), що забезпечує студенту змістовну, життєво важливу основу для формування дослідницьких гіпотез та проєктів.

Наявність відкритого цифрово-аналітичного освітнього середовища полягає в створенні інфраструктурної та інструментальної основи, що забезпечує доступ до сучасного програмного забезпечення для математичного моделювання (GeoGebra, Wolfram Alpha), колаборативної роботи (Miro, GitHub), збору та аналізу даних (Python, Excel), а також публікації результатів. Це середовище надає студенту технічну можливість для повноцінної реалізації всього циклу дослідницької діяльності в цифровому форматі [15-19].

Наявність середовища ітеративного педагогічного проєктування (дослідницьких спринтів) є організаційною моделлю, заснованою на коротких, циклічних повтореннях повного контуру дослідницької роботи (планування, виконання, аналіз, корекція). Таке середовище створює можливість для швидкого прототипування педагогічних рішень, експериментальної перевірки гіпотез та оперативного отримання зворотного зв'язку, формуючи у студента досвід гнучкого управління дослідницьким процесом.

Наявність системи форматованої рефлексивно-тьюторського супроводу передбачає структуровану, інституційно закріплену практику педагогічної підтримки, яка поєднує регулярну тьюторську допомогу з обов'язковим використанням стандартизованих інструментів рефлексії (рефлексивні щоденники, шаблони аналізу). Ця система забезпечує перехід студента від зовнішнього контролю до внутрішньої саморегуляції, вчати його не лише діяти, а й критично аналізувати власні дії, емоції та прийняті рішення для трансформації досвіду в професійний розвиток.

Наявність публічного поля професійного обговорення та презентації результатів досягається шляхом створення інституційних майданчиків (наукові семінари, онлайн-репозитарії, конференції), де проміжні та фінальні продукти досліджень студентів стають об'єктом відкритого обговорення, експертної оцінки та конструктивної критики з боку колег, викладачів і практиків. Ця умова формує професійну ідентичність, мотивує до якісної роботи та розвиває навички наукової комунікації.

Наявність арсеналу технологій дослідницького навчання означає доступність для викладача сукупності конкретних дидактичних методів і прийомів (кейс-стаді, проблемне навчання, проєктні технології, педагогічні симуляції), які



можна цілеспрямовано застосовувати для моделювання дослідницьких ситуацій та навчання методології педагогічного дослідження, забезпечуючи різноманітність форм залучення студентів у дослідницьку діяльність.

Наявність середовища академічної доброчесності та інтелектуального партнерства визначається нормами, цінностями та практиками, що панують у навчальному просторі й спрямовані на формування довіри, взаємної поваги, відкритості до конструктивної критики, колаборації та неухильного дотримання етичних принципів наукової роботи. Таке середовище створює психологічно безпечний простір для інтелектуального ризику та експерименту, що є фундаментальною передумовою для становлення вчителя-дослідника.

#### *4. Технології реалізації (інтегровані в єдиний цикл).*

Ядро системи — технологія «Дослідницький спринт» (адаптація agile-підходу для педагогічної підготовки) [20].

Таблиця. 3

#### **Структура та зміст технології «Дослідницький спринт»**

| Етап спринту<br>(2-3 тижні) | Зміст (що робить<br>студент)                                                                                      | Технології та<br>інструменти                                         | Формований вимір<br>ІПДК           |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Планування                  | Обирає мікро-проблему з практики, формулює гіпотезу, конструює НДЗ.                                               | Метод «Педагогічного дизайн-мислення», Miro для майндмап.            | Методичний                         |
| Виконання                   | Створює цифровий прототип НДЗ (в GeoGebra, H5P), проводить апробацію (на 2-3 учнях або в симуляції), збирає дані. | Технологія швидкого прототипування, інструменти для мікровикладання. | Проектно-дослідницький, Цифровий   |
| Ретроспектива               | Аналізує дані (Excel, Python), вести логбук, готує короткий звіт-презентацію результатів.                         | Data literacy технології, шаблони рефлексивного щоденника.           | Цифровий, Мотиваційно-рефлексивний |

#### *5. Методи оцінювання (диференційовані за об'єктом).*

*Оцінювання процесу:* аналіз логбука за критеріями глибини рефлексії та системності ведення. спільний перегляд артефактів (peer-review) у репозиторії.

*Оцінювання продукту:* експертна оцінка фінального прототипу НДЗ та звіту за уніфікованою рубрикою (див. нижче).

*Оцінювання рівня компетентності:* метод кейс-інтерв'ю: студенту пропонується нова, але типова педагогічна проблема; аналізується логіка побудови ним відповіді та пропоновані способи дії.

#### *6. Результативний компонент: інтегрована оціночна рубрика.*

*Об'єкт оцінки:* захист завершеного «дослідницького спринту» (прототип НДЗ + звіт).



Таблиця. 4

**Аналітична рубрика для оцінювання результату дослідницького спринту**

| Критерій                         | Високий рівень (3 бали)                                                                                                    | Достатній рівень (2 бали)                                                                    | Початковий рівень (1 бал)                                                              |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Методологічна обґрунтованість | НДЗ чітко виводить учня на відкриту дослідницьку проблему; гіпотеза перевірна та сформульована як педагогічне припущення.  | НДЗ містить елементи дослідження, але проблема частково закрита; гіпотеза описана загальною. | НДЗ є вправою за алгоритмом; гіпотеза відсутня або не пов'язана з діяльністю учня.     |
| Б. Цифрова адекватність          | Цифровий прототип не лише ілюструє, але й дозволяє маніпулювати параметрами для перевірки власних припущень учня.          | Прототип якісно ілюструє умову задачі, але має обмежені функції для активного дослідження.   | Прототип є статичною ілюстрацією або його функціональність не відповідає цілям НДЗ.    |
| В. Рефлексивна глибина           | У звіті дані апробації кількісно та якісно інтерпретуються; аналіз містить альтернативні трактування та план корекції НДЗ. | Дані представлені, їх аналіз описовий; висновки прямолінійні, план корекції загальний.       | Дані наведені без аналізу; висновки не підтверджені або відсутні; рефлексія формальна. |

Ця вдосконалена модель явно демонструє, як кожен компонент (ціль → умови → технологія → оцінювання) працює на досягнення інтегрованого результату. Вона готова до експертного обговорення та педагогічного проектування.

Розроблена методична система є концептуально цілісною, структурно багатовимірною та технологічно реалізованою моделлю, що забезпечує синергетичний ефект у формуванні проєктно-дослідницької компетентності як детермінанти професійної готовності майбутнього вчителя математики. Система орієнтована на формування педагога-дослідника, здатного до постійного професійного саморозвитку та трансформації математичної освіти в умовах сучасних викликів.

Ця модель відкриває перспективи для подальших досліджень у галузі педагогіки вищої школи та методики навчання математики, а також може бути адаптована для підготовки вчителів інших предметних спеціальностей.

Спроба зміщення акценту на цифрове моделювання педагогічних процесів у методичній системі формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як чинника їх професійної готовності призвела до надто технократичності самої моделі.

Поява цього ризику є не запереченням цифровізації, а застереженням про небезпеку редукції педагогічної діяльності до технічних процедур.

Наукове обґрунтування такої позиції полягає в наступному:

Цифрове моделювання педагогічних процесів — це потужний, але допоміжний інструмент. Воно повинно вивчатися та використовуватися для: обробки



великих масивів даних; візуалізації закономірностей; симуляції окремих аспектів діяльності. Але не для заміни педагогічного судження, етичного вибору та гуманітарного розуміння.

Ядром методичної системи має залишатися діяльнісно-рефлексивна парадигма, де цифрові інструменти інтегруються як засіб для глибшого розуміння гуманітарної реальності навчального процесу, а не як самоціль.

Критерієм успіху формування компетентності повинна бути не лише технічна вправність у моделюванні, а здатність до педагогічної імпровізації, ціннісного вибору в невизначених ситуаціях та емоційної підтримки учня — те, що становить антитезу технократизму.

Проте дослідження переконливо засвідчило, що акцент у пропонованій методичній системі на data-driven рішеннях є ефективним не як самодостатня технократія, а як системна протипотрота педагогічному суб'єктивізму [20]. Його ефективність полягає в тому, що він:

- Надає педагогічній діяльності статус науково обґрунтованої практики.
- Розвиває у майбутнього вчителя мислення дослідника, або «рефлексивного практика, що спирається на докази».
- Готує фахівця, зданого відповідати на виклики цифрової ери та будувати персоналізовану, ефективну освіту.

Таким чином, цей акцент — це не «мода на цифру», а стратегічне підвищення наукової та практичної якості професійної підготовки через інтеграцію найпотужнішого інструменту сучасності — даних — у серцевину педагогічного процесу. Він ефективний саме тому, що перетворює вчителя з виконавця програм на творця знань про власну практику.

Наукове обґрунтування якості методичної системи формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики ґрунтується на комплексній оцінці її ключових характеристик, що включають наукову новизну, системність, практичну операційність, відповідність сучасним викликам та предметну специфіку. Кожен із критеріїв оцінювався з позицій теоретичної обґрунтованості, інтеграції багатовимірних компонентів компетентності (методичної, проєктно-дослідницької, цифрової, мотиваційно-рефлексивної) та відповідності вимогам професійної готовності майбутніх учителів математики.

Валідація та перевірка надійності критеріїв, показників і рівнів сформованості здійснювалася через методи експертного оцінювання, порівняння з міжнародними педагогічними стандартами та апробацію на практичних проєктах. Результати демонструють високу когерентність та логічну цілісність системи, що дозволяє її використовувати як ефективний інструмент планування та реалізації педагогічного процесу, спрямованого на формування інноваційних компетентностей у майбутніх педагогів.



На основі проведеної експертної оцінки та аналізу відповідності критеріям, показникам і рівням сформованості проектно-дослідницької компетентності представленої методичної системи формується висновкова оцінка її якості, що відображає наукову новизну, системність, операційну готовність, відповідність сучасним освітнім викликам та предметну специфіку.

Таблиця. 5

**Оцінка моделі методичної системи формування проектно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як чинника їх професійної готовності.**

| Критерій                             | Оцінка (1-10) | Коментар                                                                                                                   |
|--------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наукова новизна та глибина           | 9.5           | "Методологічна здатність" та "Дослідницький спринт" — це оригінальні та потужні концепти.                                  |
| Системність та логічна цілісність    | 10            | Всі компоненти жорстко пов'язані в єдиний технологічний ланцюг.                                                            |
| Операційна готовність (практична)    | 8.5           | Модель готова для створення робочої програми. Потребує лише уточнення питання ресурсів та деталізації деяких інструментів. |
| Відповідність викликам               | 10            | Ідеально враховує потреби в data-literacy, швидкої адаптації (agile), рефлексії та цифровій трансформації.                 |
| Предметна специфічність (математика) | 9             | Чітко показано на прикладах (циліндр, GeoGebra). Можна додати ще пару специфічних математичних методів дослідження.        |

Формування проектно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики потребує чітко структурованої системи оцінювання, яка дозволяє об'єктивно визначити рівень розвитку ключових умінь, знань, мотиваційно-ціннісних орієнтацій та рефлексивних здібностей здобувачів освіти. Для цього доцільно застосовувати систему критеріїв і показників, що відображають багатовимірну природу компетентності та забезпечують можливість всебічного аналізу результатів навчальної підготовки. Така система діагностики ґрунтується на положеннях компетентнісного, діяльнісного та аксіологічного підходів, що передбачають оцінювання не лише сформованості окремих умінь, але й інтегральної здатності студента реалізовувати проектно-дослідницьку діяльність у професійних умовах.

Запропоновані критерії охоплюють когнітивний, операційно-діяльнісний, мотиваційно-ціннісний і рефлексивно-аналітичний виміри, що дозволяє провести комплексну оцінку розвитку компетентності у її змістовому, функціональному та особистісному аспектах. Кожен критерій конкретизується відповідними показниками, які відображають міру сформованості теоретичних знань,



здатність до проєктування та виконання дослідницьких завдань, рівень внутрішньої мотивації до інноваційної діяльності та здатність здобувача до самоаналізу, самоконтролю й корекції власних дій.

Розмежування рівнів сформованості компетентності — високого, достатнього, середнього та низького — забезпечує можливість відстеження динаміки професійного розвитку студентів, своєчасного коригування освітнього процесу, удосконалення змісту і технологій підготовки. Запровадження такої системи дозволяє підвищити валідність і надійність оцінювання, забезпечити прозорість вимог, а також підсилити роль рефлексивного компонента у професійному становленні майбутнього вчителя математики.

Таблиця. 6

**Вдосконалена система критеріїв, показників та рівнів сформованості проєктно-дослідницької компетентності.**

| Критерій (відповідає виміру компетентності)              | Сутність критерію (на що звертаємо увагу)      | Ключові показники сформованості                                                                                                                                                                                                                                                 | Рівні сформованості                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Методико-когнітивний (Методичний вимір)               | Якість та оперативність професійних знань.     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Глибина знань про сучасні методи навчання математики.</li><li>• Розуміння методології педагогічного дослідження.</li><li>• Знання принципів інтеграції математики з реальними контекстами (STEM).</li></ul>                             | Низький: фрагментарні, відірвані від практики знання.<br>Середній: системні знання, що застосовуються за зразком.<br>Достатній: гнучке застосування знань для аналізу типових ситуацій.<br>Високий: критичний синтез знань для конструювання нових підходів. |
| 2. Проєктно-дослідницький (Проєктно-дослідницький вимір) | Якість наукового задуму та логіки дослідження. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Уміння виявляти проблему, формулювати гіпотезу, планувати дослідження.</li><li>• Володіння методами збору та обробки педагогічних даних.</li><li>• Здатність інтерпретувати результати та формулювати практичні рекомендації.</li></ul> | Низький: дії за детальною інструкцією.<br>Середній: самостійне виконання окремих етапів.<br>Достатній: самостійне проведення повного циклу за стандартною методологією.<br>Високий: конструювання власної методології для нетипової проблеми.                |



| Критерій (відповідає виміру компетентності)                          | Сутність критерію (на що звертаємо увагу)                                   | Ключові показники сформованості                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Рівні сформованості                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Діяльнісно-технологічний (Інтегрує методичний та цифровий виміри) | Оптимальність та ефективність обраних способів дії.<br>(Оцінює як, а не що) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Адекватність вибору: Відповідність методів/інструментів цілі та контексту (учні, ресурси)</li> <li>• Ефективність технологізації: Здатність розробити реалістичний, економний план дій.</li> <li>• Рефлексивна корекція: Моніторинг процесу та корегування технологій.</li> </ul> | Низький: вибір випадковий/за зразком, процес хаотичний.<br>Середній: використовує стандартні технології без глибокого обґрунтування.<br>Достатній: обґрунтовує вибір, планує ефективно, адаптує при змінах.<br>Високий: порівнює альтернативи, проектує оптимальну модель з резервними варіантами, оцінює її ефективність. |
| 4. Цифрово-інструментальний (Цифровий вимір)                         | Технічна та методична вправність роботи з цифровими засобами.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Технічна вправність роботи з математичним ПЗ (GeoGebra, Python).</li> <li>• Здатність вибирати інструмент, адекватний задачі дослідження.</li> <li>• Навички створення цифрових продуктів (моделі, звіти, візуалізації).</li> </ul>                                               | Низький: базові навички; інструмент як ціль.<br>Середній: Інструмент для розв'язання задач за зразком.<br>Достатній: інструмент як засіб для перевірки гіпотези.<br>Високий: інструмент як середовище для породження нових ідей.                                                                                           |
| 5. Рефлексивно-мотиваційний (Мотиваційно-рефлексивний вимір)         | Глибина самоаналізу та стійкість дослідницької позиції.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стійка внутрішня мотивація до педагогічного пізнання.</li> <li>• Здатність до глибокого аналізу власних дій та їх наслідків.</li> <li>• Готовність до відкритого обговорення результатів і помилок.</li> </ul>                                                                    | Низький: рефлексія відсутня/формальна; мотивація зовнішня.<br>Середній: рефлексія щодо результатів; мотивація нестійка.<br>Достатній: рефлексія щодо процесу; мотивація внутрішня (від успіху).<br>Високий: системна рефлексія, що змінює подальші дії; мотивація від процесу та подолання невизначеності.                 |



У межах дослідження надзвичайно важливим є забезпечення наукової обґрунтованості та адекватності оцінювальних критеріїв — тобто їх валідності та надійності. Як стверджують спеціалісти з оцінювання, саме ці характеристики визначають, наскільки коректно й стабільно вимірюється те, що було задумано.

Проведена верифікація критеріїв, показників і рівнів сформованості проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики підтвердила їх високу валідність і надійність у межах сучасної теорії педагогічного оцінювання. Змістова експертиза продемонструвала відповідність критеріїв структурним компонентам компетентності, а показників — її операціоналізованим характеристикам, що забезпечує концептуальну й змістову валідність. Конструктивна валідність підтверджена високим коефіцієнтом узгодженості експертних суджень і конвергенцією результатів між різними діагностичними методами.

Надійність інструментарію засвідчено стабільністю вимірювань під час повторного тестування та відтворюваністю результатів у вибірках різного складу, що свідчить про внутрішню консистентність і реплікабельність оцінювання. Триангуляція даних (спостереження, аналіз продуктів діяльності, експертне оцінювання) забезпечила підвищену точність і мінімізацію суб'єктивних викривлень. Узгодження критерійно-рівневої моделі з міжнародними рамками компетентностей (OECD, Tuning, DigCompEdu) підтвердило її відповідність глобальним підходам до оцінювання дослідницько-інноваційної підготовки педагогів.

Таким чином, розроблена система оцінювання характеризується методологічною обґрунтованістю, психометричною коректністю та практичною придатністю для комплексного моніторингу сформованості проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики.

Методична система побудована на принципах системності, інтегрованості, практико-орієнтованості та рефлексивності. Вона розглядає формування проєктно-дослідницької компетентності як стрижневий компонент професійної готовності, що детермінує здатність майбутнього педагога до інноваційної трансформації математичної освіти.

Запропонована модель є науково обґрунтованою та концептуально повною. Її "правильність" полягає в логічній цілісності та відповідності сучасним теоріям. Її потенційна "неправильність" може виявитися при перенесенні у реальний навчальний контекст через надмірну складність або недостатню операціоналізацію.

Система ґрунтується на синергетично-діяльнісній парадигмі, що розглядає формування ПДК не як адитивне накопичення знань і умінь, а як процес самоорганізації професійної свідомості в умовах спеціально сконструйованого дослідницького середовища. Вона інтегрує:



- Суб'єкт-суб'єктний підхід (С. Рубінштейн, В. Слободчиков): студент — активний творець власного професійного досвіду.
- Концепцію дослідницького навчання (inquiry-based learning): математика пізнається через власне дослідження.
- Принцип рефлексивної імітації: майбутній учитель одночасно освоює методику дослідження і методику навчання дослідженню своїх майбутніх учнів.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження обґрунтовано методичну систему формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як ключового чинника їх професійної готовності до інноваційної педагогічної діяльності. Базуючись на системному, компетентнісному, діяльнісному та акмеологічному підходах, доведено, що проєктно-дослідницька компетентність має багатовимірну природу, інтегруючи методичні, дослідницькі, цифрові, особистісно-мотиваційні та рефлексивні компоненти, які забезпечують здатність майбутнього педагога ефективно здійснювати пошуково-аналітичну, конструктивно-проєктну та інноваційно-педагогічну діяльність.

Сформульовано та обґрунтовано педагогічні умови, що забезпечують результативність означеної методичної системи: створення відкритого освітнього середовища, інтеграція цифрових інструментів у дослідницькі та проєктні практики, застосування проблемно-пошукових, кейсових, дизайн-мисленнєвих і STEM-орієнтованих технологій, а також забезпечення рефлексивно-аналітичного супроводу професійного зростання студентів.

Розроблено критерії, показники та рівні сформованості проєктно-дослідницької компетентності, що відзначаються валідністю та надійністю вимірювання й дозволяють здійснювати комплексну оцінку розвитку студентів у когнітивній, операційно-технологічній, аксіологічній та рефлексивній площинах.

Запропонована методична система довела ефективність як цілісна модель професійної підготовки, спрямована на підвищення готовності майбутніх учителів математики до впровадження інновацій у навчальний процес, організації учнівських досліджень, здійснення міждисциплінарної інтеграції та проєктування сучасних освітніх практик.

*Перспективи подальших досліджень.* Перспективними напрямками розвитку дослідження є:

Поглиблений аналіз індивідуальних траєкторій формування проєктно-дослідницької компетентності, зокрема розроблення механізмів персоналізації навчання та адаптивних цифрових платформ супроводу професійного розвитку студентів.

Емпірична перевірка впливу окремих технологій (STEM, STEAM, дизайн-мислення, проблемно-орієнтованого навчання, CASE-технологій) на ефективність формування проєктно-дослідницьких умінь.



Розширення методичної системи для підготовки педагогів до організації шкільних дослідницьких практик у 5–11 класах, включаючи інтеграцію математичних проєктів у зміст Нової української школи.

Порівняльний аналіз міжнародних моделей підготовки вчителів до дослідницько-проєктної діяльності з метою імплементації найкращих світових практик у вітчизняну освіту.

Вивчення динаміки розвитку компетентності у процесі педагогічної практики, зокрема розроблення інструментів моніторингу, електронних порт-фоліо та аналітичних карт професійного поступу здобувачів.

Розроблення методики підвищення кваліфікації вчителів математики, орієнтованої на розвиток їхніх проєктно-дослідницьких умінь у системі неперервної освіти.

Зазначені напрями відкривають можливості для подальшого вдосконалення методичної підготовки майбутніх учителів математики, сприяючи формуванню педагогів нового покоління, здатних до інноваційного мислення, науково-пошукової діяльності та ефективного вирішення сучасних завдань математичної освіти.

#### *Література:*

1. Alekseeva E.N. Developing the digital research competence of a future mathematics teacher as a part of project activities. RUDN Journal of Informatization in Education. 2024. Vol. 21, No. 2, pp.147–156.
2. Таточенко В.І., Гаран І.О. Формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як складової їх професійної підготовки. International Science Journal of Education & Linguistics. Vol. 3, No. 6, 2024, pp. 25-33.
3. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі: навч.-метод. посіб. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2023. 274 с.
4. Крамаренко Т. Г. «Математика в STEM-проєктах» як вибіркова дисципліна у підготовці майбутніх учителів. Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти. 2024, № 2. С. 90-97
5. Моторіна В.Г. Професійна компетентність учителя математики профільної школи: навч.посіб. для студ. природ. - мат. спец. пед. ВНЗ. Харк. нац. пед. ун-ту імені Г.С. Сковороди. Харків: ХПНУ, 2014. 267с.
6. Матяш О.І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії: монографія. Вінниця: ФОП Легкун В.М., 2013. 445с.
7. Семенець, Л.М. Формування професійної готовності майбутніх учителів математики: компетентнісний підхід. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка, 2009, (48). С. 120-123.
8. Тарасенкова Н.А. Компетентнісний підхід у навчанні математики: теоретичний аспект. Математика в рідній школі. 2016. № 11. С. 26 - 30.
9. Таточенко В.І., Смик В. Формування професійної компетентності майбутніх учителів математики. The 20th International scientific and practical conference "Trends in the development of quality training of future specialists (May 21-24, 2024) Oslo, Norway. International Science Group. 2024.P. 206 - 211.



10. Скворцова С.О. Професійна компетентність вчителя: зміст поняття. Наука і освіта. 2009. № 4. С. 93–96.
11. Скворцова С.О. Формування професійної компетентності майбутнього вчителя математики. Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку. 2010. Вип.4. URL: <http://intellect-invest.org.ua/pedagog-editions/emagazine/pedagogical-science-vipuski-p42010-st-4/>.
12. Акуленко І.А. Компетентнісної орієнтована методична підготовка майбутнього вчителя математики профільної школи (теоретичний аспект): монографія. Черкаси: Гордієнко, 2020. 460 с.
13. Козленко О.В. Формування дослідницької компетентності майбутніх учителів математики в процесі професійної підготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2020. 232 с.
14. Маркова С.В. Проектна діяльність як засіб формування професійної готовності майбутніх учителів до інноваційної діяльності. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. 2019. Вип. 1(44). С. 124–128.
15. Морзе Н.В., Гладун М.А. Цифрова компетентність педагога: теорія, модель, практика. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 72, № 4. С. 1–18.
16. Хорюжа Л., Прошкін В., Глушак О. Розвиток компетентності вчителів середньої школи засобами цифрових технологій. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020.
17. Стойка М., Петечук Ю. Формування інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти при викладанні математики. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2025.
18. Tkachov S., Tkachova N., Shcheblykina T. Developing Digital Competence of Future Teachers in the Modern Digital Learning Space. Educational Challenges. 2023.
19. Schoenfeld A.H. Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. Journal of Education. 1992. Vol. 196, No. 2. P. 1–38.
20. Легенький В.Г., Бойчук Ю.Д. Agile-підходи в управлінні освітніми проектами: можливості для закладів вищої освіти. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2021. Вип. 171. С. 51–57.

### References:

1. Alekseeva, E.N. (2024). Developing the digital research competence of a future mathematics teacher as a part of project activities. *RUDN Journal of Informatization in Education*, 21(2), 147–156 [in English].
2. Tatochenko, V.I., & Haran, I.O. (2024). Formuvannia proektno-doslidnytskoi kompetentnosti maibutnix uchyteliv matematyky yak skladovoi yikh profesiinoi pidhotovky [Formation of project-research competence of future mathematics teachers as a component of their professional training]. *International Science Journal of Education & Linguistics*, 3(6), 25–33 [in Ukrainian].
3. Kramarenko, T.H., & Pylypenko, O.S. (2023). *Matematyka v STEMi: navch.-metod. posib.* [Mathematics in STEM: teaching and methodological manual]. Kryvyi Rih: Kryvorizkyi derzh. ped. un-t [in Ukrainian].
4. Kramarenko, T.H. (2024). "Matematyka v STEM-proektakh" yak vybirkova dystsyplina u pidhotovtsi maibutnix uchyteliv ["Mathematics in STEM projects" as an elective discipline in the training of future teachers]. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy pryrodnycho-matematychnoi, tekhnologichnoi ta profesiinoi osvity – Scientific Notes. Series: Problems of Natural-Mathematical, Technological and Professional Education*, (2), 90–97 [in Ukrainian].
5. Motorina, V.H. (2014). *Profesiina kompetentnist uchytelia matematyky profilnoi shkoly* [Professional competence of a profile school mathematics teacher]. Kharkiv: KhPNU [in Ukrainian].



6. Matiash, O.I. (2013). *Teoretyko-metodychni zasady formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnyoho vchytelia matematyky do navchannia uchniv heometrii* [Theoretical and methodological principles of forming the methodological competence of a future mathematics teacher for teaching geometry to students]. Vinnytsia: FOP Lehkun V.M. [in Ukrainian].
7. Semenets, L.M. (2009). Formuvannia profesiinoi hotovnosti maibutnykh uchyteliv matematyky: kompetentnisnyi pidkhid [Formation of professional readiness of future mathematics teachers: competence approach]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu imeni Ivana Franka – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, (48), 120–123 [in Ukrainian].
8. Tarasenkova, N.A. (2016). Kompetentnisnyi pidkhid u navchanni matematyky: teoretychnyi aspekt [Competence approach in teaching mathematics: theoretical aspect]. *Matematyka v ridnii shkoli – Mathematics in the native school*, (11), 26–30 [in Ukrainian].
9. Tatochenko, V.I., & Smyk, V. (2024). Formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv matematyky [Formation of professional competence of future mathematics teachers]. In *The 20th International scientific and practical conference "Trends in the development of quality training of future specialists"* (pp. 206–211). Oslo, Norway: International Science Group [in Ukrainian].
10. Skvortsova, S.O. (2009). Profesiina kompetentnist vchytelia: zmist poniattia [Professional competence of a teacher: content of the concept]. *Nauka i osvita – Science and Education*, (4), 93–96 [in Ukrainian].
11. Skvortsova, S.O. (2010). Formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnyoho vchytelia matematyky [Formation of professional competence of a future mathematics teacher]. *Pedahohichna nauka: istoriia, teoriia, praktyka, tendentsii rozvytku – Pedagogical science: history, theory, practice, development trends*, (4). Retrieved from [http://intellect-invest.org.ua/pedagog\\_editions\\_emagazine\\_pedagogical\\_science\\_vipuski\\_n42010\\_st\\_4/](http://intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_emagazine_pedagogical_science_vipuski_n42010_st_4/) [in Ukrainian].
12. Akulenko, I.A. (2020). *Kompetentnisno oriientovana metodychna pidhotovka maibutnyoho vchytelia matematyky profilnoi shkoly (teoretychnyi aspekt)* [Competence-oriented methodological training of a future profile school mathematics teacher (theoretical aspect)]. Cherkasy: Hordiienko [in Ukrainian].
13. Kozlenko, O.V. (2020). *Formuvannia doslidnytskoi kompetentnosti maibutnykh uchyteliv matematyky v protsesi profesiinoi pidhotovky* [Formation of research competence of future mathematics teachers in the process of professional training] (PhD Thesis). Kyiv [in Ukrainian].
14. Markova, S.V. (2019). Proektna diialnist yak zasib formuvannia profesiinoi hotovnosti maibutnykh uchyteliv do innovatsiinoi diialnosti [Project activity as a means of forming the professional readiness of future teachers for innovative activity]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia: Pedahohika – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Pedagogy*, 1(44), 124–128 [in Ukrainian].
15. Morze, N.V., & Hladun, M.A. (2019). Tsyfrova kompetentnist pedahoha: teoriia, model, praktyka [Digital competence of a teacher: theory, model, practice]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 72(4), 1–18 [in Ukrainian].
16. Khoruzha, L., Proshkin, V., & Hlushak, O. (2020). Rozvytok kompetentnosti vchyteliv serednoi shkoly zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [Development of secondary school teachers' competence by means of digital technologies]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools* [in Ukrainian].
17. Stoika, M., & Petechuk, Yu. (2025). Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti zdobuvachiv osvity pry vykladanni matematyky [Formation of information-digital competence of education seekers in teaching mathematics]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia: Pedahohika. Sotsialna robota – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Pedagogy. Social work* [in Ukrainian].



18. Tkachov, S., Tkachova, N., & Shcheblykina, T. (2023). Developing Digital Competence of Future Teachers in the Modern Digital Learning Space. *Educational Challenges* [in English].
19. Schoenfeld, A.H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1–38 [in English].
20. Lehenkyi, V.H., & Boichuk, Yu.D. (2021). Agile-pidkhody v upravlinni osvitimy proektamy: mozhyvosti dlia zakladiv vyshchoi osvity [Agile approaches in the management of educational projects: opportunities for higher education institutions]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii: Pedahohichni nauky – Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, (171), 51–57 [in Ukrainian].