

СЕРЕДНЯ ОСВІТА
(за предметними спеціальностями)



 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2025-4-183-191>

 <https://orcid.org/0000-0002-6418-6380>

ТАРАСЕНКОВА Ніна

докторка педагогічних наук, професорка,
професорка кафедри математики і методики навчання математики,
Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького
e-mail: ntaras7@ukr.net

 <https://orcid.org/0000-0003-4603-409X>

АКУЛЕНКО Ірина

докторка педагогічних наук, професорка,
професорка кафедри математики і методики навчання математики,
Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького
e-mail: akulenkoira@ukr.net

 <https://orcid.org/0000-0002-9376-4346>

СЕРДЮК Зоя

кандидатка педагогічних наук, доцентка,
завідувачка кафедри математики і методики навчання математики,
Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького
e-mail: serdyuk_z@ukr.net

УДК 373.5.091.313:51(045)

**НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В БАЗОВІЙ ШКОЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОЄКТІВ:
ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ**

Статтю присвячено актуальній проблемі впровадження проектно орієнтованого навчання (Project-Based Learning, PBL) в освітній процес з математики в базовій школі України. Метод проектів, після тривалого періоду незатребуваності у вітчизняному освітньому просторі, знову постає у фокусі уваги педагогів завдяки своєму потужному потенціалу. Навчання із застосуванням проектів успішно застосовується в онлайн та змішаному навчанні, що є критично важливим для освітнього процесу в Україні в умовах воєнного стану.

Розглянуто теоретичні основи, дидактичні вимоги та окремі складники методичного забезпечення впровадження проектно орієнтованого навчання в освітній процес з математики в базовій школі.

Здійснено аналіз зарубіжних і вітчизняних наукових розвідок щодо ефективності проектно орієнтованого навчання, систематизацію дидактичних вимог до організації навчання на основі проектів, узагальнення методичних підходів до впровадження PBL у практику навчання математики.

Виокремлено чотири основні цільові домінанти такого навчання: показ практичного застосування математики, підвищення мотивації через дослідницьку діяльність, розвиток критичного мислення і навичок XXI століття, підготовка до викликів дорослого життя. Систематизовано загальні дидактичні вимоги до навчання на основі проектів за такими компонентами: цілі (особистісні та суспільно-значущі), зміст (відповідність навчальній програмі, актуальність, міжпредметна інтеграція),

процес організації (реалізація принципу п'яти «П») та результати навчання.

Обґрунтовано важливість урахування вікових особливостей учнів початкової школи, 5–6 класів та 7–9 класів в організації проектної діяльності. Запропоновано конкретний приклад математичного проекту «Прогресії довкола нас» для 9-го класу з детальним описом ситуацій, ролей, продуктів та етапів виконання. Розроблено систему оцінювання навчальних досягнень учнів за трьома групами результатів: дослідження ситуацій та створення математичних моделей, розв'язування математичних задач, інтерпретація та критичне оцінювання результатів.

Ключові слова: проектно орієнтоване навчання; навчання математики; базова школа; дидактичні вимоги; математичний проект; групи результатів навчання; вікові особливості учнів; методика навчання математики; оцінювання проектної діяльності.

Постановка проблеми. Метод проектів після багатьох років незатребуваності у вітчизняному освітньому просторі знову постає у фокусі уваги педагогів науковців і практиків завдяки своєму потужному потенціалу в контексті розвитку таких важливих рис особистості як самостійність, критичність, вміння працювати в команді, визначати цілі діяльності та шляхи для їхнього досягнення. Практика показує (Mota et al., 2025; Cocco, 2006; Kokotsaki, Menzies, Wiggins, 2016; Rodriguez-Sanchez et

all., 2024), що навчання із застосуванням проєктів є більш захоплюючим для учнів, сприяє більш стійкому засвоєнню змісту, завдяки більш глибокій залученості учнівства до різних видів навчальної діяльності й міжособистісної взаємодії під час виконання проєкту, а також релевантності й особистісній значущості продукту цієї діяльності. Крім того, проєктно орієнтоване навчання успішно застосовується в онлайн та в змішаному навчанні, що є критично важливим для освітнього процесу в Україні в умовах воєнного стану.

Як показує аналіз зарубіжних і вітчизняних наукових розвідок, навчання на основі проєктів широко використовується в багатьох країнах і нині переживає стрімке зростання. Кількісний аналіз, зроблений III (<https://claude.ai/>) показав, що за кількістю публікацій про навчання на основі проєктів (PBL) лідирують Сполучені Штати (на них припадає 22,48% усіх робіт), за ними йдуть Іспанія (16,94%) та Китай (7,87%) відповідно.

Теоретичні зарубіжні студії з проблематики PBL акцентують увагу на таких його аспектах: визначення характеристичних властивостей проєктного навчання, його теоретичних основ, аналіз освітньої практики із запровадження, роль особистісних характеристик учнів у проєктному навчанні, дослідження ефективності в освітньому процесі (Thomas, 2000); узгодження з конструктивістськими принципами, активність, контекстність, зв'язок із реальними життєвими проблемами (Cocco, 2006; Kokotsaki, Menzies, Wiggins, 2016; Rodriguez-Sanchez et al., 2024; Zhang, Ma, 2023); мотивація учнів до конструювання знань через дослідження, співпрацю та створення відчутних результатів проєктів (Blumenfeld et al., 1991; Miller, Severance, Krajcik, 2021; Thomas, 2000); ефективність залучення учнівства до дослідження проблемних ситуацій, самостійність учнівства у формулюванні проблемних запитань та проведенні досліджень у проєктній діяльності (Chen, Yang, 2019).

У наукових розвідках (Bell, 2010; Chu et al., 2017; Maros et al., 2023) аргументовано позицію, що навчання на основі проєктів є більш ефективним за традиційні методи в контексті розвитку критично важливих навичок 21-го століття, включаючи критичне мислення, комунікацію, співпрацю та саморегульоване навчання. Наукові розвідки показали, що PBL покращує мотивацію (Wijnia et al., 2024), пізнавальні інтереси, академічні досягнення учнів (Chen, Yang, 2019), сприяє залученню та підтримує глибше розуміння та запам'ятовування знань порівняно з більш

традиційними методами навчання (Zhang, Ma, 2023). Вивчаючи різні кейси проєктного навчання у США, науковці (Purik Dean et al., 2023) характеризують його як стратегію багаторівневого (Ricaurte, Vilorio, 2020) опанування змісту різних навчальних дисциплін. Науковці підкреслюють, що автентичність проєктів забезпечено шляхом залучення реальних, змістовних проблем, що пропонуються учнівству до розгляду й дослідження, зворотний зв'язок реалізується через ітеративні системи рефлексії та повторення, свобода вибору прийнятих ролей і відповідних дій реалізується у спільній роботі учнів і вчителя. Дослідження онлайн-навчання на основі проєктів протягом 2013–2023 років (Mota et al., 2025) показує, що PBL, застосоване до онлайн-класів, було задовільним як для учнівства, так і для вчительства, і сприяло взаємодії між ними в освітньому процесі.

Водночас маємо констатувати наявність іншого погляду на навчання на основі проєктів, а саме, що таке навчання має нейтральний ефект або навіть деякі негативні наслідки порівняно з традиційним навчанням. Результати проєктних навчальних заходів ÇAKICI щодо успішності дітей п'ятого класу в науці показали, що хоча проєктні заняття значно покращили успішність дітей у науці, ставлення до науки не змінилося. I. Gratchev та D.S. Jeng досліджували, чи покращило поєднання традиційних методів навчання та проєктних навчальних заходів навчальний досвід учнів. Дані, зібрані протягом 3 років, показали, що досягнення експериментальних і контрольних груп були дуже схожими, а учні були менш мотивовані приймати нові методи навчання, такі як PBL (Gratchev, Jeng, 2018).

Дослідження науковців P. Parrado-Martínez та S. Sánchez-Andújar виявило, що впровадження проєктного навчання суттєво не змінило сприйняття учнями корисності командної роботи, комунікації та креативності (Parrado-Martínez, Sánchez-Andújar, 2020). Дослідники O. Kızkapan і O. Bektaş вивчали вплив проєктного навчання та традиційних методів навчання на академічну успішність семикласників, і результати не показали суттєвих відмінностей між експериментальною та контрольною групами за балами «тесту досягнень» після тестування (Kızkapan, Bektaş, 2017).

Результати наукових розвідок S. Karacalli і F. Kocu, які використовували квазіекспериментальний дизайн навчання експериментальної групи з використанням проєктів, не виявили статистично значущого впливу такого підходу на ставлення учнів

до навчання порівняно із контрольною групою (Karaçalli, Kogu, 2014).

Не зважаючи на такі застереження, беручи до уваги теоретично і практично верифіковану дидактичну цінність навчання із використанням проєктів, українська освітянська практика все більше звертається до його запровадження. Воно нині набуває суттєвого поширення в освітньому процесі базової школи загалом і з математики зокрема. Ця тенденція потребує глибокого осмислення й узагальнення з урахуванням вітчизняних контекстів і реалій.

Мета статті розглянути теоретичні основи, дидактичні вимоги та окремі складники методичного забезпечення впровадження проєктного навчання в освітній процес з математики в базовій школі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиваючи підходи І. Акуленко, О. Жидкова (Акуленко, Жидков, 2018), під навчанням математики із застосуванням проєктів розуміємо такий спосіб взаємодії його учасників, що полягає в умотивованому досягненні ними свідомо поставлених цілей зі створення реального продукту (інтелектуального або/та матеріального) в умовах спеціально організованої навчально-пізнавальної активної самостійної математичної діяльності учнів, в якій моделюється особистісний розвиток учнівства.

Цей вид навчання передбачає свідому постановку цілей діяльності учнями, що пов'язані як із власною навчальною пізнавальною активністю на множині математичних абстракцій, так і з реальними суспільними процесами, життєвими проблемними ситуаціями, які потребують аналізу, дослідження, розв'язання засобами математики. Мету спільної діяльності (особистісний розвиток учнів) декомпонуємо в низку цілей, серед яких однією з важливих є створення реального продукту. Цей продукт може бути представлений у матеріалізованому вигляді або у вигляді рекомендацій, обґрунтувань, дослідженої математичної моделі. У такому навчанні створено більш спонукальні передумови до прояву активності й самостійності його учасників, відтак зовнішня мотивація трансформується у внутрішню через поступове залучення нових смислів, ціннісних установок, нових видів навчально-пізнавальної, зокрема навчально-дослідницької діяльності школярів (Тарасенкова, Акуленко, 2024).

Навчання математики із застосуванням проєктів стає все більш актуальним з кількох причин, що відображають зміни в освітніх потребах та вимогах сучасного світу. Проєкти свідчать на користь того, що математичні моделі, розрахунки та поняття справді використовуються у повсяк-

денному житті, науці, інженерії та бізнесі. Це підвищує мотивацію учнівства до навчання та розуміння цінності математичних знань. Коли школярі працюють над цікавими для них проєктами, вони відчують більшу відповідальність за хід та результати процесу навчання. Можливість обрати або запропонувати свою тему проєкту, бачити конкретний результат своєї роботи та отримувати зворотний зв'язок робить навчання більш привабливим та ефективним. Такий вид навчання дозволяє враховувати індивідуальні особливості та інтереси учнів. Кожен може знайти собі місце в проєкті, виявити свої сильні сторони та розвинути ті навички, які йому потрібні. Вчителі можуть надавати диференційовану підтримку, орієнтуючись на потреби конкретних учнів. У ході виконання проєктів учням потрібно не просто застосовувати математичні знання, а й аналізувати та критично оцінювати інформацію, яку вони самостійно здобувають та опрацьовують, висувати гіпотези, підтверджувати або спростовувати їх, знаходити способи розв'язування проблем. Проєктна діяльність, як правило, передбачає роботу в команді. Це сприяє розвитку комунікативних навичок, вмінню домовлятися, розподіляти обов'язки та презентувати результати (навички XXI століття). Навчання із застосуванням проєктів розвиває самостійність, ініціативність та вміння вчитися протягом усього життя, що є ключовими для успішної кар'єри та особистісного зростання. У проєктній діяльності проявляється не лише обсяг знань, якими володіють учні, а й те, як вони вміють співпрацювати, комунікувати, виявляти свою цифрову грамотність і креативність, адаптуватися до нових викликів. Відтак, основними цільовими домінантами навчання математики учнів базової школи із застосуванням проєктів є: 1) показ практичного застосування математики для розв'язування проблемних життєвих ситуацій; 2) підвищення мотивації та зацікавленості учнів математикою через організацію дослідницької діяльності; 3) розвиток критичного мислення і формування навичок XXI століття; 4) підготовка учнівства до викликів у дорослому майбутньому житті.

Навчання математики із застосуванням проєктів має враховувати як загальні дидактичні вимоги, так і вікові особливості учнів. Учнівство НУШ бере участь у навчальних проєктах, починаючи з початкової школи, і продовжують удосконалювати цю діяльність, вивчаючи математику в 5–6 класах, а згодом у 7–9 класах. Вікові особливості учнів є ключовим фактором для організації проєктного навчання матема-

тики, оскільки вони визначають рівень когнітивного розвитку, соціальні потреби, мотивацію та здатність до самостійної роботи. В учнівства початкової школи переважає наочно-дієве і наочно-образне мислення, висока потреба в ігровій діяльності, потреба в чіткій інструкції та постійній підтримці дорослого, короткочасна концентрація уваги. Відповідно у початковій школі проекти характеризуються короткотривалістю, чіткою етапністю, значною допомогою вчителя, фокусом на ігровій діяльності та видимим, відчутним результатом, відповідним для цієї вікової категорії (малюнки, аплікації, прості моделі), високим рівнем міжпредметної інтеграції (математика пов'язана з природознавством, трудовим навчанням). Розвиток учнівства 5-6 класів (молодший підлітковий вік) характеризується початком переходу від наочно-дієвого і наочно-образного мислення до абстрактного. Діти цього віку ще часто спираються на конкретний досвід практичної дії і наочні образи, водночас у них активно розвивається здатність мислити абстрактними поняттями, спостерігається посилення пізнавальної активності, формуються життєві інтереси, активізується потреба у співпраці з однолітками, але ще значною є залежність від вчителя. Відтак, проекти можуть бути складнішими, тривалішими порівняно з тими, які були в початковій школі. Зростає роль групової роботи, співпраці, ініціативи. В учнівства 7-9 класів спостерігається активний розвиток абстрактного та логічного мислення (у першу чергу засобами математики), формуються прийоми критичного мислення, посилюється самостійність, інтерес до міжпредметних зв'язків, актуалізується потреба у самовизначенні, соціалізації. Цей вік характеризується пошуком власної ідентичності, бажанням показати себе і бути визнаним серед однолітків, що може як посилити, так і знизити мотивацію до навчання, зростає потреба в дослідницькій діяльності. Тому проблемні ситуації до проектів стають більш складними, але важливо зберігати їхню практичну спрямованість, а результат – практично значущим. Зростає роль міжпредметних проектів, які вимагають залучення знань з різних галузей (фізика, хімія, інформатика). Зростає й питома вага учнівської самостійності та ініціативи.

Загальні дидактичні вимоги до навчання на основі проектів можна структурувати за цілями, змістом, процесом, результатом, що пов'язані між собою циклічно. Цілі такого навчання визначатимемо в особистісному й суспільно-значущому аспектах. До першої групи відносимо розвиток кри-

тичного і креативного мислення, спроможності виявляти й розв'язувати проблеми, здатності як до міжособистісної продуктивної взаємодії, так і до автономної навчально-пізнавальної і навчально-дослідницької роботи, продукування ідей і спроможності їх представляти, захищати, відстоювати або відкидати (у разі помилок чи недостатньої дієвості), формування й розвиток пізнавального інтересу, пізнавальної активності, самостійності. Проект повинен мати як вагоме особистісне значення для суб'єктів навчання (бути суб'єктно значущим), так і бути суспільно важливим, пов'язаним із реальними суспільними процесами (можливо, ситуативними й важливими лише для певної спільноти – громади, школи, класу, окремої групи школярів), забезпечувати окремі аспекти соціалізації, розширювати та збагачувати як досвід математичної діяльності учнів, так і досвід їхньої життєдіяльності.

Зміст проекту має відповідати цілям, забезпечувати перехід у «зону найближчого розвитку» дитини, відповідати змісту навчальної дисципліни, реалізувати міжпредметні зв'язки, включати в себе навчальне дослідження. Має бути дотримана вимога актуальності та зв'язку з життям. Темі проектів мають бути цікавими для підлітків та пов'язаними з їхнім досвідом або проблемами, що їх оточують (наприклад, «Математика в спорті (в танцях, у моєму хобі)», «Бюджет моєї Мрії», «Мій оптимальний маршрут від дому до школи», «Математичні моделі в соціальних мережах», «Геометрія в архітектурі», «Гіпербола (парабола) в архітектурі»). Проекти мають органічно влітатися в навчальну програму з математики (наприклад, «Квадратні рівняння в реальному світі», «Використання функцій для опису явищ», «Площі та об'єми в будівництві»). Бажано надати учням можливість для певного вибору теми або дозволити їм пропонувати власні ідеї, можливо з подальшим коригуванням та адаптацією. Це підвищує мотивацію до виконання проектів. Для того, щоб реалізувати цілі навчання на основі проектів до змісту проектів доцільно включати такі компоненти: проблемна ситуація, ролі учасників, опис очікуваного продукту, хід виконання проекту (виокремлення кроків-етапів виконання проекту, завдань до кожного кроку).

Наприклад проект «Прогресії довкола нас» для 9-го класу (тема «Числові послідовності») містить такі компоненти.

Ситуація. Микола шукає сенс у вивченні теми «Числові послідовності». Він вважає, що числові послідовності – суто абстрактні поняття, їм немає місця у повсякденні.

Роль. Ви – друзі Миколи, котрі хочуть його переконати в тому, що числові послідовності (арифметична і геометрична прогресії) вирують довкола нас. З цією метою ви досліджуєте життєві ситуації, пов'язані з числовими послідовностями, розробляєте їх «математичний паспорт» (математична модель), обґрунтовуєте його.

Продукт: «математичний паспорт» життєвої ситуації, презентація або постер, або інфографіка, або коротке відео для Миколи.

Виконання проєкту

Крок 1. Об'єднайтеся в групи, оберіть одну з життєвих ситуацій для аналізу й моделювання.

Ситуація 1. (кейс «Боргова пастка»). Сергій – друг Миколи хоче купити нові навушники за 5000 грн. Він хоче запропонувати батькам звернутися за позикою в банк, який надає послугу «швидких грошей» під 2% за день. Сергій вважає, що батьки заборгують всього 100 грн за день, що борг буде зростати лінійно (як арифметична прогресія) і тоді загальна сума переплати складе 3000 грн.

Завдання: 1) поясніть, у чому помиляється Сергій; 2) обчисліть суму боргу через 30 днів; 3) підготуйте інфографіку, яка наочно покаже різницю між розрахунками Сергія (борг нараховується як арифметична прогресія) і реальною сумою боргу через 30 днів (борг нараховується як геометрична прогресія).

Ситуація 2. (кейс «Вірусний ефект»). Група учнів зняла для шкільного проєкту відео-ролик. Вони опублікували його і першого дня ним поділилися 10 людей. Учні припускають, що кожна наступна «хвиля» репостів у 1,5 рази більша за попередню (тобто відео має *віральний коефіцієнт* $q=1,5$).

Завдання: 1) опишіть за допомогою прогресії закономірність поширення відео-ролика; 2) знайдіть, скільки людей (приблизно) поділяться ним на 5-й та на 10-й «хвилі» репостів; 3) знайдіть загальну кількість людей, які побачать відео за ці 10 «хвиль».

Ситуація 3 (кейс «Фрактали»). Команда цифрових художників створює логотип на основі фракталу «Килим Серпінського». Вони почали з суцільного чорного квадрата площею 1 м^2 . На першому кроці (ітерації) квадрат поділили на 9 менших рівних квадратів і видалили центральний. На кожному наступному кроці ця дія повторюється з усіма чорними квадратами, що залишилися. Для створення логотипу було здійснено 5 ітерацій.

Завдання: 1) визначте площу фігури, що залишається після кожної ітерації; 2) обчисліть, площу фігури, що залишиться після 5 ітерацій; 3) створіть візуальну модель (у

GeoGebra, Desmos або просто намалуйте на постері), яка ілюструє ці 5 ітерацій.

Ситуація 4 (кейс «Біологічний експеримент»). На уроці біології учні досліджують придатність харчових продуктів. Вчитель пояснив, що одна бактерія в сприятливих умовах (наприклад, у залишеному на столі бутерброді) ділиться навпіл кожні 20 хв. Учні починають свій експеримент о 12:00, і на зразку в цей момент вони, дивлячись у мікроскоп, нарахували 50 бактерій.

Завдання: 1) опишіть, за яким законом відбувається зростання кількості бактерій; 2) обчисліть, скільки бактерій буде на бутерброді о 15:00; 3) створіть графік або шкалу часу, яка покаже «вибухове» зростання кількості бактерій щогодини.

Крок 2. Проведіть додаткове дослідження.

Група 1. Змоделуйте ситуацію, коли батьки Сергія щоп'ятниці вносять у банк фіксований щотижневий платіж у розмірі 1 000 грн для погашення боргу. Скільки тижнів знадобиться, щоб повністю погасити борг, і скільки грошей вони загалом переплатять банку порівняно з початковими 5 000 грн позики.

Група 2. Поміркуйте, чому для стрімкого поширення відео-ролика важливим є значення коефіцієнта q , як зміниться процес поширення відео-ролика, якщо $q < 1$. Проілюструйте свої міркування за допомогою інфографіки.

Група 3. Поміркуйте, до якого числа прямує значення площі цього фракталу, якщо вирізання продовжувати нескінченно, проілюструйте свої міркування за допомогою графіка.

Група 4. Дослідіть поняття обмежуючого фактора (наприклад, брак місця, їжі або накопичення відходів) у біології. Припустіть, що бутерброд є сприятливим середовищем для розмноження бактерій доки чисельність колонії не перевищує 150 000 бактерій. Через скільки годин і хвилин зростання колонії досягне цього показника. Створіть графік, який покаже, як виглядає крива зростання колонії.

Крок 3. Запропонуйте деякі загальні рекомендації життєвого характеру за результатами розгляду вашої ситуації.

Крок 4. Оформіть «математичний паспорт» вашої ситуації у вигляді презентації або відео. Презентуйте свій продукт.

Залежно від потреб і пізнавальних інтересів учнівства зміст проєктів можна доповнювати історичними відомостями (наприклад, проєкт «Суп у банці» для 7-го класу, тема «Одночлени. Многочлени» (Тарасенкова та ін., 2024), або відомостями про суспільно-відповідальний бізнес (проєкт «Ваш логотип» для 7-го класу, тема «Графік

лінійного рівняння з двома змінними»), або про суспільне життя громади (проект «Футболки для спортсменів» для 7-го класу, тема «Стохастика» (Тарасенкова та ін., 2024) тощо.

Дидактичні вимоги до *процесу організації* навчання з використанням проєктів. Вважаємо за доцільне наголосити, що в процесі організації навчання з використанням проєктів доцільно реалізувати принцип п'яти «П»: Проблема – Планування – Пошук – Продукт – Презентація. Ідентифікацію проблеми (проблемної ситуації) важливо здійснити разом із учнями, щоб забезпечити її прийняття учнівством. Можна запропонувати список можливих тем або спонукати школярів до формулювання власних. Важливо, щоб проблема була цікавою та потребувала математичного апарату. На етапі планування варто допомогти учням об'єднатися в групи, враховуючи їхні інтереси та здібності, чітко визначити, що саме має бути кінцевим продуктом (презентація, макет, математичні розрахунки, комп'ютерна модель, гра тощо), оформити чіткий план виконання проєкту. На цьому етапі важливо допомогти учнівству розбити велике завдання на менші кроки, розподілити ролі та обов'язки в групі, визначити терміни виконання завдань, спланувати час на виконання окремих завдань. На етапі «Пошук» важливо навчити учнів, де і як шукати достовірну інформацію (підручники, довідники, науково-популярні джерела, інтернет-ресурси, ШІ), як верифікувати отриману інформацію. На цьому етапі важливо моніторити виконання учнями завдань, регулярно проводити консультації з групами, коригувати способи дослідницької і математичної діяльності учнів, виправляти їхні помилки, відповідати на запитання, спрямовувати учнівські дії, водночас уникати надання готових розв'язків. На етапі «Продукт» відбувається створення й остаточне оформлення учнівством очікуваного продукту. На цьому етапі важливо навчити учнівство логічно впорядковувати зібрану інформацію та отримані результати, допомогти їм підготувати стислу та зрозумілу промову для захисту проєкту. Оформлення (PowerPoint, Google Slides, Canva тощо) може бути у вигляді постеру, відео, демонстрації моделі, звіту тощо. Важливо, щоб форма відповідала змісту та була цікавою. На етапі «Презентація» відбувається публічна презентація учнівського продукту. Учні презентують свої проєкти перед класом або іншою аудиторією. Це розвиває ораторські здібності та впевненість. Учні відповідають на запитання однокласників та вчителя. Затим важливо заохочувати учнів до аналізу своєї роботи та

роботи інших груп. На цьому етапі доцільно виокремити час і для окреслення можливих нових проблем чи ситуацій, які можна дослідити в наступних проєктах.

Для оцінювання навчальних досягнень учнів у виконанні математичних проєктів за групами результатів (ГР) пропонуємо такий шаблон.

Група результатів 1 (ГР 1): досліджує ситуації та створює математичні моделі. Оцінюється здатність: досліджувати ситуацію, запропоновану в проєкті; виявляти обмеження з умови ситуації; вводити змінні для позначення невідомих величин; створювати математичні моделі.

Критерії для оцінювання за ГР 1: 1) розуміння умови ситуації; 2) адекватність і правильність використання математичних понять і фактів для її моделювання; 3) різноманітність стратегій для моделювання ситуації; 4) правильність укладених математичних моделей (виразів, рівнянь, нерівностей, систем тощо).

Група результатів 2 (ГР 2): розв'язує математичні задачі. Оцінюється здатність виконувати способи математичної діяльності, які передбачено проєктом.

Критерії для оцінювання за ГР 2: 1) правильність виконання математичних способів діяльності; 2) правильність використання допоміжних засобів, як от графічних калькуляторів, електронних таблиць тощо; 3) ясність та логічність пояснень і обґрунтувань; 4) використання математичної термінології; 5) структурованість і обґрунтованість розв'язання.

Група результатів 3 (ГР 3): інтерпретує та критично оцінює результати. Оцінюється здатність: інтерпретувати різними способами (графічно, таблично, описово) результати пошуку, критично оцінювати отримані результати та адаптовувати їх до умов вхідної ситуації; презентувати результати роботи.

Критерії оцінювання за ГР 3: 1) правильність інтерпретації проміжних результатів роботи; 2) правильність інтерпретації кінцевих результатів роботи; 3) відповідність отриманих кінцевих результатів і умов початкової вхідної ситуації; 4) відповідність результатам роботи створених і презентованих рекомендацій; 5) оформлення та структурування результатів роботи; 6) використання наочних засобів (графіків, діаграм); 7) читабельність та зрозумілість наданих рекомендацій.

Додаткові показники. Оцінюється здатність: мислити креативно, знаходити нестандартні розв'язання складних задач; працювати в межах відведеного часу та здатність завершити проєкт у визначений термін.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз свідчить про те, що навчання математики з використанням проєктів є потужним інструментом трансформації освітнього процесу в базовій школі. Навчання математики із застосуванням проєктів є не просто методичною інновацією, а присутнім складником освітнього процесу з математики в базовій школі, що відповідає викликам сьогодення. Реалізація навчання із застосуванням проєктів передбачає дотримання комплексу дидактичних вимог, які охоплюють цілі, зміст, процес організації та результати навчання. Вікові особливості учнів є ключовим фактором під час організації проєктної діяльності. Систематизація дидактичних основ навчання із застосуванням проєктів, розроблення чіткої методики організації та оцінювання проєктної діяльності учнівства створюють передумови для ефективного впровадження цього підходу в українську освіту. Перспективи подальших досліджень мають бути спрямовані на: 1) дослідження психолого-педагогічних умов, що забезпечують стійку мотивацію учнів до проєктної діяльності з математики; 2) визначення оптимального обсягу проєктної діяльності учнівства в межах навчальної програми (співвідношення проєктної та традиційної діяльності); 3) вивчення впливу навчання математики з використанням проєктів на формування критичного та творчого мислення учнів; 4) розроблення та апробацію онлайн та змішаних форм організації математичних проєктів; 5) дослідження ролі цифрових технологій та штучного інтелекту в організації проєктної діяльності учнівства.

Список бібліографічних посилань

- Акуленко, Жидков, 2018 – Акуленко, І.А., Жидков, О.Е. (2018). Теоретичні основи підготовки майбутнього вчителя математики до організації проєктної діяльності школярів *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 168: 9–13. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/nauk_zapiski/pedagogy/168.pdf.
- Тарасенкова, Акуленко, 2024 – Тарасенкова, Н.А., Акуленко, І.А. (2024). Організація навчальних досліджень у навчанні алгебри в 7 класі НУШ. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: зб. наук. праць*, 1(23): 96–104. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12191181>.
- Тарасенкова та ін., 2024 – Тарасенкова, Н.А., Акуленко, І.А., Данько, О.А., Коломієць, О.М., Богатирьова, І.М., Сердюк, З.О. (2024). Алгебра: підручник для 7 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: Оріон. 336 с.
- Bell, 2010 – Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: skills for the future. *Clearing House*, 83: 39–43. Doi: <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>.
- Blumenfeld et al., 1991 – Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4): 369–398. Doi: <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
- Chen, Yang, 2019 – Chen, C.H., Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: a meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26: 71–81. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>.
- Chu et al., 2017 – Chu, S.K.W., Zhang, Y., Chen, K., Chan, C.K., Lee, C.W.Y., Zou, E., et al. (2017b). The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. *The Internet and Higher Education*, 33: 49–60. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.005>.
- Cocco, 2006 – Cocco, S. (2006). Student Leadership Development: The Contribution of Project-based Learning [Master of Arts]. Ottawa, ON: Royal Roads University.
- Gratchev, Jeng, 2018 – Gratchev, I., Jeng, D.S. (2018). Introducing a project-based assignment in a traditionally taught engineering course. *European Journal of Engineering Education*, 43: 788–799. Doi: <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1441264>.
- Handrianto, Rahman, 2018 – Handrianto, C., Rahman, M.A. (2018). Project based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Linguistics, Literature and English Teaching Journal*, 8: 110–129. Doi: <https://doi.org/10.18592/let.v8i2.2394>.
- Karaçalli, Koru, 2014 – Karaçalli, S., Koru, F. (2014). The effects of project-based learning on Students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of “Electricity in our Lives”. *School Science and Mathematics*, 114(5): 224–235. Doi: <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>.
- Kızıkan, Bektaş, 2017 – Kızıkan, O., Bektaş, O. (2017). The effect of project based learning on seventh grade students' academic achievement. *International Journal of Instruction*, 10(1): 37–54. URL: doi: <https://doi.org/10.12973/iji.2017.1013a>.
- Kokotsaki, Menzies, Wiggins, 2016 – Kokotsaki, D., Menzies, V., Wiggins, A. (2016). Project-based learning: a review of the literature. *Improving Schools*, 19(3): 267–277. Doi: <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>.
- Maros et al., 2023 – Maros, M., Korenkova, M., Fila, M., Levicky, M., and Schoberova, M. (2023). Project-based learning and its effectiveness: evidence from Slovakia. *Interactive Learning Environments*, 31: 4147–4155. Doi: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1954036>.
- Miller, Severance, Krajcik, 2021 – Miller, E.C., Severance, S., Krajcik, J. (2021). Motivating teaching, sustaining change in practice: design principles for teacher learning in project-based learning contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32: 757–779. Doi: <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1864099>.
- Mota et al., 2025 – Mota, F.B., Cabral, B.P., Braga, L.A., & Lopes, R.M. (2025). Mapping the global research on project-based learning: A bibliometric and network analysis (2014–2024). *Frontiers in Education*, 10: 1522694. Doi: <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522694>.
- Parrado-Martínez, Sánchez-Andújar, 2020 – Parrado-Martínez, P., Sánchez-Andújar, S. (2020). Development of competences in postgraduate studies of finance: A project-based learning (PBL) case study. *International Review of Economics Education*, 35: 100192. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2020.100192>.
- Pupik Dean et al., 2023 – Pupik Dean, Ch.G., Grossman, P., Enumah, L., Herrmann, Z., Kavanagh, S.S. (2023). Core practices for project-based learning: Learning from experienced practitioners in the United States. *Teaching and Teacher Education*, 133: 10427. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104275>.

- Ricaurte, Vitoria, 2020 – Ricaurte, M., Vitoria, A. (2020). Project-based learning as a strategy for multi-level training applied to undergraduate engineering students, *Education for Chemical Engineers*, 33: 102-111, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.09.001>.
- Rodriguez-Sanchez et al., 2024 – Rodriguez-Sanchez, C., Orellana, R., Fernandez Barbosa, P.R., Borromeo, S., and Vaquero, J. (2024). Insights 4.0: transformative learning in industrial engineering through problem-based learning and project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4): e22736. Doi: <https://doi.org/10.1002/cae.22736>.
- Thomas, 2000 – Thomas, J.W. (2000). A Review of Research on Project-based Learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation. 45 p.
- Wijnia et al., 2024 – Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L.R., Rikers, R.M.J.P., and Loyens, S M.M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36: 29. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-024-09864-3#citeas>
- Zhang, Ma, 2023 – Zhang, L., Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14: 1202728. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>.
- References**
- Akulenko, I.A., Zhidkov, O.E. (2018). Theoretical foundations of training a future mathematics teacher to organize project activities of schoolchildren *Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*, 168: 9-13. URL: https://www.cuspu.edu.ua/images/nauk_zapiski/pedagogy/168.pdf. [in Ukr.].
- Taraskenkova, N.A., Akulenko, I.A. (2024). Organization of educational research in teaching algebra in the 7th grade of the National Secondary School. *Current issues of natural science and mathematics education: collection of scientific works*, 1(23): 96-104. Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12191181> [in Ukr.].
- Taraskenkova, N.A., Akulenko, I.A., Danko, O.A., Kolomiychuk, O.M., Bogatyreva, I.M., Serdyuk, Z.O. (2024). Algebra: a textbook for 7th grade general secondary education institutions. Kyiv: Orion. 336 p. [in Ukr.].
- Bell, 2010 – Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: skills for the future. *Clearing House*, 83: 39-43. Doi: <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>.
- Blumenfeld et al., 1991 – Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4): 369-398. Doi: <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
- Chen, Yang, 2019 – Chen, C.H., Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: a meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26: 71-81. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>.
- Chu et al., 2017 – Chu, S.K.W., Zhang, Y., Chen, K., Chan, C.K., Lee, C.W.Y., Zou, E., et al. (2017b). The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. *The Internet and Higher Education*, 33: 49-60. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.005>.
- Cocco, 2006 – Cocco, S. (2006). Student Leadership Development: The Contribution of Project-based Learning [Master of Arts]. Ottawa, ON: Royal Roads University.
- Gratchev, Jeng, 2018 – Gratchev, I., Jeng, D.S. (2018). Introducing a project-based assignment in a traditionally taught engineering course. *European Journal of Engineering Education*, 43: 788-799. Doi: <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1441264>.
- Handrianto, Rahman, 2018 – Handrianto, C., Rahman, M.A. (2018). Project based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Linguistics, Literature and English Teaching Journal*, 8: 110-129. Doi: <https://doi.org/10.18592/let.v8i2.2394>.
- Karaçalli, Koru, 2014 – Karaçalli, S., Koru, F. (2014). The effects of project-based learning on Students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of "Electricity in our Lives". *School Science and Mathematics*, 114(5): 224-235. Doi: <https://doi.org/10.1111/ssm.12071>.
- Kızıkan, Bektaş, 2017 – Kızıkan, O., Bektaş, O. (2017). The effect of project based learning on seventh grade students' academic achievement. *International Journal of Instruction*, 10(1): 37-54. URL: <https://doi.org/10.12973/iji.2017.1013a>.
- Kokotsaki, Menzies, Wiggins, 2016 – Kokotsaki, D., Menzies, V., Wiggins, A. (2016). Project-based learning: a review of the literature. *Improving Schools*, 19(3): 267-277. Doi: <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>.
- Maros et al., 2023 – Maros, M., Korenkova, M., Fila, M., Levicky, M., and Schoberova, M. (2023). Project-based learning and its effectiveness: evidence from Slovakia. *Interactive Learning Environments*, 31: 4147-4155. Doi: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1954036>.
- Miller, Severance, Krajcik, 2021 – Miller, E.C., Severance, S., Krajcik, J. (2021). Motivating teaching, sustaining change in practice: design principles for teacher learning in project-based learning contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32: 757-779. Doi: <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1864099>.
- Mota et al., 2025 – Mota, F.B., Cabral, B.P., Braga, L.A., & Lopes, R.M. (2025). Mapping the global research on project-based learning: A bibliometric and network analysis (2014-2024). *Frontiers in Education*, 10: 1522694. Doi: <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1522694>.
- Parrado-Martínez, Sánchez-Andújar, 2020 – Parrado-Martínez, P., Sánchez-Andújar, S. (2020). Development of competences in postgraduate studies of finance: A project-based learning (PBL) case study. *International Review of Economics Education*, 35: 100192. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2020.100192>.
- Pupik Dean et al., 2023 – Pupik Dean, Ch.G., Grossman, P., Enumah, L., Herrmann, Z., Kavanagh, S.S. (2023). Core practices for project-based learning: Learning from experienced practitioners in the United States. *Teaching and Teacher Education*, 133: 10427. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104275>.
- Ricaurte, Vitoria, 2020 – Ricaurte, M., Vitoria, A. (2020). Project-based learning as a strategy for multi-level training applied to undergraduate engineering students, *Education for Chemical Engineers*, 33: 102-111, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.09.001>.
- Rodriguez-Sanchez et al., 2024 – Rodriguez-Sanchez, C., Orellana, R., Fernandez Barbosa, P.R., Borromeo, S., and Vaquero, J. (2024). Insights 4.0: transformative learning in industrial engineering through problem-based learning and project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4): e22736. Doi: <https://doi.org/10.1002/cae.22736>.
- Thomas, 2000 – Thomas, J.W. (2000). A Review of Research on Project-based Learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation. 45 p.
- Wijnia et al., 2024 – Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L.R., Rikers, R.M.J.P., and Loyens, S M.M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36: 29. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-024-09864-3#citeas>
- Zhang, Ma, 2023 – Zhang, L., Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14: 1202728. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>.

TARASENKOVA Nina

Doctor Science of Pedagogy, Professor,
Professor at the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics,
Bohdan Khmelnytsky National University at Cherkasy

AKULENKO Iryna

Doctor Science of Pedagogy, Professor,
Professor at the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics,
Bohdan Khmelnytsky National University at Cherkasy

SERDIUK Zoya

Ph.D in Pedagogy, Associate Professor, Head at the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics,
Bohdan Khmelnytsky National University at Cherkasy

**TEACHING MATHEMATICS IN BASIC SCHOOL USING PROJECTS:
DIDACTIC FOUNDATIONS OF ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION**

Summary. Introduction. The article examines the topical problem of implementing project-based learning (PBL) in the mathematics educational process in Ukrainian basic schools. The project method, after a long period of underutilization in the domestic educational space, is once again in the focus of educators' attention due to its powerful potential for developing essential competencies such as independence, critical thinking, teamwork skills, and goal-setting abilities.

Purpose. The article aims to examine the theoretical foundations, didactic requirements, and specific components of methodological support for implementing project-based learning in the mathematics educational process in basic schools.

Methods. To achieve the objective of the article, methods of comparison, analysis, synthesis, generalization, and concretization were applied.

Results. The authors develop approaches to understanding mathematics teaching using projects as a method of participants' interaction aimed at motivated achievement of consciously set goals. Four main target dominants of such learning are identified: demonstrating practical application of mathematics, increasing motivation through research activities, developing critical thinking and 21st-century skills, and preparing students for adult life challenges. The article systematizes general

didactic requirements for project-based learning across components: goals, content, organizational process, and learning outcomes. The necessity of considering age-specific characteristics of students in primary school, grades 5-6, and grades 7-9 when organizing project activities is substantiated. A specific example of the mathematical project "Progressions Around Us" for grade 9 is developed with detailed descriptions of situations, roles, products, and implementation stages. A system for assessing student achievements across three result groups is proposed.

Conclusions. Teaching mathematics using projects is a powerful tool for transforming the educational process in basic schools, responding to contemporary challenges. Implementation requires adherence to a complex of didactic requirements and consideration of students' age-specific characteristics.

Keywords: project-based learning; mathematics teaching; basic school; didactic requirements; mathematical project; learning outcome groups; age-specific characteristics of students; mathematics teaching methodology; project activity assessment.

Одержано редакцією 27.11.2025
Прийнято до публікації 09.12.2025

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2025-4-191-197>

 <https://orcid.org/0009-0009-6538-5363>

МИЦІК Марія

аспірантка катедри методики навчання математики,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
e-mail: heme.meri@gmail.com

УДК 373.5.016:5:[004:005.336.2](045)

**ПРОБЛЕМА ФОРМУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ
В УЧНІВ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

У статті розглядається одна з актуальних проблем шкільної освіти – формування обчислювальної компетентності учнів базової середньої школи в умовах інтеграції традиційних освітніх методик та цифрових технологій. Обчислювальна компетентність трактується як здатність учнів застосовувати математичні методи, алгоритмічне мислення та цифрові інструменти для розв'язування навчальних і життєвих завдань, що набуває особливої значущості у контексті реформування Нової української школи та реалізації компетентнісного підходу.

Актуальність теми зумовлена швидкими темпами розвитку інформаційного суспільства, необхідністю підготовки молодого покоління

до життя й діяльності у світі цифрових технологій, а також потребою підвищення якості природничо-математичної освіти. Особлива увага приділяється тому, що недостатній рівень сформованості обчислювальної компетентності призводить до труднощів у подальшому навчанні, обмежує можливості учнів у виборі майбутньої професії та знижує загальний рівень STEM-освіти.

Здійснено огляд наукових підходів до проблеми формування обчислювальної компетентності. Узагальнено результати досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців, які акцентують увагу на ролі інтеграції математики, інформатики та природничих дисциплін у процесі розвитку в учнів здатності застосовувати