https://doi.org/10.51707/2618-0529-2026-36-10
УДК 37.01

К. В. Терлецька,
С. О. Довгий

МАТЕМАТИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ: ДОСВІД МУЗЕЙНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація. *У статті розглянуто методику математичного експерименту як інструмент сучасної трансформації математичної освіти. Актуальність роботи зумовлена потребою подолати розрив між формальним засвоєнням знань і здатністю учнів застосовувати математику в життєвому, природничому, технологічному та соціокультурному контекстах. Математичний експеримент розглянуто як форму навчальної діяльності, що поєднує спостереження, практичні дії, моделювання, висування гіпотез, перевірку закономірностей, аргументацію й інтерпретацію результатів. Доведено, що такий підхід сприяє розвитку просторової уяви, математичної інтуїції, критичного мислення, дослідницької культури та здатності учнів самостійно відкривати й осмислювати математичні ідеї на основі власного досвіду. У статті розкрито зв'язок математичного експерименту з ідеями діяльнісного, дослідницького, проблемного навчання. Підкреслено, що експериментальна взаємодія з математичними об'єктами створює умови для переходу від репродуктивного виконання вправ до осмисленого дослідження, під час якого учень бере участь у відкритті, перевірці й застосуванні здобутих знань. На прикладі освітнього простору музею математики «Кубоїд» Національного центру «Мала академія наук України» представлено можливості реалізації математичного експерименту в музейному середовищі. Продемонстровано, що інтерактивні експонати, практичні завдання та дослідницькі сценарії є ефективними засобами формування математичної грамотності, підтримки міжпредметних зв'язків і реалізації концепції Міністерства освіти і науки України «Освіта для життя».*

Ключові слова: *математичний експеримент, математична освіта, компетентнісне навчання, дослідницьке навчання, математична грамотність.*

Постановка проблеми. Сучасні трансформації математичної освіти в Україні відбуваються в умовах глибоких соціальних, технологічних і освітніх змін, що визначають необхідність переосмислення змісту навчання математики, його методологічних засад і практичної спрямованості. Як на національному, так і на міжнародному рівнях дедалі чіткіше усвідомлюється потреба переходу від моделі репродуктивного засвоєння математичних знань до формування здатності учнів використовувати математику як інструмент аналізу реальних ситуацій, пояснення явищ навколишнього світу та прийняття обґрунтованих рішень у повсякденному житті.

Починаючи з другої половини XX ст. у світовій освітній політиці відбувається поступовий перехід від концепції «математика для небагатьох» до концепції «математика для всіх», що ґрунтується на розумінні математики як людської діяльності та універсального інструменту пізнання реальності. Важливим етапом у цьому процесі стало визначення розв'язування

© Терлецька К. В., Довгий С. О.

 ISSN 2786-4510 (Online)

задач центральним елементом математичної освіти у програмному документі *Agenda for Action* Національної ради викладачів математики США [1], що сприяло поширенню контекстно орієнтованого навчання математики. Подальший розвиток цих ідей пов'язаний із реалістичною математичною освітою (RME), яка означає навчання через досвід учнів, моделювання реальних ситуацій і дослідницьку взаємодію з математичними об'єктами [2; 3]. Значущою складовою сучасної реформи математичної освіти є впровадження математичного моделювання як засобу формування математичної грамотності, критичного мислення та міждисциплінарної інтеграції знань [4; 5]. Подібні підходи характерні й для природничої освіти, де дослідницьке навчання передбачає формулювання запитань, висування гіпотез, проведення експериментів та аналіз результатів [6]. У цьому контексті особливого значення набувають освітні середовища, що забезпечують навчання через діяльність, експеримент і взаємодію з моделями, зокрема наукові центри та музеї науки й математики.

Водночас реалізація завдань математичної освіти в Україні відбувається в умовах значних викликів, спричинених як глобальними трансформаціями освітнього середовища, так і специфічними обставинами всередині країни. Суттєвий вплив на якість математичної підготовки учнів мають освітні втрати, спричинені пандемією COVID-19 та воєнною агресією проти України. Наявність таких втрат підтверджується висновками міжнародного дослідження якості освіти PISA [7] та загальнодержавного моніторингу результатів навчання учнів 6 і 8 класів [8].

Окремою проблемою залишається нерівність доступу до якісної математичної освіти у великих містах і сільській місцевості. Згідно з результатами дослідження PISA-2022, різниця у рівнях математичної грамотності між учнями великих міст і сільських регіонів сягає близько 90 балів, що відповідає приблизно чотирьом з половиною рокам навчання. Така ситуація зумовлена нерівномірністю розвитку освітньої інфраструктури, а також різними можливостями щодо забезпечення закладів освіти ресурсами та кадровим потенціалом. Додатковим чинником, що спричинив збільшення освітніх розривів, став вимушений перехід на дистанційну форму навчання, внаслідок чого було виявлено суттєву нерівність у доступі учнів до освітніх ресурсів і навчальних можливостей. Обмежений доступ до якісного навчального середовища особливо негативно позначився на засвоєнні математичних знань, що може мати довготривалі наслідки для подальшої освітньої траєкторії учнів. Сучасним викликом для математичної освіти стає також стрімке поширення систем штучного інтелекту, які учні використовують для автоматичного розв'язування задач без достатнього розуміння математичного змісту. Це створює ризик зниження мотивації до самостійного мислення, формального ставлення до навчання та підміни пізнавальної діяльності технологічною автоматизацією. З огляду на викладене зрозумілою стає необхідність формування здатності до критичного використання інтелектуальних технологій як інструментів для підтримки навчання, а не їх заміщення. Системним недоліком є також дефіцит учителів математики, спричинений вимушеною міграцією педагогів унаслідок воєнних дій і невідповідністю соціально-економічних умов професійної діяльності рівню професійних вимог. Зменшення кількості молодих фахівців у системі освіти та зростання частки педагогів пенсійного віку ускладнюють упровадження сучасних підходів до навчання математики, особливо в регіонах із обмеженим кадровим ресурсом. Наявність неузгодженості змісту модельних навчальних програм математичної галузі та програм інших освітніх галузей створює труднощі для забезпечення міжпредметної інтеграції й наступності навчання. До цього додаються зростання внутрішньої міграції учнів і необхідність їх адаптації до нових освітніх програм.

Викликом залишається також недостатня мотивація здобувачів освіти до вивчення математики, що здебільшого пов'язано зі стійким суспільним уявленням про цей предмет як абстрактну дисципліну, відірвану від реального життя. Низький рівень читацької компетентності школярів перешкоджає формуванню математичної грамотності, оскільки їм буває складно зрозуміти умови задач, проаналізувати таблиці, графіки і схеми, що є необхідним етапом побудови математичних моделей реальних ситуацій.

З огляду на викладене особливої актуальності набуває пошук ефективних педагогічних підходів, здатних забезпечити формування математичної грамотності учнів через активну пізнавальну діяльність, дослідницьку взаємодію

з математичними об'єктами та інтеграцію математики в контекст реального досвіду. Одним із них є використання математичного експерименту як інструменту організації навчальної діяльності, що допомагає осмисленому засвоєнню математичних ідей та реалізації концептуальних засад математичної освітньої галузі [9].

Метою статті є теоретичне обґрунтування значення математичного експерименту як інструменту реалізації сучасних підходів до навчання математики в умовах трансформації математичної освіти та висвітлення можливостей його застосування в музейному освітньому середовищі як засобу формування математичної грамотності учнів. Статтю спрямовано, зокрема, на аналіз потенціалу математичного експерименту як форми організації діяльнісного та дослідницького навчання, розкриття його значення для розвитку просторової уяви, математичної інтуїції та здатності учнів застосовувати математичні знання в реальних життєвих ситуаціях, а також представлення досвіду реалізації відповідних підходів у освітньому просторі музею математики «Кубоїд» Національного центру «Мала академія наук України» у зв'язку із впровадженням концепції «Математика для життя».

Історичний розвиток ідеї математичного експерименту в сучасній математичній освіті

Думка про математичний експеримент як інструмент навчання формувалася поступово, в контексті загальних трансформацій математичної освіти у другій половині XX — на початку XXI ст., що були спричинені необхідністю подолання розриву між формальною математичною підготовкою учнів і здатністю застосовувати математичні знання в реальних життєвих ситуаціях. З метою подолання кризи, пов'язаної з надмірною теоретизацією змісту математичної освіти та її відривом від практики, Національна рада викладачів математики США у 1980 р. оприлюднила програмний документ *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980s*, у якому одним із ключових напрямів було визначено посилення ролі розв'язування задач у шкільній математиці [1]. Це стало важливим кроком у переході від традиційної моделі навчання до контекстно орієнтованої, спрямованої на формування здатності учнів використовувати математику для аналізу реальних ситуацій. Подібні ідеї також розвивалися в європейській педагогічній традиції. Значний вплив на становлення діяльнісного підходу до навчання математики справила концепція реалістичної математичної освіти, пов'язана з працями Г. Фройденталя. Відповідно до його теорії математика розглядається як людська діяльність, що формується через досвід учнів, моделювання реальних ситуацій і поступове відкриття математичних закономірностей [2; 3]. Така концепція передбачає активну участь учнів у процесі конструювання знань, що створює передумови для розвитку математичної грамотності як здатності використовувати математичні інструменти для пояснення явищ навколишнього світу та прийняття обґрунтованих рішень.

Важливе значення для закріплення прикладної спрямованості математичної освіти мають дослідження, присвячені математичному моделюванню як складнику навчального процесу. Зокрема, у працях Г. Поллака наголошено на необхідності навчати учнів застосовувати математичні знання в реальних ситуаціях, а не лише в умовах, формально визначених у задачах [4]. Подальші наукові розвідки засвідчили, що математичне моделювання стало одним із провідних напрямів реформ математичної освіти в багатьох країнах світу, оскільки сприяє інтеграції знань, розвитку критичного мислення та формуванню прикладних компетентностей [5].

Аналогічні процеси відбувалися й у природничій освіті. Важливим інструментом організації навчальної діяльності в процесі вивчення відповідних дисциплін став дослідницький підхід, що передбачає таку послідовність дій: постановку запитання, формулювання гіпотези, проведення експерименту та аналіз результатів. Окреслена логіка навчання ґрунтується на ідеях прагматичної педагогіки Дж. Дьюї, згідно з якими освіту варто здобувати, зважаючи на особистий досвід учнів, їхню активну діяльність та рефлексії результатів пізнання [10]. Реалізацію цих підходів у природничій освіті забезпечила міжнародна ініціатива *La main à la pâte*, запропонувавши модель навчання, за якої наукова діяльність здійснюється через експеримент і безпосередню взаємодію з досліджуваними явищами [6].

У математичній освіті аналогічні ідеї отримали розвиток у концепції математичного експерименту як способу дослідження математичних

 ISSN 2786-4510 (Online)

об'єктів через діяльність, маніпуляцію моделями та пошук закономірностей [11; 12]. Вагоме значення для популяризації цього підходу мають праці А. Бойтельшпахера, який обґрунтовував можливості навчання математики через експериментальну взаємодію з математичними структурами та створив інтерактивний математичний центр Mathematikum у Гіссені. Саме в цьому контексті сформувалася концепція *Mathematik zum Anfassen* — «Математика, яку можна відчути руками», що передбачає дослідження математичних закономірностей через безпосередню взаємодію з моделями, конструкціями та просторовими об'єктами [13]. Подальшу підтримку цієї ідеї відображено у програмі підвищення кваліфікації вчителів *Mathematik Anders Machen* та навчальних матеріалах курсу *Geometrie zum Anfassen*, у яких геометрія розглядається не як система формул і правил, а як простір для діяльності, спостереження, побудови, пояснення та дослідження [14]. У межах цього підходу особливого значення набуває формування в учнів здатності «бачити математику всередині ситуації», встановлювати зв'язки між різними представленнями математичних об'єктів, аналізувати структуру геометричних фігур, виявляти інваріанти та обґрунтовувати власні міркування.

Необхідною складовою математичного експерименту є також робота із матеріальними моделями та уявними геометричними трансформаціями, що сприяє розвитку просторової уяви і в німецькій дидактичній традиції позначається поняттям *Kopfgeometrie* — «геометрія в голові» [15]. Такий підхід дає змогу поєднати предметну діяльність із внутрішнім моделюванням і формує здатність прогнозувати результати геометричних перетворень, не вдаючись до безпосереднього виконання побудов.

Поширення ідеї математичного експерименту сприяло появі нових освітніх форматів, зокрема інтерактивних наукових центрів і музеїв математики, в яких створено умови для навчання через діяльність, дослідження та гру. У таких середовищах математичні об'єкти постають як доступні для дослідження моделі, за допомогою яких учні можуть самостійно виявляти закономірності та будувати математичні пояснення.

Отже, математичний експеримент є важливим компонентом сучасної парадигми математичної освіти, спрямованої на формування математичної грамотності, розвиток дослідницького мислення та реалізацію підходу «Математика для життя», у межах якого математика розглядається як інструмент пізнання реального світу та активної взаємодії з ним.

Теоретичні засади математичного експерименту

У сучасній дидактиці математики математичний експеримент розглядається як форма організації пізнавальної діяльності учнів, що забезпечує перехід від репродуктивного засвоєння знань до їх осмисленого застосування у процесі дослідження математичних закономірностей. Сутність його полягає не лише в ілюструванні готових математичних фактів, а й у створенні умов для їх відкриття, перевірки, узагальнення та подальшої формалізації.

На відміну від природничого експерименту, спрямованого на вивчення матеріальних об'єктів і явищ, математичний експеримент проводиться з ідеальними об'єктами, їхніми моделями, зв'язками та структурами. Цей метод передбачає спостереження математичних залежностей, варіювання параметрів, виявлення закономірностей, висування гіпотез, перевірку припущень і побудову узагальнень. У такому сенсі експериментальна діяльність є важливим етапом математичного пізнання разом із доведенням, моделюванням і формалізацією.

Процесуально математичний експеримент може бути представлений як послідовність взаємопов'язаних етапів: 1) спостереження об'єкта або ситуації; 2) постановки запитання чи проблеми; 3) формулювання гіпотези як припущення, що може бути перевірене; 4) проведення експерименту або дослідження; 5) аналізу результатів, перевірки гіпотези та формулювання висновків *(рис. 1)*. Така структура відповідає логіці дослідницько орієнтованого навчання і наближає діяльність учня до практики математичного дослідження [12; 16].

Особливим різновидом математичного експерименту є комп'ютерний експеримент, у якому варіювання параметрів, візуалізація об'єктів і перевірка гіпотез здійснюються за допомогою цифрових інструментів та динамічних математичних середовищ [17].

Важливо, що математичний експеримент має не лише когнітивний, а й діяльнісний та емоційно-мотиваційний виміри. Його можна описати через три взаємопов'язані рівні взаємодії учня



Рис. 1. Етапи математичного експерименту

з математичним змістом: «руками» — через безпосередню роботу з моделями, маніпулятивами й матеріалізованими об'єктами; «розумом» — через аналіз результатів, встановлення закономірностей, побудову аргументів і узагальнень; «серцем» — через зацікавлення, емоційний відгук і внутрішню мотивацію до дослідження. Саме поєднання цих трьох вимірів формує цілісний досвід математичної діяльності.

У компетентнісно орієнтованій моделі освіти математичний експеримент набуває особливого значення, оскільки сприяє розвитку ключових математичних умінь: аргументування, розв'язування проблем, моделювання, використання різних форм представлення інформації, оперування математичною символікою та математичної комунікації. Учень у такому процесі виступає не пасивним виконавцем алгоритмів, а дослідником, який спостерігає, ставить запитання, перевіряє припущення та обґрунтовує власні висновки.

Функціонально математичний експеримент виконує кілька важливих дидактичних ролей. Його евристична функція полягає у створенні умов для появи нових ідей і припущень; когнітивна — у поглибленні розуміння математичних понять через їх безпосереднє дослідження; мотиваційна функція призначена для формування інтересу до математики через ситуацію відкриття. Завдяки цьому експериментальна діяльність сприяє розвитку математичної інтуїції, просторової уяви, логічного мислення та дослідницької позиції учня.

Отже, математичний експеримент доцільно розглядати як інтегративний дидактичний інструмент, що поєднує спостереження, дію, моделювання, аргументацію та узагальнення. Його використання створює передумови для реалізації сучасних підходів до навчання математики, орієнтованих на розвиток математичної грамотності, дослідницьких умінь і здатності застосовувати математичні знання в різних освітніх і життєвих контекстах.

Приклад математичного експерименту: експонат «Пазл Піфагора»

Розглянемо як приклад математичного експерименту інтерактивну модель, що ілюструє теорему Піфагора. Цей експонат, розроблений у Mathematikum і представлений у музеї математики «Кубоїд», використовується як засіб для відкриття геометричних закономірностей через активну дослідницьку діяльність учнів *(рис. 2).*

Експеримент полягає у роботі з прямокутним трикутником, на сторонах якого побудовано квадрати. Два квадрати на катетах заповнюються кольоровими квадратиками (наприклад,

ISSN 2786-4510 (Online)

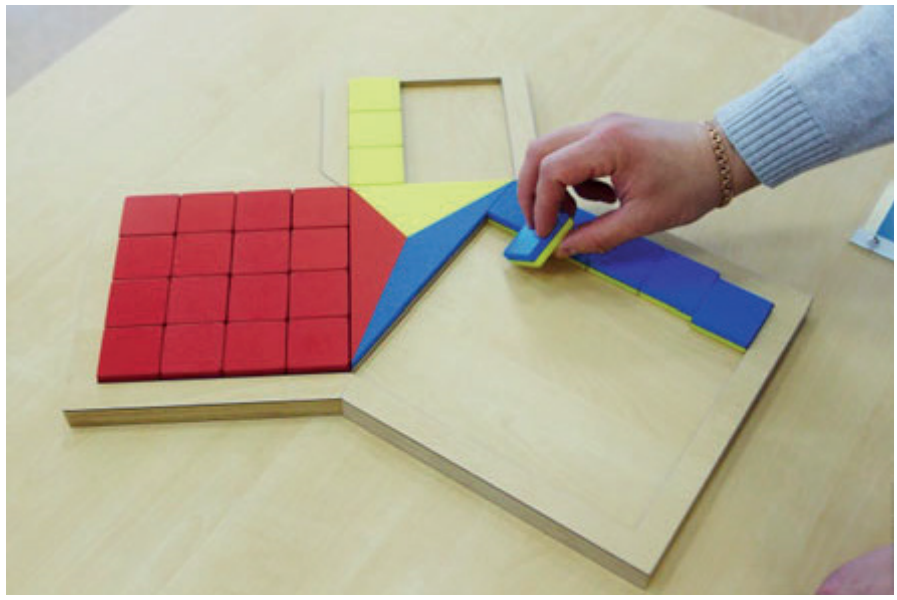


Рис. 2. Експонат «Пазл Піфагора»

3 × 3 і 4 × 4), після чого ці самі квадратики переміщуються і повністю заповнюють квадрат на гіпотенузі (5 × 5). У результаті учні отримують можливість не лише побачити співвідношення площ, а й фактично відкрити його самостійно через експериментальну діяльність.

Розглянемо структуру математичного експерименту на наведеному прикладі.

1. Спостереження. Учні розглядають модель прямокутного трикутника з побудованими на його сторонах квадратами та наборами кольорових пластин. На цьому етапі вони помічають: різні розміри квадратів, однакову форму елементів заповнення, можливість перекладати пластини.

Рівні взаємодії: «*руками»* — взаємодія з експонатом; «*розумом»* — аналіз та порівняння площ квадратів; «*серцем»* — виникнення зацікавлення: чи можна квадратними елементами заповнити третій квадрат?

2. Постановка запитання (проблеми). У процесі спостереження природно виникає дослідницьке запитання: чи можна використати елементи з квадратів на катетах для заповнення квадрата на гіпотенузі? Це запитання переводить учня від пасивного споглядання до активного дослідження.

Рівні взаємодії: «*розумом»* — формулювання проблеми; «*серцем»* — інтерес до перевірки припущення.

3. Формулювання гіпотези. Учні висувають припущення: «Площа квадрата на гіпотенузі дорівнює сумі площ квадратів на катетах». Це ще не доведення, а експериментальна гіпотеза.

Рівні взаємодії: «*розумом»* — встановлення можливого співвідношення; «*серцем»* — очікування підтвердження або спростування.

4. Проведення експерименту (дослідження). Учні перекладають пластини з квадратів на катетах у квадрат на гіпотенузі. У результаті вони встановлюють: 9 + 16 = 25, тобто всі пластини точно заповнюють більший квадрат. Це ключовий момент експерименту, а саме: перевірка гіпотези через діяльність.

Рівні взаємодії: «*руками»* — перекладання пластин; «*розумом»* — перевірка числового співвідношення; «*серцем»* — ефект відкриття.

5. Аналіз результатів і формулювання висновків. На основі експерименту учні формулюють узагальнення: у прямокутному трикутнику сума площ квадратів на катетах дорівнює площі квадрата на гіпотенузі. Після цього експериментальне спостереження переходить у математичне твердження.

Рівні взаємодії: «*розумом»* — формулювання закономірності; «*серцем»* — усвідомлення власного відкриття; «*руками»* — повторна перевірка результату.

Розглянутий приклад демонструє, що математичний експеримент дає змогу організувати навчання як процес відкриття закономірності,

а не лише засвоєння готового твердження. Учень проходить повний цикл дослідницької діяльності: від спостереження до узагальнення.

Саме така структура діяльності забезпечує формування математичного мислення, дослідницької позиції та позитивної мотивації до вивчення математики, оскільки математичний факт постає не як готове правило, а як результат власного досвіду відкриття.

Проведення математичного експерименту в музеї математики «Кубоїд»

Практична реалізація ідей математичного експерименту здійснюється в освітньому середовищі музею математики «Кубоїд» Національного центру «Мала академія наук України». Простір музею організований таким чином, щоб учні могли взаємодіяти з математичними об'єктами не лише на рівні споглядання, а й через дію, дослідження, пробування, помилку, повторення та самостійне відкриття закономірностей.

За допомогою інтерактивних експонатів музею можна пройти шлях від абстрактного математичного твердження до набуття особистого досвіду щодо його осмислення. Учень не просто бачить готовий результат, а сам виконує дії з моделлю: будує, вимірює, порівнює, змінює параметри, перевіряє припущення та формулює висновки. Саме тому музейне середовище є особливо сприятливим для реалізації підходу «продемонструвати — дослідити — сформулювати», у якому математичне поняття виникає як результат активної взаємодії з об'єктом.

У музеї «Кубоїд» математичний експеримент проводиться за допомогою різних типів діяльності: роботи з геометричними моделями, дослідження симетрії, просторових форм, площ, об'ємів, закономірностей, комбінаторних ситуацій, оптичних ілюзій і математичних структур. Такі завдання дають змогу поєднувати навчання математики з елементами природничих наук, мистецтва, технологій і повсякденного досвіду, що відповідає сучасному розумінню математичної грамотності.

Окремим видом діяльності музею є навчання вчителів за напрямом **«**Математичний експеримент як інструмент мислення». У межах відповідних освітніх заходів педагоги ознайомлюються з можливостями використання експонатів і практичних моделей для організації дослідницької діяльності учнів, обговорюють методики постановки запитань, супроводу гіпотез, організації спостереження та переходу від експериментального досвіду до математичного узагальнення.

Важливо, що підготовка вчителів у цьому напрямі не обмежується демонстрацією окремих експонатів, а покликана змінити саму логіку викладання математики: від передавання готового знання до створення навчальних ситуацій, у яких учень може самостійно побачити проблему, дослідити її, сформулювати припущення та обґрунтувати висновок. Отже, музей «Кубоїд» виступає методичним центром підтримки сучасних трансформацій математичної освіти.

Висновки. Математичний експеримент є важливим дидактичним інструментом сучасної математичної освіти, що забезпечує зв'язок між абстрактним змістом математики, практичною діяльністю учнів, їхнім особистим досвідом і реальними контекстами застосування знань. Використання цього методу дослідження сприяє переходу від репродуктивного засвоєння навчального матеріалу до дослідницько орієнтованої моделі навчання, в якій учень постає активним суб'єктом пізнання, залученим до процесу виявлення, перевірки та осмислення математичних закономірностей.

У музейному освітньому середовищі, зокрема музеї математики «Кубоїд», створено сприятливі умови для реалізації математичного експерименту як форми активного пізнання. Інтерактивні експонати, дослідницькі сценарії та практико-орієнтовані завдання дають змогу учням сприймати математику як живу, доступну й змістовну діяльність, пов'язану з аналізом об'єктів, ситуацій і явищ. Водночас підготовка вчителів за напрямом «Математичний експеримент як інструмент мислення» є важливою умовою для поширення такого підходу в шкільній практиці.

Отже, математичний експеримент доцільно розглядати як ефективний засіб формування математичної грамотності, розвитку дослідницької культури учнів і реалізації концепції «Освіта для життя». Цей метод сприяє не лише засвоєнню математичних фактів, а й розумінню їхнього походження, усвідомленню зв'язку математики з реальним світом та використанню її як інструменту мислення, пізнання та обґрунтованої дії.

ISSN 2786-4510 (Online)

Список використаних джерел

1. An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980s / National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA : NCTM, 1980. 29 p.
2. Freudenthal H. Mathematics as an Educational Task. Dordrecht : D. Reidel Publishing Company, 1973. 680 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-010-2903-2_2.
3. Freudenthal H. Revisiting Mathematics Education: China Lectures. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1991. 201 p.
4. Pollak H. O. The interaction between mathematics and other school subjects. *New Trends in Mathematics Teaching IV*. Paris : UNESCO, 1979. Pp. 232–248. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1978.tb09351.x.
5. Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study / edds.: W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss. New York : Springer, 2007. 524 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1.
6. Charpak G., Léna P., Quéré Y. Children and Science: The Adventure of La main à la pâte. Paris : Odile Jacob, 2005. 240 p.
7. Загальнодержавний моніторинг результатів навчання учнів 6 і 8 класів / Державна служба якості освіти України. Київ, 2024. URL: https://sqe.gov.ua/iii-etap-monitoring-2025/ (дата звернення: 12.05.2026).
8. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / Г. Бичко та ін. ; за ред. В. Терещенка, І. Клименко. Київ : Український центр оцінювання якості освіти, 2023. 395 с.
9. Концептуальні засади математичної освітньої галузі / Міністерство освіти і науки України. Київ, 2025. URL: https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/novyny-posylannia/konceptualni-zasadi-matematicnoyi-osvitnoyi-galuzi.pdf (дата звернення: 12.05.2026).
10. Dewey J. Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education. New York : Macmillan, 1916. 434 p.
11. Carbonneau K. J., Marley S. C., Selig J. P. A Meta-Analysis of the Efficacy of Teaching Mathematics with Concrete Manipulatives. *Journal of Educational Psychology*. 2013. Vol. 105. № 2. Pp. 380–400. DOI: https://doi.org/10.1037/a0031084.
12. Mathematical Modelling and Inquiry-Based Mathematics Education / Yu. Rogovchenko et al. *Inquiry in University Mathematics Teaching and Learning. The PLATINUM Project*. Brno : Masaryk University Press, 2021. Pp. 147–170. DOI: https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.M210-9983-2021-8.
13. Beutelspacher A. Mathematical Experiments, An Ideal First Step into Mathematics. *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. Cham : Springer, 2018. Pp. 31–48. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_2.
14. Herget W., Richter K. Geometrie zum Anfassen. Materialien zum Kurs im Rahmen der Initiative Mathematik Anders Machen. Berlin : Humboldt-Universität zu Berlin, 2007. 128 s.
15. Bruder R., Collet C. Kopfgeometrie: Raumvorstellung und geometrisches Denken fördern. Seelze : Kallmeyer, 2011. 160 s.
16. Vishnyakov Yu. S., Semenov A. L., Shabat G. B. The Work of a Mathematician As a Prefiguring of Mastering Mathematics by Students: The Role of Experiments. *Doklady Mathematics*. 2023. Vol. 108. Suppl. 1. Pp. S163–S168. DOI: https://doi.org/10.1134/S1064562423700606.
17. Shabat G. B., Semenov A. L. Computer Experiment in Teaching Mathematics. *Doklady Mathematics*. 2023. Vol. 107. Suppl. 1. Pp. S92–S116. DOI: https://doi.org/10.1134/S1064562423700618.

References

1. National Council of Teachers of Mathematics. (1980). *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980s*. Reston, VA : NCTM.
2. Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht : D. Reidel Publishing Company. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-010-2903-2_2.
3. Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
4. Pollak, H. O. (1979). *The interaction between mathematics and other school subjects.* New Trends in Mathematics Teaching IV (pp. 232–248). Paris : UNESCO. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1978.tb09351.x.
5. Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (Eds.). (2007). *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*. New York : Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1.
6. Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2005). *Children and Science: The Adventure of La main à la pâte*. Paris : Odile Jacob.
7. Derzhavna sluzhba yakosti osvity Ukrainy [State Service for Education Quality of Ukraine]. (2024). *Zahalnoderzhavnyi monitorynh rezultativ navchannia uchniv 6 i 8 klasiv* [*National Monitoring*

of Learning Outcomes of Grade 6 and Grade 8 Students]. Kyiv. Retrieved from https://sqe.gov.ua/iii-etap-monitoring-2025/ [in Ukrainian].
8. Bychko, H., Vakulenko, T., Lisova, T., Mazorchuk, M., Tereshchenko, V., Rakov, S. et al (2023). *Natsionalnyi zvit za rezultatamy mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022 [National Report on the Results of the International Study of Educational Quality PISA-2022].* V. Tereshchenko, I. Klymenko (Eds.). Kyiv : Ukrainskyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity [in Ukrainian].
9. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Ministry of Education and Science of Ukraine]. (2025). *Kontseptualni zasady matematychnoi osvitnoi haluzi [Conceptual Foundations of the Mathematics Educational Field]*. Kyiv. Retrieved from https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/novyny-posylannia/konceptualni-zasadi-matematicnoyi-osvitnoyi-galuzi.pdf [in Ukrainian].
10. Dewey, J. (1916). *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York : Macmillan.
11. Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A Meta-Analysis of the Efficacy of Teaching Mathematics with Concrete Manipulatives. *Journal of Educational Psychology,* 105 (2), 380–400. DOI: https://doi.org/10.1037/a0031084.
12. Rogovchenko, Yu., Astafieva, M., Hernandez-Martinez, P., Lytvyn, O., Morze, N., Pátíková, Z. et al (2021). *Mathematical Modelling and Inquiry-Based Mathematics Education.* Inquiry in University Mathematics Teaching and Learning. The PLATINUM Project (pp. 147–170). Brno : Masaryk University Press. DOI: https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.M210-9983-2021-8.
13. Beutelspacher, A. (2018). Mathematical Experiments, An Ideal First Step into Mathematics. *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 31–48). Cham : Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_2.
14. Herget, W., & Richter, K. (2007). *Geometrie zum Anfassen. Materialien zum Kurs im Rahmen der Initiative Mathematik Anders Machen [Hands-on geometry. Materials for the course within the framework of the "Making Mathematics Different" initiative]*. Berlin : Humboldt-Universität zu Berlin [in German].
15. Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Kopfgeometrie: Raumvorstellung und geometrisches Denken fördern [Mental geometry: Promotes spatial awareness and geometric thinking].* Seelze : Kallmeyer [in German].
16. Vishnyakov, Yu. S., Semenov, A. L., & Shabat, G. B. (2023). The Work of a Mathematician As a Prefiguring of Mastering Mathematics by Students: The Role of Experiments. *Doklady Mathematics,* 108, 1, S163–S168. DOI: https://doi.org/10.1134/S1064562423700606.
17. Shabat, G. B., & Semenov, A. L. (2023). Computer Experiment in Teaching Mathematics. *Doklady Mathematics,* 107, 1, S92–S116. DOI: https://doi.org/10.1134/S1064562423700618.

K. V. Terletska,
S. O. Dovhyi

MATHEMATICAL EXPERIMENT IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY TRANSFORMATIONS IN MATHEMATICS EDUCATION: THE EXPERIENCE OF A MUSEUM-BASED EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Abstract. *The article examines the methodology of the mathematical experiment as an instrument of the contemporary transformation of mathematics education. Its relevance is determined by the need to bridge the gap between the formal acquisition of mathematical knowledge and students' ability to apply mathematics in real-life, scientific, technological, and sociocultural contexts. The mathematical experiment is interpreted as a form of learning activity that integrates observation, hands-on action, modelling, hypothesis formulation, verification of mathematical patterns, argumentation, and interpretation of results. It is shown that this approach fosters spatial reasoning, mathematical intuition, critical thinking, research culture, and students' capacity to independently discover, construct, and interpret mathematical ideas on the basis of their own experience. The article explores the relationship between the mathematical experiment and activity-based, inquiry-based, and problem-based learning. It emphasizes that experimental interaction with mathematical objects creates conditions for a transition from reproductive exercise-solving to meaningful mathematical inquiry, in which students participate in the discovery, verification, and application of knowledge. Using the educational environment of the "Cuboid" Museum of Mathematics of the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine" as an example, the article demonstrates the potential of implementing the mathematical experiment in a museum setting. It is shown that interactive exhibits, hands-on tasks, and inquiry-*

based scenarios are effective means of developing mathematical literacy, supporting interdisciplinary connections, and implementing the Ministry of Education and Science of Ukraine's concept "Education for Life".

Keywords: *mathematical experiment, mathematics education, competency-based learning, inquiry-based learning, mathematical literacy.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Терлецька Катерина Валеріївна — д. фіз.-мат. наук, завідувач лабораторії математичних наук, НЦ «Мала академія наук України», м. Київ, Україна, kterletska@gmail.com; ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-9928-7042

Довгий Станіслав Олексійович — д. фіз.-мат. наук, професор, академік Національної академії наук України, академік Національної академії педагогічних наук України, президент Малої академії наук України, м. Київ, Україна, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: http://orcid.org/0000-0003-1078-0162

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Terletska K. V. — D. Sc. in Physics and Mathematics, Head of the Laboratory of Math Sciences, NC "Junior Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine, kterletska@gmail.com; ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-9928-7042

Dovhyi S. O. — D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, President of Junior Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, pryjmalnya@gmail.com; ORCID ID: http://orcid.org/0000-0003-1078-0162

Рукопис надійшов до редакції / Received 14.05.2026
Рукопис прийнято до друку / Accepted 19.06.2026
Опубліковано / Available online 28.08.2026

Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License