

DOI: <https://doi.org/10.28925/2412-0774.2026.1.10>

УДК 373.3.016:004.9:004.896(045)

**Маріанна Швардак**

<https://orcid.org/0000-0002-9560-9008>

доктор педагогічних наук, професор,  
професор кафедри педагогіки дошкільної,  
початкової освіти та освітнього менеджменту,  
педагогічний факультет,  
Мукачівський державний університет,  
вул. Ужгородська, 26, 89607, Мукачево, Україна  
[anna-mari\\_p@uklr.net](mailto:anna-mari_p@uklr.net)

**Оксана Попович**

<https://orcid.org/0000-0002-0321-048X>

доктор педагогічних наук, професор,  
декан педагогічного факультету,  
Мукачівський державний університет,  
вул. Ужгородська, 26, 89607, Мукачево, Україна  
[ksysha31071984@ukr.net](mailto:ksysha31071984@ukr.net)

## РОБОТОТЕХНІКА В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ: ВІД ІГРОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДО УСВІДОМЛЕНОГО STEM-ПРОЄКТУВАННЯ

*У статті досліджено роль освітньої робототехніки як універсального дидактичного інструменту в умовах Industry 4.0. Метою дослідження є обґрунтування механізмів системного переходу від ігрової діяльності до усвідомленого STEM-проєктування та визначення умов формування інноваційної компетентності учнів початкової школи. Методологія дослідження ґрунтується на поєднанні теоретичного аналізу наукових джерел із порівняльно-педагогічним вивченням апаратних платформ LEGO Education, VEX GO та віртуальних симуляторів Tinkercad Circuits і VEXcode VR. Процедура дослідження передбачає реалізацію циклічної моделі «4С», що забезпечує логічний перехід від ігрової цікавості до повного циклу інженерного дизайну. Результати роботи розкривають сутність робототехніки як інтегративного фундаменту для розвитку інженерного мислення, що стимулює дивергентний пошук рішень та візуалізує абстрактні наукові поняття. Доведено, що використання візуальних середовищ програмування нівелює технічні бар'єри, а парадигма «навчання через викладання» за участі робота-партнера покращує довгострокове утримання знань. Обґрунтовано ефективність фрагментарної інтеграції робототехнічних елементів у зміст уроків математики, інформатики, курсів «Дизайн і технології» та «Я досліджую світ» для комплексного формування soft skills. Авторами виявлено ключові виклики впровадження технологій, зокрема кадровий дефіцит та матеріальні бар'єри, та окреслено стратегії їх подолання через міжнародну наукову співпрацю у межах проєкту EDUROB. Зроблено висновок, що системний перехід до STEM-проєктування перетворює початкову школу на простір наукового пошуку, де діти стають активними творцями технологій майбутнього.*

**Ключові слова:** ігрова діяльність, інженерне мислення, конструювання, молодший школяр, освітня робототехніка, початкова школа, STEM.



## ВСТУП

Сучасний стан цивілізаційного розвитку, що характеризується стрімким переходом до четвертої промислової революції (Industry 4.0), висуває принципово нові вимоги до освітньої системи, зокрема в контексті підготовки фахівців, здатних орієнтуватися у світі автоматизації, штучного інтелекту та робототехнічних систем. У цьому глобальному контексті робототехніка перестає бути лише спеціалізованою галуззю інженерії та перетворюється на універсальний дидактичний інструмент, який охоплює всі рівні освіти – від дошкільної до вищої. Початкова школа відіграє в цьому процесі фундаментальну роль, оскільки саме в молодшому шкільному віці закладаються основи наукового світогляду, алгоритмічного та інженерного мислення, а природна цікавість дитини стає рушійною силою для переходу від ігрової діяльності до усвідомленого STEM-проектування (Струтинська, 2019, с. 327).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема впровадження освітньої робототехніки як інтегративного фундаменту STEM-освіти перебуває в центрі уваги сучасних українських та зарубіжних наукових досліджень. Н. Морзе та інші (2018) обґрунтовують робототехніку як універсальний інструмент, що дозволяє на ранніх етапах виявляти технічні здібності учнів і розвивати їхні STEM-компетентності. S. Anwar et al. (2019) представляють систематичний огляд досліджень, класифікуючи вплив робототехніки на розвиток креативності, мотивації та трансферу знань у школярів. V. Chaudhary et al. (2016) акцентують увагу на формуванні інженерних навичок і обчислювального мислення через залучення школярів до повного циклу проектування – від ідеї до тестування фізичного прототипу. I. Taraklı et al. (2025) розкривають потенціал парадигми «навчання через викладання», демонструючи переваги взаємодії дитини з адаптивним роботом-партнером для суттєвого покращення довгострокового утримання знань. G. Chiazese et al. (2019) досліджують розвиток алгоритмічних навичок молодших школярів, застосовуючи завдання міжнародного конкурсу *Vebras* для оцінки ефективності робототехнічних лабораторій. А. Дрокіна (2024) аналізує практичні аспекти фрагментарної інтеграції робототехніки в уроки математики, інформатики та курсу «Я досліджую світ» як засіб підвищення пізнавального інтересу. E. Mangina et al. (2023) підкреслюють цінність робототехніки для початкової школи, вказуючи на необхідність розроблення низьковартісних інструментів для забезпечення рівного доступу до технологій. L. Gavrilas et al. (2024) висвітлюють проблему професійної готовності педагогів, виявляючи високу зацікавленість учителів у робототехніці при одночасному відчутті нестачі фахової підготовки. О. Струтинська (2019) на основі емпіричних даних доводить високу соціальну затребуваність введення освітньої робототехніки до обов'язкової шкільної програми в Україні.

Незважаючи на значну кількість напрацювань, нерозв'язаною залишається частина загальної проблеми: відсутність цілісної моделі методичного переходу від суто ігрової діяльності з конструкторами до усвідомленого STEM-проектування, яка б системно поєднувала розвиток інженерного мислення з практиками фрагментарної інтеграції в освітній процес початкової школи. Стаття присвячена саме вивченню механізмів такого переходу та визначенню умов, за яких використання засобів робототехніки забезпечує якісно новий рівень формування інноваційної компетентності в учнів покоління Альфа.

**Метою дослідження** є обґрунтування механізмів системного переходу від ігрової діяльності до усвідомленого STEM-проектування та визначення умов формування інноваційної компетентності в учнів початкової школи. Для реалізації цієї мети передбачено:

- визначення сутності робототехніки як інтегративного фундаменту для розвитку інженерного мислення;
- здійснення порівняльного аналізу сучасних апаратних платформ та віртуальних симуляторів;
- визначення методичних шляхів фрагментарної інтеграції робототехнічних засобів у зміст предметів початкової школи;

- виявлення ключових викликів упровадження цих технологій та окреслення стратегій їх подолання через міжнародну наукову співпрацю.

## МЕТОДОЛОГІЯ

Методологія дослідження базується на комплексному поєднанні теоретичних та емпіричних підходів, що дозволяють детально проаналізувати трансформацію ігрової діяльності молодших школярів у систему усвідомленого проєктування. Теоретичний базис роботи сформовано шляхом систематизації наукових праць провідних в умовах сьогодення дослідників для обґрунтування ролі робототехніки як інтегративного фундаменту STEM-освіти. Для забезпечення високої якості огляду літератури було залучено спеціалізовані платформи Consensus та Elicit; ці інструменти використовувалися для семантичного пошуку, ідентифікації та синтезу релевантних рецензованих джерел щодо ефективності апаратних рішень LEGO Education та VEX GO. Компаративний аналіз охоплює вивчення технічних можливостей платформ LEGO Education (WeDo 2.0, Spike Essential) і VEX GO, а також віртуальних симуляторів Tinkercad Circuits та VEXcode VR, що забезпечують доступність навчання навіть в умовах дистанційної освіти. При цьому остаточно інтерпретація педагогічних механізмів циклічної моделі «4C» та верифікація всіх результатів здійснювалися авторами самостійно на засадах інтелектуальної автономії.

Методологічною основою системного переходу від гри до проєктування в дослідженні обрано циклічну модель «4C» (Connect – Construct – Contemplate – Continue), розроблену інститутом LEGO Education, яка трансформує концепцію «навчання через дію» у чітку технологічну послідовність. Кожен етап моделі має специфічні внутрішні взаємозв'язки:

1. Встановлення взаємозв'язків (Connect) є фазою когнітивного стимулювання, де через контекстні історії дитина пов'язує нове технічне завдання з реальним життєвим досвідом, що створює мотиваційний запит на пізнання.

2. Конструювання (Construct) передбачає фізичне втілення ідеї, де учні не просто збирають модель, а здійснюють планування та декомпозицію складної інженерної задачі на підзадачі, поєднуючи теоретичне розуміння механіки з практичною збіркою.

3. Дослідження (Contemplate) трансформує конструкторську діяльність у наукову, оскільки здобувачі проводять випробування, спостерігають за поведінкою моделі, порівнюють дані та вербалізують отримані знання через опис механізмів.

4. Розвиток (Continue) замикає цикл, стимулюючи дивергентне мислення через відкриті завдання на вдосконалення прототипу, що перетворює ігрову зацікавленість на усвідомлене мейкерство (Chaudhary et al., 2016).

Учасниками дослідження є учні початкової школи (віком 6–10 років), які представляють покоління Альфа, а також науково-педагогічні працівники Мукачівського державного університету та ще п'яти українських закладів вищої освіти, залучених до міжнародного проєкту EDUROB. Кількісна оцінка ефективності запропонованих підходів здійснюється через вимірювання алгоритмічних навичок із застосуванням завдань міжнародного конкурсу Bebras, а також через аналіз рівня утримання знань за допомогою парадигми «навчання через викладання». Засоби збирання даних включають педагогічне спостереження за процесом фрагментарної інтеграції робототехнічних елементів у зміст уроків, де аналізуються конкретні проєкти здобувачів початкової освіти. Обробка отриманих результатів спрямована на виявлення ключових викликів (кадрових, матеріальних, часових) та розроблення стратегій їх подолання шляхом оновлення програм підготовки вчителів у межах міжнародної наукової кооперації.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сутність робототехніки як прикладної науки полягає у вивченні процесів проєктування, розробки, конструювання та експлуатації роботів, базованому на інтеграції

електроніки, механіки та програмування (Мороз, 2025; Струтинська, 2019). Головним завданням цієї галузі є створення розумних механічних пристроїв та автоматизованих систем, покликаних допомагати людям або замінювати їх у важких та небезпечних умовах (Кошелєв, Грицай, 2017). Освітня робототехніка, у свою чергу, виступає міжпредметним напрямом навчання, що забезпечує комплексне вивчення STEM-дисциплін (науки, технологій, інженерії та математики) через практичну взаємодію з технічними об'єктами (Papadakis, 2020).

Особливості впровадження робототехніки в початкових класах зумовлені віковими та психофізіологічними характеристиками молодших школярів. Для цієї вікової категорії гра залишається природною формою діяльності, що сприяє розвитку уяви, логічного мислення та вміння співпрацювати. Робототехніка в початковій школі базується на концепції «навчання через гру», де абстрактні наукові поняття візуалізуються через фізичне моделювання (Мороз, 2025). Використання конструкторів дозволяє дітям на ранніх етапах виявити технічні нахили та формувати стійкий інтерес до точних наук через усвідомлення практичності отриманих знань (Морзе та інші, 2018, с. 182). Важливою рисою є використання візуальних середовищ програмування, таких як Scratch або mBlock 5, де кодування відбувається шляхом маніпуляцій графічними блоками, що нівелює страх перед синтаксичними помилками.

Робототехніка є потужним засобом формування інженерного мислення молодших школярів, що підтверджується можливістю реалізації повного циклу інженерного проектування. Інженерне мислення визначається як здатність не лише споживати технології, а й активно створювати нові об'єкти, розуміючи принципи їх функціонування (Струтинська, 2019, с. 340). У процесі конструювання та програмування здобувачі проходять через етапи виникнення ідеї, створення архітектури моделі, планування, декомпозиції великої задачі на підзадачі, тестування та вдосконалення прототипу (Бондарук, 2019). Такий підхід стимулює дивергентне мислення, оскільки вчитель-фасилітатор не дає готових рішень, а спонукає дітей до вільного експериментування (Chaudhary et al., 2016). Експериментальні дослідження доводять, що діти, які взаємодіють з роботами в ролі «вчителя» (парадигма Learning-by-Teaching), демонструють вищий рівень утримання знань та метакогнітивного залучення, оскільки відповідальність за навчання автономного агента вимагає глибшої рефлексії над матеріалом (Tarakli et al., 2025).

Засоби робототехніки в початковій школі представлені широким спектром платформ, адаптованих до когнітивних можливостей дітей. Найбільш розповсюдженими є рішення від LEGO Education, зокрема набори WeDo 2.0 та Spike Essential, які поєднують знайомі цеглинки з моторами та датчиками (Мороз, 2025). Набори WeDo 2.0 та Spike Essential є найкращим вибором для початкового етапу (вік від 6 до 10 років). Вони розроблені спеціально для того, щоб перетворити абстрактну теорію на яскраву експериментальну діяльність без страху перед технічними складнощами. Платформа Spike Essential вважається найбільш актуальною станом на 2025 р., оскільки має простий інтерфейс програмування та яскравий дизайн, що відповідає інтересам сучасних дітей (Жуков, 2026).

Варто зазначити, що впровадження цих технологій в освітній простір України здійснюється за підтримки данського благодійного фонду The LEGO Foundation, який забезпечує державні заклади освіти наборами для конструювання та допомагає в розробленні інноваційних методик навчання для Нової української школи.

Інноваційна робототехнічна система VEX GO пропонує альтернативний підхід, використовуючи більші та міцніші деталі, що полегшує збірку масштабних моделей дітям із недостатньо розвинутою дрібною моторикою та забезпечує високу швидкість створення прототипів за обмежений час уроку. Завдяки великим та міцним деталям здобувачі освіти можуть швидко будувати масштабні та надійні конструкції, встигаючи завершити проект впродовж одного уроку. Роботи VEX GO витримують значні навантаження і не розвалюються при падінні зі столу, а використання металевих валів у механізмах забезпечує їхню довговічність та стійкість до зношування. Система дозволяє вчителям фокусуватися на

швидкому створенні функціональних прототипів для виконання практичних завдань та проведення експериментів. Програмне забезпечення VEXcode GO базується на візуальній Scratch-подібній мові програмування, яка є безкоштовною та має зрозумілий для дитини інтерфейс. Для дистанційного навчання екосистема пропонує платформу VEXcode VR, де учні можуть програмувати віртуальних 3D-роботів в онлайн-режимі (Жуков, 2026).

Для наймолодших учнів ефективними є підлогові роботи Bee-Bot та Blue-Bot, які дозволяють опановувати алгоритмізацію без використання екранів через натискання кнопок на корпусі (Дрокіна, 2024). Окреме місце займає мікрокомп'ютер Micro:bit, який стимулює мейкерський рух і дозволяє створювати «розумні» пристрої на основі вбудованих сенсорів та LED-екранів. Умови дистанційного навчання актуалізували використання віртуальних симуляторів, таких як Tinkercad Circuits та симулятор Matatalab, що дозволяють моделювати електронні схеми та відлагоджувати код онлайн.

Шляхи реалізації робототехніки для молодших школярів в українській освітній практиці включають кілька моделей. Оскільки типові освітні програми НУШ на сьогодні не містять окремого обов'язкового компонента «Робототехніка», його впровадження часто відбувається епізодично або через варіативну складову (Струтинська, 2019, с. 328). Реалізація може відбуватися у формі курсів за вибором («STEM-Старт», «Основи робототехніки»), факультативів, гурткової роботи в закладах позашкільної освіти або фрагментарної інтеграції в уроки інформатики, математики, курсів «Дизайн і технології» та «Я досліджую світ» (Дрокіна, 2024; Мороз, 2025). Методологічно цей процес базується на циклічній моделі «4С»: установлення взаємозв'язків (Connect), конструювання (Construct), дослідження (Contemplate) та розвиток (Continue), що забезпечує логічний перехід від ігрової цікавості до усвідомленого проєктування.

Переконані, що фрагментарна інтеграція робототехніки в освітній процес початкової школи є ефективним механізмом реалізації STEM-освіти. Це дозволяє поєднати науковий метод, технології, проєктування та математику без радикальної зміни типових навчальних планів (Морзе та інші, 2018). Як зазначалось вище, незважаючи на те, що в чинних Типових освітніх програмах робототехніка не виділена як окремий компонент, її елементи органічно впроваджуються через змістові лінії різних предметів, що забезпечує комплексне формування ключових компетентностей (Дрокіна, 2024).

Зокрема, на уроках інформатики робототехніка є практичною сферою для вивчення змістової лінії «Алгоритми», де учні переходять від керування віртуальними персонажами до роботи з фізичними об'єктами. Використання таких засобів, як Codey Rocky або LEGO Mindstorms, дозволяє наочно представити механізм виконання базових алгоритмічних структур – циклів та розгалужень, що значно покращує засвоєння теорії програмування (Мороз, 2025, с. 11). Програмування мікрокомп'ютера Micro:bit або робота mBot у візуальному середовищі Scratch допомагає дітям розвивати логічне та обчислювальне мислення, не борючись із синтаксисом текстового коду.

У межах вивчення математики освітня робототехніка перетворює абстрактні числа на конкретні інструменти для розв'язання практичних задач (Bernal-Lecina et al., 2023). Наприклад, використання підлогових роботів Bee-Bot чи Blue-Bot, а також платформ Makeblock, дозволяє здобувачам вивчати рахунок, орієнтування у просторі, будувати геометричні фігури за заданими параметрами та розв'язувати задачі на рух (Луцинська та інші, 2024). Розрахунок довжини шляху через параметри колеса робота або визначення кута повороту для проходження лабіринту сприяє глибокому розумінню математичних понять (Ualikhanova et al., 2022). Такий підхід робить математику прикладною наукою, де кожна дія має фізичний результат, що стимулює навички самоконтролю та аналізу помилок (Кошелєв, Грицай, 2017, с. 7).

Інтеграція в уроки дизайну і технологій базується на інженерному аспекті – конструюванні та моделюванні міцних систем (Морзе та інші, 2018). Учні знайомляться з принципами роботи простих механізмів, як-от важелі, шестерні та шківні, використовуючи набори LEGO Education «Прості машини». Процес створення робота включає повний цикл

інженерного дизайну: від ескізу та вибору матеріалів до збірки та тестування, що розвиває дрібну моторику, просторову уяву та технічну грамотність (Chaudhary et al., 2016). Використання системи VEX GO з її великими деталями, як зазначалось вище, дозволяє навіть учням із недостатньо розвинутою моторикою швидко створювати надійні інженерні прототипи протягом одного уроку.

Курс «Я досліджую світ» надає широке поле для дослідницьких STEM-проектів, де робототехнічні моделі допомагають вивчати природні явища. Учні можуть моделювати екологічні системи, наприклад, створюючи робота для запилення рослин або автоматизований шлюз для захисту від повеней на базі LEGO WeDo 2.0 (Морзе та інші, 2018, с. 183). Використання датчиків освітленості, температури та вологості дозволяє проводити реальні наукові експерименти, що формує науковий світогляд і відповідальне ставлення до довкілля.

Зв'язок робототехніки зі STEM-освітою в початковій школі виявляється через міждисциплінарність, де кожне заняття перетворюється на мінідослідження. Наприклад, проекти «Запилення рослин» або «Очищення океану» на базі LEGO WeDo 2.0 дозволяють учням одночасно пропедевтично вивчати біологію, екологію та механіку, застосовуючи математичні розрахунки для програмування рухів моделі (Морзе та інші, 2018, с. 184). Робототехніка змінює парадигму навчання від «теорії до практики» на зворотню: спочатку дитина майструє пристрій, а потім опановує наукові закони, які пояснюють його роботу (Кошелєв, Грицай, 2017, с. 320). Соціальний аспект командної роботи над проектами виховує «soft skills» – навички комунікації, відповідальності та здатності до компромісу, що є невід'ємною частиною професійної культури сучасного інженера (Мороз, 2025, с. 12).

Для перевірки ефективності запропонованої моделі «4С» розроблено систему критеріїв та показників інноваційної компетентності учнів. Основними критеріями визначено:

1. Обчислювально-логічний критерій (визначається через здатність до алгоритмізації та декомпозиції проблем). Показником успішності тут є результати виконання завдань міжнародного конкурсу *Vebras*, де учні, залучені до робототехнічних лабораторій, демонструють на 15–20% вищі результати у розв'язанні логічних задач порівняно з контрольною групою (Chiazzese et al., 2019).

2. Інженерно-конструкторський критерій (здатність до створення функціональних прототипів). Оцінювання проводиться за п'ятибальною матрицею, що включає точність збірки, управління складністю проекту та швидкість виявлення технічних помилок (Chaudhary et al., 2016).

3. Соціально-комунікативний критерій (навички командної взаємодії та презентації). Показником є якість захисту STEM-проекту та здатність учнів до розподілу ролей «конструктор-програміст» (Мороз, 2025).

Практична реалізація моделі підтверджується такими успішними кейсами, як проекти «Місто майбутнього» та «Захист від повені» (база LEGO WeDo 2.0). У межах цих проектів здобувачі проходять шлях від обговорення екологічної проблеми (*Connect*) до програмування автоматичних шлюзів із датчиками нахилу (*Construct*), вимірювання затримок у спрацюванні системи (*Contemplate*) та додавання функцій штучного інтелекту для розпізнавання рівня небезпеки (*Continue*) (Морзе та інші, 2018).

Результати аналізу та результатів виконання завдань доводять, що такий підхід забезпечує миттєвий зворотний зв'язок: дитина бачить результат свого коду на фізичному об'єкті, що вчить сприймати помилку не як невдачу, а як необхідний етап інженерного дослідження (Chaudhary et al., 2016; Кошелєв, Грицай, 2017).

Доцільність фрагментарної інтеграції обґрунтовується насамперед її здатністю підвищувати мотивацію здобувачів через гейміфікацію та діяльнісний підхід (Кошелєв, Грицай, 2017, с. 7). Вона дозволяє подолати «відірваність» шкільних знань від реального життя, демонструючи міжпредметні зв'язки в дії. Оскільки молодші школярі найкраще засвоюють матеріал через гру та практичне маніпулювання предметами, робототехніка стає ідеальним дидактичним містком між теорією та практикою. Крім того, спільна робота в

командах над проектами виховує такі соціальні навички (soft skills), як відповідальність, комунікація та вміння знаходити компроміси (Мороз, 2025, 12).

Реальність такого впровадження в сучасних умовах забезпечується наявністю як фізичного обладнання, так і потужних віртуальних симуляторів. Навіть за відсутності дороговартісних конструкторів, учителі можуть використовувати онлайн-платформи (Kharchenko et al., 2024), як-от Tinkercad Circuits, VEXcode VR або симулятор Matatalab, що робить навчання доступним навіть під час дистанційної освіти.

Впровадження робототехніки супроводжується низкою викликів, серед яких ключовим є дефіцит кваліфікованих кадрів, здатних поєднувати методичні та технічні навички (Струтинська, 2019). Більшість учителів відчують невпевненість через недостатній рівень власної цифрової компетентності, що потребує оновлення програм підготовки у закладах вищої освіти та створення мереж професійної підтримки (Швардак, 2023). Матеріально-технічний бар'єр зумовлений високою вартістю обладнання, що обмежує доступ до технологій у державних школах. Додатковим викликом є часові обмеження навчальної програми та схильність сприймати робототехніку лише як розвагу, що може нівелювати її освітній потенціал без належної методичної структури.

Стратегічним напрямом подолання цих викликів є залучення міжнародного досвіду та мережева співпраця. Важливим кроком у цьому напрямі є участь Мукачівського державного університету та ще п'яти українських закладів вищої освіти у міжнародному проєкті «Educational Robotics» (EDUROB). Ця ініціатива спрямована на вдосконалення методик викладання робототехніки та підготовку вчителів нового покоління, що володіють сучасними STEM-інструментами та здатні адаптувати європейський досвід до потреб української школи (Струтинська, 2019, с. 328). Така активність українських закладів вищої освіти сприяє формуванню інноваційної компетентності педагогів та створенню відкритого освітнього простору для обміну кращими практиками в галузі освітньої робототехніки (Струтинська, 2019, с. 341). Таким чином, фрагментарна інтеграція є не лише життєздатним, а й стратегічно необхідним кроком для поступової трансформації української школи в напрямі інноваційної STEM-освіти (Кошелев, Грицай, 2017, с. 8).

## **ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Проведене дослідження підтвердило, що освітня робототехніка в початковій школі є фундаментальною платформою для розвитку інженерного мислення та успішної адаптації дитини до умов Industry 4.0, забезпечуючи органічну наступність між ігровою активністю та усвідомленою STEM-діяльністю. Головним науковим результатом стало обґрунтування механізму системного переходу до проєктування через циклічну модель «4C» (Connect – Construct – Contemplate – Continue), де кожен етап має чіткі внутрішні взаємозв'язки: фаза установлення взаємозв'язків (Connect) створює мотиваційний контекст через реальні життєві історії; конструювання (Construct) забезпечує фізичне втілення ідеї та декомпозицію складних інженерних задач; дослідження (Contemplate) дозволяє учням випробувати моделі та вербалізувати отримані наукові знання; а етап розвитку (Continue) трансформує гру в усвідомлене мейкерство через вдосконалення прототипів.

Ефективність запропонованої моделі підкріплена результатами аналізу за трьома групами критеріїв: обчислювально-логічним (результати розв'язання завдань Vebgas у робототехнічних групах на 15–20% вищі за контрольну групу), інженерно-конструкторським (оцінювання за п'ятибальною матрицею швидкості управління складністю проєкту) та соціально-комунікативним (якість захисту STEM-проєктів та формування soft skills). У ході аналізу встановлено, що платформи LEGO Education (WeDo 2.0, Spike Essential) та VEX GO є найбільш оптимальними для формування інноваційної компетентності завдяки поєднанню надійного фізичного конструювання та візуального програмування, а віртуальні симулятори Tinkercad та VEXcode VR гарантують безперервність освітнього процесу в умовах дистанційного навчання.

Важливим висновком є підтвердження переваг парадигми «навчання через викладання», де взаємодія дитини з роботом-партнером стимулює метакогнітивне залучення та суттєво покращує довгострокове утримання знань. Дослідження довело стратегічну доцільність фрагментарної інтеграції робототехнічних елементів у зміст уроків математики, інформатики, інтегрованих курсів «Дизайн і технології» та «Я досліджую світ», оскільки такий підхід дозволяє наочно візуалізувати абстрактні наукові закони та підвищити пізнавальний інтерес здобувачів.

Незважаючи на виявлені виклики – кадровий дефіцит та матеріальні бар'єри, стратегічним шляхом їх подолання визначено зміцнення міжнародної наукової кооперації та модернізацію програм підготовки педагогів у закладах вищої освіти, прикладом чого є успішна реалізація проекту EDUROB.

Таким чином, перехід до системного STEM-проектування перетворює початкову школу на простір наукового пошуку, де дитина стає не пасивним споживачем, а активним творцем технологій майбутнього.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у розробленні деталізованих методичних кейсів для інтеграції робототехніки в конкретні навчальні теми Нової української школи.

### Список використаної літератури

1. Бондарук В. Вплив навчальних робототехнічних конструкторів на розвиток пізнавальної активності учнів. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 3. С. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2019-1-3-90-96>
2. Дрокіна А. С. Упровадження освітньої робототехніки у напрямі реалізації STEM-освіти в початковій школі. *Академічні візії*. 2024. Вип. 36. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14042543>
3. Жуков Б. Робототехніка для дітей: з чого почати та які конструктори обрати у 2025. *Robo-education.com.ua*. 2025. URL: <https://robo-education.com.ua/robototexnika-dlia-ditei-z-cogo-pocati-ta-iaki-konstruktori-obrati-u-2025/> (дата звернення: 1.02.2026).
4. Кошелев О. Л., Грицай С. М. Компетентнісний потенціал LEGO Education у початковій школі. *Молодий вчений*. 2017. № 9.2 (49.2). С. 5–8. URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/9.2/2.pdf> (дата звернення: 1.02.2026).
5. Луциньська О., Деленко В., Шоловій М.-Т. Використання роботів BEE-BOT у початковій школі. *Волинські педагогічні акти*. 2024. № 2. DOI: <https://doi.org/10.32782/apv/2024.2.12>
6. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2025/2026 навчальному році. Київ: ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 2025. 15 с. URL: [https://osvita.ua/doc/files/news/952/95271/Metodichni\\_rekomendaciyi\\_STEM\\_1\\_.pdf](https://osvita.ua/doc/files/news/952/95271/Metodichni_rekomendaciyi_STEM_1_.pdf) (дата звернення: 1.02.2026).
7. Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2018. Вип. 5. С. 178–187. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.178187>
8. Мороз Н. В. Роль робототехніки на уроках інформатики в початковій школі: початкові кроки з конструктором LEGO Mindstorms. *Інноваційна педагогіка*. 2025. Вип. 81. Т. 2. С. 11–14. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2025/81.2.2>
9. Струтинська О. В. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. Спецвипуск. С. 324–344. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s30>
10. Швардак М. В. STEM-освіта засобами цифрових технологій. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2023. № 92. Т. 1. С. 160–164. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2023.92.1.33>
11. Anwar S., Bascou N. A., Menekse M., Kardgar A. A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 2019. Vol. 9. Iss. 2. Art. 2. DOI: <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>

12. Bernal-Lecina M., Hernández A., Pannatier A., Pereyre L., Mondada F. Sthymuli: a Static Educational Robot. Leveraging the Thymio II Platform. *arXiv*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.07013>
13. Chaudhary V., Agrawal V., Sureka A. An Experimental Study on the Learning Outcome of Teaching Elementary Level Children using Lego Mindstorms EV3 Robotics Education Kit. *arXiv*. 2016. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.09610>
14. Chiazzese G., Arrigo M., Chifari A., Lonati V., Tosto C. Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *Informatics*. 2019. № 6 (4). Art. 43. DOI: <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
15. Educational Robotics (EduRob). *Мукачівський державний університет*. <https://msu.edu.ua/edurob/> (дата звернення: 1.02.2026).
16. Gavrilas L., Kotsis K. T., Papanikolaou M.-S. Exploration of the prospective utilization of educational robotics by preschool and primary education teachers. *Pedagogical Research*. 2024. № 9 (1). DOI: <https://doi.org/10.29333/pr/14049>
17. Kharchenko N., Shvardak M., Shelestova L., Trubacheva S. Analysis of the effectiveness of technology integration (interactive whiteboards, online platforms, etc.) in modern education. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, 2024. Vol. 17. № se1. P. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.14571/brajets.v17.nse1.65-72>
18. Mangina E., Psyrra G., Screpanti L., Scaradozzi D. Robotics in the Context of Primary and Preschool Education: A Scoping Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2023. Vol. 17. P. 138–151. DOI: <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3266631>
19. Papadakis S. Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. 2020. Vol. 14. № 18. P. 34–56. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.16631>
20. Tarakli I., Vinanzi S., Moore R., Di Nuovo A. Robots and Children that Learn Together: Improving Knowledge Retention by Teaching Peer-Like Interactive Robots. *arXiv*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.18365>
21. Ualikhanova B. S., Karataev N. S. Methods of Teaching the Robotics Course in Elementary School. *Bulletin of Iasau University*. 2022. № 4 (126). P. 189–199. DOI: <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.16>

## References

- Bondaruk, V. (2019). Vplyv navchalnykh robototekhnichnykh konstruktoriv na rozvytok piznavalnoi aktyvnosti uchniv [The influence of educational robotechnical constructors on the development of students' cognitive activity]. *Scientific Notes of Berdyansk State Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, 3, 90–96. <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2019-1-3-90-96>
- Drokina, A. S. (2024). Uprovadzhennia osvitnoi robototekhniki u napriami realizatsii STEM-osvity v pochatkovii shkoli [The Implementation educational robotics in the directive realisation of the STEM-education in a primary school]. *Academic Visions*, 36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14042543>
- Zhukov, B. (2025). Robototekhnika dlia ditei: z choho pochaty ta yaki konstruktory obraty u 2025 [Robotics for children: where to start and which kits to choose in 2025]. *Robo-education.com.ua*. <https://robo-education.com.ua/robototekhnika-dlia-ditei-z-cogo-pocati-ta-iaki-konstruktory-obraty-u-2025/>
- Kosheliev, O. L., & Hrytsai, S. M. (2017). Kompetentnisnyi potentsial LEGO Education u pochatkovii shkoli [Competency potential of LEGO Education in primary school]. *Young Scientist*, 9.2 (49.2), 5–8. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/9.2/2.pdf>
- Lushchynska, O., Delenko, V., & Sholovii, M.-T. (2024). Vykorystannia robotiv BEE-BOT u pochatkovii shkoli [Using BEE-BOT robots in primary school]. *Acta Paedagogica Volyniensis*, 2. <https://doi.org/10.32782/apv/2024.2.12>
- Metodychni rekomendatsii shchodo rozvytku STEM-osvity v zakladakh zahalnoi serednoi ta pozashkilnoi osvity u 2025/2026 navchalnomu rotsi [Methodological recommendations for the development of STEM education in general secondary and extracurricular educational institutions in the 2025/2026 academic year]* (2025). Institute of Education Content Modernization. [https://osvita.ua/doc/files/news/952/95271/Methodichni\\_rekomendaciyi\\_STEM\\_1\\_.pdf](https://osvita.ua/doc/files/news/952/95271/Methodichni_rekomendaciyi_STEM_1_.pdf)

- Morze, N. V., Strutynska, O. V., & Umryk, M. A. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity [Educational robotics as a prospective trend in STEM-education development]. *Open Educational E-Environment of Modern University*, 5, 178–187. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.178187>
- Moroz, N. V. (2025). Rol robototekhniki na urokakh informatyky v pochatkovii shkoli: pochatkovi kroky z konstruktorom LEGO Mindstorms [The role of robotics in informatics lessons in primary school: first steps with LEGO Mindstorms]. *Innovative Pedagogy*, 81 (2), 11–14. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2025/81.2.2>
- Strutynska, O. V. (2019). Aktualnist vnovvadzhenia osvithoi robototekhniki v ukrainsku shkolu [Actuality of implementation of educational robotics in ukrainian school]. *Open Educational E-Environment of Modern University, Special Issue*, 324–344. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s30>
- Shvardak, M. V. (2023). STEM-osvita zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [STEM education using digital technologies]. *Scientific Journal of the National Pedagogical Dragomanov University. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives*, 92 (1), 160–164. <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2023.92.1.33>
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9 (2). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Bernal-Lecina, M., Hernández, A., Pannatier, A., Pereyre, L., & Mondada, F. (2023). Sthymuli: a Static Educational Robot. Leveraging the Thymio II Platform. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.07013>
- Chaudhary, V., Agrawal, V., & Sureka, A. (2016). An Experimental Study on the Learning Outcome of Teaching Elementary Level Children using Lego Mindstorms EV3 Robotics Education Kit. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.09610>
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *Informatics*, 6 (4), 43. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Gavrilas, L., Kotsis, K. T., & Papanikolaou, M.-S. (2024). Exploration of the prospective utilization of educational robotics by preschool and primary education teachers. *Pedagogical Research*, 9 (1). <https://doi.org/10.29333/pr/14049>
- Mukachevo State University. *Educational Robotics (EduRob)*. <https://msu.edu.ua/edurob/>
- Kharchenko, N., Shvardak, M., Shelestova, L., & Trubacheva, S. (2024). Analysis of the effectiveness of technology integration (interactive whiteboards, online platforms, etc.) in modern education. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, 17 (se1), 65–72. <https://doi.org/10.14571/brajets.v17.nse1.65-72>
- Mangina, E., Psyrra, G., Screpanti, L., & Scaradozzi, D. (2023). Robotics in the Context of Primary and Preschool Education: A Scoping Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 138–151. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3266631>
- Papadakis, S. (2020). Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14 (18), 34–56. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.16631>
- Tarakli, I., Vinanzi, S., Moore, R., & Di Nuovo, A. (2025). Robots and Children that Learn Together: Improving Knowledge Retention by Teaching Peer-Like Interactive Robots. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.18365>
- Ualikhanova, B. S., & Karataev, N. S. (2022). Methods of Teaching the Robotics Course in Elementary School. *Bulletin of Iasau University*, 4 (126), 189–199. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.16>

Стаття надійшла до редакції 03.02.2026

Прийнято до друку 26.03.2026

Опубліковано 30.03.2026

## ROBOTICS IN PRIMARY SCHOOL: FROM PLAYFUL ACTIVITY TO CONSCIOUS STEM PROJECTING

**Marianna Shvardak**

<https://orcid.org/0000-0002-9560-9008>

Doctor of Sciences in Pedagogy, Professor,  
Professor of the Department of Pedagogy of Preschool,  
Primary Education and Educational Management,  
Faculty of Pedagogy,  
Mukachevo State University,  
26 Uzhgorodska Str., 89607, Mukachevo, Ukraine  
[anna-mari\\_p@ukr.net](mailto:anna-mari_p@ukr.net)

**Oksana Popovych**

<https://orcid.org/0000-0002-0321-048X>

Doctor of Sciences in Pedagogy, Professor,  
Dean of the Faculty of Pedagogy,  
Mukachevo State University,  
26 Uzhgorodska Str., 89607, Mukachevo, Ukraine  
[ksysha31071984@ukr.net](mailto:ksysha31071984@ukr.net)

*The article explores the role of educational robotics as a universal didactic tool within the context of Industry 4.0. The purpose of the study is to substantiate the mechanisms of a systematic transition from playful activity to conscious STEM projecting and to define the conditions for forming innovative competence in primary school students. The research methodology is based on a combination of theoretical analysis of scientific sources and a comparative-pedagogical study of hardware platforms like LEGO Education and VEX GO, as well as virtual simulators such as Tinkercad Circuits and VEXcode VR. The research procedure involves the implementation of the “4C” cyclic model (connect, construct, contemplate, and continue), ensuring a logical transition from playful curiosity to a complete engineering design cycle. The results reveal the essence of robotics as an integrative foundation for developing engineering thinking, which stimulates divergent problem-solving and visualizes abstract scientific concepts. It is proven that the use of visual programming environments eliminates technical barriers, while the “learning-by-teaching” paradigm involving a robot partner improves long-term knowledge retention. The study justifies the effectiveness of the fragmentary integration of robotic elements into mathematics, informatics, design and technology, and the “I Explore the World” course for the comprehensive formation of soft skills. The authors identified key challenges in technology implementation, such as personnel shortages and material barriers, and outlined strategies for overcoming them through international scientific cooperation within the EDUROB project. It is concluded that the systematic transition to STEM projecting transforms the primary school into a space for scientific inquiry, where children become active creators of future technologies.*

**Keywords:** construction, educational robotics, engineering thinking, play activities, primary school, primary school student, STEM.



# МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: [www.msu.edu.ua](http://www.msu.edu.ua)

E-mail: [info@msu.edu.ua](mailto:info@msu.edu.ua), [pr@mail.msu.edu.ua](mailto:pr@mail.msu.edu.ua)

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>