



”

Павловський Ю., Лешко Р. Електротехніка та електроніка як фундаментальна основа вивчення освітньої робототехніки майбутніми вчителями технологій. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2025. Том 13, № 9. С. 118-124. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i9-016>.

Pavlovskyy Yu., Leshko R. Elektrotehnika ta elektronika yak fundamentalna osnova vvyvchennia osvithnoi robototekhniki maibutnimi vchyteliamy tekhnolohii [Electrical engineering and electronics as the fundamental basis for studying educational robotics by future technology teachers]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2025. Vol. 13, No 9. S. 118-124. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i9-016>.

УДК 37.016:62

DOI: 10.31110/2616-650X-vol13i9-016

Юрій ПАВЛОВСЬКИЙ

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-8194-6820>yu_pavlovskyy@ukr.net**Роман ЛЕШКО**

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-9072-164X>leshkoroman@gmail.com

ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОНІКА ЯК ФУНДАМЕНТАЛЬНА ОСНОВА ВИВЧЕННЯ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. У статті розглядається проблема формування готовності майбутніх учителів технологій до впровадження освітньої робототехніки у закладах загальної середньої освіти. Обґрунтовується положення про те, що електротехніка та електроніка є фундаментальною науково-практичною основою вивчення й викладання робототехніки, оскільки забезпечують студентів системними знаннями про електричні кола, напівпровідникові прилади, сенсори, мікроконтролери та принципи їх інтеграції в робототехнічні системи. Звертається увага на сучасний стан досліджень у галузі освітньої робототехніки та педагогічної підготовки майбутніх учителів технологій, визначаються тенденції й прогалини наукових розвідок у цій сфері. У роботі наголошується, що більшість досліджень присвячено методиці впровадження STEM-підходу, розробці навчальних моделей і дидактичних сценаріїв, однак системне осмислення ролі електротехнічної та електронної підготовки у формуванні професійної компетентності педагогів залишається недостатнім. У цьому контексті запропоновано концепцію курсу «Електротехніка та електроніка», зміст якого структуровано за принципом поступового ускладнення: від вивчення базових понять електротехніки до їх практичної реалізації в умовах сучасних робототехнічних проєктів. Для реалізації освітніх завдань існує необхідність створення сучасних лабораторних умов: наявність електронних компонентів, макетних плат, вимірювальних приладів, а також комплектів робототехніки з відкритою архітектурою. Важливою складовою є використання цифрових симуляторів і середовищ моделювання, що підвищує безпечність та ефективність навчання. Додатково акцентовується увага на формуванні у студентів навичок безпечної роботи з електричними колами та етичного використання технічних ресурсів. Включення електротехніки та електроніки в систему підготовки майбутніх учителів технологій розглядається як засіб формування їхньої методичної готовності до впровадження STEM-освіти у школі, що у перспективі забезпечить підвищення якості технічної освіти та конкурентоспроможності випускників.

Ключові слова: електротехніка; електроніка; освітня робототехніка; STEM-освіта; майбутні вчителі технологій; професійна підготовка.

Yurii PAVLOVSKYY

Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-8194-6820>yu_pavlovskyy@ukr.net**Roman LESHKO**

Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-9072-164X>leshkoroman@gmail.com

ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTRONICS AS THE FUNDAMENTAL BASIS FOR STUDYING EDUCATIONAL ROBOTICS BY FUTURE TECHNOLOGY TEACHERS

Abstract. The article examines the issue of preparing future technology teachers to integrate educational robotics into general secondary education institutions. It substantiates the position that electrical engineering and electronics form the fundamental scientific and practical basis for studying and teaching robotics, as they provide students with a systematic understanding of electrical circuits, semiconductor devices, sensors, microcontrollers, and the principles of integrating these components into robotic systems. Attention is drawn to the current state of research in the field of educational robotics and the pedagogical training of future technology teachers, identifying trends and gaps in scientific studies in this area. The paper emphasizes that most studies focus on the methodology of implementing the STEM approach, developing educational models, and didactic scenarios; however, a systematic understanding of the role of electrical and electronic training in shaping teachers' professional competence remains insufficient. In this context, a concept for the course "Electrical Engineering and Electronics" is proposed, whose content is structured according to the principle of gradual complexity: from studying the basic concepts of electrical engineering to their practical implementation in modern robotics projects. To achieve educational objectives, it is necessary to

create modern laboratory conditions, including the availability of electronic components, breadboards, measuring instruments, and robotics kits with open architecture. A key component is the use of digital simulators and modeling environments, which enhance the safety and effectiveness of learning. Additionally, emphasis is placed on developing students' skills in safely working with electrical circuits and the ethical use of technical resources. The inclusion of electrical engineering and electronics in the training system for future technology teachers is viewed as a means of developing their methodological readiness to implement STEM education in schools, which, in the long run, will ensure an improvement in the quality of technical education and the competitiveness of graduates.

Keywords: *electrical engineering; electronics; educational robotics; STEM education; future technology teachers; professional training.*

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням інноваційних технологій, що спрямовані на формування в учнів ключових компетентностей для життя у цифровому суспільстві. Одним із провідних напрямів у цьому контексті виступає STEM-освіта, яка інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику в єдиний освітній процес. Важливе місце в ній посідає освітня робототехніка – потужний засіб розвитку технічного мислення, творчості, дослідницьких умінь і практичних навичок застосування знань у реальних життєвих і виробничих ситуаціях.

Для успішного впровадження робототехніки у навчальний процес необхідна ґрунтовна підготовка майбутніх учителів технологій. Саме вони стають провідниками інновацій у школі, формуючи в учнів уміння конструювати, програмувати та керувати роботизованими системами. Однак оволодіння робототехнікою неможливе без базових знань з електротехніки та електроніки, адже ці дисципліни забезпечують розуміння принципів роботи електричних кіл, сенсорів, виконавчих механізмів і мікроконтролерів.

Електротехніка й електроніка формують фундамент для подальшого опанування освітньої робототехніки. Вивчення законів електричного струму, властивостей електронних компонентів та особливостей побудови схем дозволяє майбутнім учителям технологій усвідомлено підходити до розробки та реалізації навчальних проєктів. Таке підґрунтя сприяє не лише розвитку їхніх професійних компетентностей, але й формує здатність організовувати пізнавальну діяльність школярів, у якій інтегруються знання з різних галузей.

У цьому контексті актуальним є дослідження ролі електротехніки та електроніки як фундаментальної основи для вивчення освітньої робототехніки. Це дозволяє визначити ефективні шляхи інтеграції технічних знань у систему професійної підготовки вчителів технологій, удосконалити навчально-методичне забезпечення та підвищити рівень готовності майбутніх педагогів до реалізації сучасних освітніх викликів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останнього десятиліття, а особливо в період з 2020 по 2025 рік, спостерігається помітне зростання наукового інтересу до проблематики освітньої робототехніки та її інтеграції в систему підготовки майбутніх педагогів. Освітня робототехніка розглядається не лише як технічний інструмент, але і як комплексний засіб розвитку ключових компетентностей учнів і студентів у межах STEM-освіти. Вона об'єднує знання з фізики, інформатики, електротехніки, електроніки, механіки та програмування, що робить її універсальним інтегративним середовищем для практичного навчання [1-4].

Активний інтерес до освітньої робототехніки простежується і в сучасних українських наукових дослідженнях. Проблеми впровадження освітньої робототехніки в освітній простір України значну увагу приділяють такі науковці, як Н. Морзе, О. Ступницька, Д. Підгірного, Н. Серюженко, Я. Братейко, І. Чиж, О. Спірін, С. Семеріков, О. Топузов, А. Дрокіна, О. Кривонос, Т. Азізов та ін. У їхніх роботах акцентується на ролі STEM-освіти у формуванні ключових компетентностей учнів, зокрема інженерно-технічного мислення, а також на методичних підходах до інтеграції робототехнічних модулів у шкільні курси [5-12].

У роботі [13] представлено класифікацію сучасних робототехнічних платформ, доступних для використання у школах та університетах. Автор систематизує готові технічні рішення (LEGO Mindstorms, Arduino, VEX Robotics тощо) й визначає їхній освітній потенціал. Дослідження є корисним для вибору обладнання, проте воно носить радше оглядовий характер і не висвітлює глибокої електротехнічної складової.

Схожий підхід демонструє Ю. Матвієнко [14], аналізуючи дидактичний потенціал спортивної робототехніки. Автор обґрунтовує цінність участі учнів у змаганнях (FIRST LEGO League, RoboFest) для формування інженерних та командних компетентностей. Однак робота майже не зачіпає питання системної технічної підготовки педагогів.

У збірнику наукових праць [15] ряд дослідників аналізують організаційні й педагогічні умови підготовки майбутніх учителів інформатики та технологій до використання робототехніки у навчальному процесі. Автори наголошують на потребі формування комплексних компетентностей, що поєднують знання з інформатики, електротехніки, математики й педагогіки.

У статті [16] наголошено на необхідності включення робототехніки у професійну підготовку майбутніх інженерів-педагогів. Автори стверджують, що робототехніка сприяє формуванню

професійних компетентностей, проте вказують на нестачу методично обґрунтованих курсів, які б поєднували апаратну й програмну складові.

Аналіз наведених публікацій свідчить про активний розвиток досліджень з проблематики освітньої робототехніки як у світі загалом, так і в Україні зокрема. Дослідники пропонують різні моделі інтеграції робототехніки у навчальні програми, приділяють увагу STEM-підходам і класифікації сучасних платформ. Однак більшість робіт зосереджується на педагогічних і організаційних аспектах, тоді як системне дослідження ролі базової підготовки з електротехніки та електроніки у формуванні компетентностей майбутніх педагогів, здатних навчати робототехніці, залишається недостатньо висвітленим. Це відкриває перспективу для подальших емпіричних і методичних розробок, які б поєднували технічну базу з педагогічними інноваціями.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні базових знань з електротехніки та електроніки як фундаментальної основи для вивчення освітньої робототехніки у підготовці майбутніх учителів технологій, а також у розробленні змісту й планування курсу «Електротехніка та електроніка», що забезпечує перехід від засвоєння базових понять до їх практичної реалізації у робототехнічних системах та формує готовність студентів до вивчення окремого освітнього компоненту «Освітня робототехніка» та викладання цієї тематики у закладах загальної середньої освіти.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано метод порівняльного аналізу наукових джерел з питань підготовки педагогів, інтеграції STEM-підходів і використання робототехнічних комплексів у навчальному процесі; системний підхід для обґрунтування курсу «Електротехніка та електроніка» як цілісного навчального компоненту; метод моделювання для розроблення структури та планування курсу, а також узагальнення педагогічного досвіду для формулювання практичних рекомендацій.

Виклад основного матеріалу. Розвиток робототехніки як освітньої галузі ґрунтується на інтеграції кількох ключових напрямів знань: інформатики, фізики, математики, механіки, електротехніки та електроніки. Серед них саме електротехніка та електроніка виконують базову функцію, оскільки визначають принципи роботи усіх апаратних компонентів робототехнічних систем.

Електротехніка формує фундаментальні уявлення про роботу електричних кіл, передавання та споживання енергії. Робототехнічні пристрої функціонують завдяки узгодженій роботі джерел живлення, електродвигунів, систем керування та виконавчих механізмів. Без розуміння таких понять, як:

- електричний струм, напруга, опір;
- закони Ома та Кірхгофа;
- потужність, енергоефективність, втрати у колах;
- принципи роботи трансформаторів, двигунів та генераторів – неможливо пояснити та якісно застосувати практичні аспекти конструювання робототехнічних систем.

Для майбутніх учителів технологій володіння електротехнікою є необхідною умовою: вони мають уміти не тільки користуватися готовими навчальними наборами, а й пояснювати учням механізми роботи електроприводу, особливості підключення сенсорів та контролю енергоспоживання. Це забезпечує системність знань школярів і формує їх технічну грамотність.

Якщо електротехніка вивчає макрорівень – роботу електричних систем у цілому, то електроніка заглиблюється у мікрорівень: будову та функціонування окремих компонентів, що забезпечують інтелектуальність робототехнічних пристроїв.

Основу сучасних роботів становлять:

- сенсори та датчики (температури, освітленості, руху, відстані);
- виконавчі пристрої (сервоприводи, крокові двигуни, електромагніти);
- напівпровідникові прилади (діоди, транзистори, мікросхеми);
- мікроконтролери та мікропроцесори (Arduino, Raspberry Pi тощо).

Розуміння принципів їх роботи дозволяє майбутньому вчителю технологій не лише налаштовувати готові робототехнічні комплекти, а й створювати власні схеми, розробляти інноваційні проєкти, інтегрувати електронні пристрої у навчальний процес.

Освітня робототехніка виступає синтезом базових технічних знань, де електротехніка забезпечує основу енергетики й силової частини, а електроніка – інтелектуальне керування та інтерактивність. Такий взаємозв'язок можна описати через три рівні:

1. Енергетичний рівень (живлення, передача енергії, електродвигуни).
2. Рівень керування (мікроконтролери, логічні схеми, алгоритмічне програмування).
3. Інтерактивний рівень (сенсори, зворотний зв'язок, адаптивність систем).

Завдяки поєднанню цих рівнів робототехніка стає не лише навчальним інструментом, а й полем для розвитку інженерних компетентностей учнів та студентів.

Для майбутнього вчителя технологій електротехніка та електроніка важливі не тільки як технічні дисципліни, але й як методична база. Учителю має володіти:

- здатністю пояснити учням принципи роботи простих і складних електронних пристроїв;
- умінням поєднати теоретичні знання з практичними експериментами;
- навичками інтеграції електротехнічних і електронних знань у шкільні проєкти з робототехніки.

Таким чином, системна підготовка з електротехніки та електроніки дозволяє майбутнім педагогам, по перше, успішно освоїти навчальну дисципліну «Освітня робототехніка» і, як наслідок, підвищувати якість викладання технологій, створювати навчальні ситуації проблемного та дослідницького характеру, мотивувати учнів до вивчення STEM-дисциплін. Для цього у навчальному плані підготовки вчителів технологій освітня компонента «Електротехніка та електроніка» повинна виконувати роль базової складової, на якій вибудовується подальше опанування курсу «Освітня робототехніка». Тому її зміст та структура мають бути організовані так, щоб забезпечити логічний перехід від фундаментальних електротехнічних понять до практичних навичок, які згодом застосовуватимуться у проєктуванні та реалізації робототехнічних систем. Ми пропонуємо структурувати навчальну дисципліну «Електротехніка та електроніка» за принципом «від простого до складного» та «від базових понять до прикладних робототехнічних рішень». Така організація забезпечує поступове формування компетентностей і створює цілісну систему знань, яка не розривається між окремими курсами, а послідовно інтегрується у навчальний процес.

Важливо наголосити, що розроблена нами структура курсу «Електротехніка та електроніка» не дублює, а закладає фундамент для подальшого системного опанування освітньої робототехніки. Зокрема:

- знання про електродвигуни напряду переходять у тематику приводів роботів;
- опрацювання сенсорів та електронних схем є основою для створення адаптивних робототехнічних моделей;
- навички програмування мікроконтролерів на базовому рівні готують до складніших алгоритмів у робототехнічних системах;
- методичні завдання спрямовані на розробку навчальних кейсів, які потім розгортаються у курсі «Освітня робототехніка».

Велике значення у курсі відводиться лабораторним і практичним роботам, які моделюють реальні завдання робототехніки. Наприклад:

- складання електричного кола з елементами керування світлодіодами;
- створення схеми живлення для невеликого робота;
- підключення датчика температури та виведення показників на дисплей;
- керування сервоприводом через Arduino.

Ці завдання забезпечують безпосередній зв'язок між теорією та практикою, а також мотивують студентів до переходу на наступний рівень – створення комплексних робототехнічних проєктів.

Таким чином, курс «Електротехніка та електроніка» виконує триєдину функцію:

1. Формує фундаментальні знання з технічних дисциплін.
2. Створює місток до курсу «Освітня робототехніка».

3. Забезпечує методичну підготовку майбутніх учителів технологій для впровадження технічних ідей у шкільну практику.

Для забезпечення ефективності навчального процесу доцільно реалізувати такі рекомендації:

1. Важливо, щоб у структурі робочої програми з електротехніки та електроніки для підготовки майбутніх учителів технологій були передбачені окремі модулі, які б охоплювали:

- основи електричних кіл і законів електротехніки;
- будову та принципи роботи електронних компонентів (резистори, конденсатори, транзистори, діоди, мікросхеми);
- елементарні схеми керування двигунами та сенсорами;
- основи живлення та захисту електронних пристроїв.

Ефективним є впровадження навчальних завдань, які передбачають створення простих електронних проєктів із практичним застосуванням. Наприклад, збирання макетів систем освітлення з автоматичним вимикачем, датчиків температури або вологості, керування електродвигуном. Подібні завдання дозволяють студентам не лише вивчати теоретичні закони, а й бачити їх реалізацію на практиці.

Для більшої інтеграції навчання доцільно використовувати сучасні навчальні комплекти (Arduino, Raspberry Pi, Micro:bit), які одночасно дають змогу розвивати як електротехнічні, так і програмувальні навички. При цьому важливо звертати увагу не тільки на роботу з готовими модулями, а й на можливість їхнього доопрацювання, модернізації або діагностики.

Виходячи з вище сказаного нами розроблено структуру та тематичне планування курсу «Електротехніка та електроніка», як фундаментальної основи вивчення освітньої робототехніки майбутніми вчителями технологій (табл. 1).

Таблиця 1.

Структура та тематичне планування курсу «Електротехніка та електроніка»

Модуль / Тема	Лекції (год.)	Лабораторні / Практикум (год.)	Самостійна робота / домашні завдання (год.)	Всього (год.)
Модуль 1. Вступ до електротехніки та електроніки	2	3	10	15
Тема 1. Роль електротехніки й електроніки	0,5	–	2	3
Тема 2. Електричні величини та їх вимірювання	0,5	1	4	6
Тема 3. Закон Ома та закони Кирхгофа	1	2	4	8
Модуль 2. Пасивні елементи та основи роботи електричних кіл	2	3	10	15
Тема 4. Резистори, конденсатори, індуктивності	1	2	4	10
Тема 5. Типи електричних кіл	0,5	1	4	4
Тема 6. Енергозбереження та захист схем	0,5	–	2	3
Модуль 3. Активні елементи та напівпровідникові прилади	4	5	18	27
Тема 7. Діоди, транзистори, світлодіоди	1	2	6	10
Тема 8. Підсилювальні та комутаційні схеми	1	2	6	7
Тема 9. Мікросхеми та логічні елементи	2	1	6	6
Модуль 4. Джерела живлення та вимірювальні прилади	2	3	10	15
Тема 10. Батареї, акумулятори, блоки живлення	0,5	2	4	7
Тема 11. Основи електробезпеки	0,5	–	2	3
Тема 12. Використання мультиметра та осцилографа	1	1	4	6
Модуль 5. Основи цифрової електроніки та мікроконтролери	4	4	16	24
Тема 13. Цифрові сигнали, логічні схеми	2	1	6	9
Тема 14. Архітектура мікроконтролерів	1	1	6	7
Тема 15. Підключення сенсорів та виконавчих механізмів	1	2	4	7
Модуль 6. Інтеграція електроніки в освітню робототехніку	4	6	20	30
Тема 16. Робототехнічні платформи	1	2	6	8
Тема 17. Створення інтерактивних проєктів	1	2	8	8
Тема 18. Основи програмування мікроконтролерів	2	2	6	12
Модуль 7. Методика викладання електротехніки та електроніки	2	2	8	12
Тема 19. Організація навчальних занять	1	1	4	5
Тема 20. Міждисциплінарні зв'язки	0,5	0,5	2	3
Тема 21. Безпека та відповідальне ставлення	0,5	0,5	2	4
Модуль 8. Підсумковий проєкт	–	4	8	12
Разом з курсу	20	30	100	150

Така структура дозволяє пройти шлях від базових електротехнічних понять до їх практичної реалізації у реальних робототехнічних системах, а також забезпечує методичну готовність студентів до успішного опанування курсу «Освітня робототехніка» та викладання цієї тематики у школі.

Варто також зазначити, що для практичного опанування електротехніки та електроніки навчальні заклади повинні мати сучасні лабораторії, обладнані наборами електронних компонентів і макетними платами, приладами для вимірювання (мультиметрами, осцилографами, джерелами живлення), а також комплектами робототехніки з відкритою архітектурою. Важливо передбачити можливість використання симуляційних програм (наприклад, Tinkercad Circuits), які дозволяють студентам безпечно моделювати електронні схеми перед їхнім реальним складанням.

Важливим аспектом є формування міждисциплінарних зв'язків. Інтеграція електротехніки та електроніки з такими дисциплінами, як фізика, інформатика та механіка, сприяє усвідомленню студентами комплексного характеру майбутньої професійної діяльності й готує їх до організації

міжпредметного навчання школярів.

Не менш значущим чинником є акцент на безпеку та етику використання технічних засобів. Усі лабораторні роботи з електротехніки та електроніки повинні містити спеціальні розділи, присвячені безпечній роботі з електричними колами та правильному поводженню з обладнанням. Це дозволяє майбутнім учителям уникати аварійних ситуацій та водночас формувати у школярів відповідальне ставлення до техніки.

Окрему увагу варто приділити впровадженню інноваційних педагогічних підходів. Ефективними у навчанні є методи проблемного навчання, кейс-стаді, навчання через гру та хакатони, що стимулюють творче мислення студентів і заохочують їх до пошуку нестандартних рішень. Наприклад, продуктивним завданням може бути створення прототипу системи «розумний клас» із використанням датчиків руху та автоматичного освітлення.

Поступове ускладнення змісту навчання є ще однією важливою умовою успішної підготовки майбутніх учителів технологій. Вивчення дисципліни доцільно організовувати за принципом від простого до складного: від елементарних електричних кіл – до створення комплексних систем керування, інтегрованих у робототехнічні проекти.

Таким чином, включення електротехніки та електроніки до підготовки майбутніх учителів технологій повинно мати комплексний характер, який охоплює як теоретичну базу та лабораторні експерименти, так і практичні проекти та їх інтеграцію з освітньою робототехнікою. Такий підхід сприяє формуванню у майбутніх педагогів не лише професійної компетентності, а й здатності творчо та ефективно застосовувати технічні знання у навчальному процесі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження підтверджує, що електротехніка та електроніка є фундаментальною основою для підготовки майбутніх учителів технологій до впровадження освітньої робототехніки. Розроблений зміст курсу «Електротехніка та електроніка» забезпечує послідовне формування базових знань і практичних навичок, необхідних для розуміння принципів роботи робототехнічних систем, інтеграції сенсорів та керуючих елементів, а також організації навчальної діяльності школярів у рамках STEM-освіти. Забезпечення міждисциплінарних зв'язків, лабораторних практикумів та інноваційних педагогічних підходів дозволяє підвищити методичну готовність студентів і формує їхню професійну компетентність. Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні емпіричних експериментів щодо ефективності запропонованого курсу в умовах різних освітніх закладів, а також розробці інтегрованих навчальних програм з освітньої робототехніки.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

Джерела фінансування. Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Доступність даних. Це дослідження не передбачало використання окремих наборів даних.

Використання засобів штучного інтелекту (ШІ). Під час підготовки цієї роботи автори не використовували інструменти штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Fan Ouyang, Weiqi Xu. The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. 2021. Vol. 11, No. 7. P. 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
2. Giannandrea L., Gratani F., Renier A. Teacher training on Educational Robotics: a systematic review. *International Journal of Social Science and Technology*. 2021. Vol. 6, No. 4. https://www.researchgate.net/publication/357353215_Teacher_training_on_Educational_Robotics_a_systematic_review
3. Sapounidis T., Alimisis D. Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. In book: *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forward*. Chapter: 9 Publisher: Nova science publishers: Hauppauge, USA. 2020. P. 167–190. https://www.researchgate.net/publication/346588762_Educational_robotics_for_STEM_A_review_of_technologies_and_some_educational_considerations
4. Zamora P., Lozada A., Buele J., Aviles-Castillo F. Robotics in higher education and its impact on digital learning. *Frontiers in Computer Science*. 2025. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1607766>
5. Морзе Н. Освітня робототехніка як перспективний напрям STEM-освіти. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2018. № 5. С. 178–187. <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/175>
6. Струтинська О. Використання робототехніки та 3D технологій в умовах розвитку STEM освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. № 7. С. 96–109. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019.7.10>
7. Струтинська О. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2019. С. 324–344. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s30>
8. Кривонос О.М. Проблеми навчання робототехніці, як одного з компонентів STEM-освіти. *Академічні візії*. 2023. № 20. <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/424>
9. Робототехніка як один з інструментів реалізації STEM-освіти / Д. Підгірний та ін. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2024. №. 30. С. 67–71. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2024-30.67-71>

10. Дрокіна А.С. Упровадження освітньої робототехніки у напрямі реалізації STEM-освіти в початковій школі. *Академічні візії*. 2024. 36. С. 1-7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14042543>
11. Сіпій В. Робототехніка як STEM-технологія в шкільній освіті. *Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 квітня 2025 року, м. Київ). 2025. С. 230-233. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15564527>
12. Азізов Т., Люльченко В., Орлова О. Щодо впровадження робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої освіти на уроках технологій в контексті STEM-освіти. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2025. Вип. 1. С. 17-25. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.1.2025.326191>
13. Баранов, С.С. Класифікація робототехнічних платформ та готових технічних рішень для навчання учнів основ робототехніки. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету»*. 2021. № 11. С. 1–12. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.111>
14. Матвієнко Ю. Дидактичний потенціал спортивної освітньої робототехніки. *Педагогічні науки*, 2022. № 80. С. 52–56. <https://doi.org/10.33989/2524-2474.2022.80.278213>
15. *Освітня робототехніка*. Збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції (14 квітня 2022 р.) Дніпро, 2022. 162 с. <https://dkrkm.org.ua/cache/2021-2022/konf/300422/robototech.pdf>
16. Мазур І.-С., Франко Ю. Про необхідність вивчення робототехніки як засобу формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2024. Т. 11, № 1. С. 16–21. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i1-003>

References

1. Fan Ouyang, Weiqi Xu. (2021). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*. 11(7). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
2. Giannandrea L., Gratani F., Renier A. Teacher training on Educational Robotics: a systematic review. *International Journal of Social Science and Technology*. 2021. Vol. 6, No. 4. https://www.researchgate.net/publication/357353215_Teacher_training_on_Educational_Robotics_a_systematic_review
3. Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. In book: *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forward*. Chapter: 9 Publisher: Nova science publishers: Hauppauge, USA. 167–190.
4. Zamora P., Lozada A., Buele J., Aviles-Castillo F. Robotics in higher education and its impact on digital learning. *Frontiers in Computer Science*. 2025. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1607766>
5. Morze N. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam STEM-osvity. *Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*. (5), 78–187. (in Ukrainian).
6. Strutynska O. (2019). Vykorystannia robototekhniki ta 3D tekhnologii v umovakh rozvytku STEM osvity. *Vidkryte osvितnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. (7), 96–109. (in Ukrainian).
7. Strutynska O. (2019). Aktualnist vprovadzhennia osvitnoi robototekhniki v ukrainsku shkolu. *Vidkryte osvितnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. 324–344. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s30> (in Ukrainian).
8. Kryvonos O.M. (2023). Problemy navchannia robototekhnitsi, yak odnogo z komponentiv STEM-osvity. *Akademichni vizii*. (20). <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/424> (in Ukrainian).
9. Robototekhnika yak odyin z instrumentiv realizatsii STEM-osvity / D. Pidhirnyi ta in. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriya pedahohichna*. 2024. (30), 67–71. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2024-30.67-71> (in Ukrainian).
10. Drokina A.S. (2024). Uprovadzhennia osvitnoi robototekhniki u napriami realizatsii STEM-osvity v pochatkovii shkoli. *Akademichni vizii*. (36), 1–7. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14042543> (in Ukrainian).
11. Sipii V. (2025). Robototekhnika yak STEM-tekhnologii v shkilni osviti. *Tsyfrova transformatsiia v osviti: vyklyky ta perspektyvy*. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (15–16 kvitnia 2025 roku, m. Kyiv). 230–233. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15564527> (in Ukrainian).
12. Taliat Azizov, Viacheslav Liulchenko, Olha Orlova. (2025). Shchodo vprovadzhennia robototekhniki v osvitnii protses zakladiv zahalnoi serednoi osvity na urokakh tekhnologii v konteksti STEM-osvity. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*. 1, 17–25. (in Ukrainian).
13. Baranov, S.S. (2021). Klyasyfikatsiia robototekhnichnykh platform ta hotovykh tekhnichnykh rishen dla navchannia uchniv osnov robototekhniki. *Elektronne naukovе fakhove vydannia «Vidkryte osvितnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu»*. (11), 1–12. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.111> (in Ukrainian).
14. Matviienko Yu. (2022). Dydaktychnyi potentsial sportyvnoi osvitnoi robototekhniki. *Pedahohichni nauky*. (80), 52–56. <https://doi.org/10.33989/2524-2474.2022.80.278213> (in Ukrainian).
15. *Osvitnia robototekhnika*. Zbirnyk materialiv II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (14 kvitnia 2022 r.) Dnipro, 2022. 162 s. <https://dkrkm.org.ua/cache/2021-2022/konf/300422/robototech.pdf> (in Ukrainian).
16. Mazur I.-S., Franko Yu. (2024). Pro neobkhdnist vyvchennia robototekhniki yak zasobu formuvannia profesiynykh kompetentnostei maibutnikh inzheneriv-pedahohiv. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*. 11(1), 16–21. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i1-003> (in Ukrainian).

| Матеріал надійшов до редакції: 06.10.2025 р. | Прийнято до друку: 12.11.2025 р. | Опубліковано: 28.11.2025 р. |



This work is licensed under a Creative Commons License Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).