

Проблеми навчання робототехніці, як одного з компонентів STEM-освіти

Кривонос Олександр Миколайович¹

| Опубліковано | Секція | УДК |
|--------------|-------------------|------------------------------|
| 30.06.2023 | Освіта/Педагогіка | 37.014.544:[37.016:004(477)] |

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8096633>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація. Наразі, на жаль, українська освітня система ще не має стандартизованого курсу з робототехніки. Однак, деякі школи та освітні заклади в Україні впроваджують вивчення робототехніки у формі додаткових занять або позашкільних гуртків.

Для вивчення робототехніки в українських школах можуть використовуватися різні підходи. Наприклад, деякі школи організують спеціальні гуртки з робототехніки, де учні мають можливість вчитися програмувати та будувати роботів за допомогою спеціальних наборів конструкторів. Ці гуртки можуть бути проведені як у школі, так і у позашкільних навчальних закладах або центрах розвитку. Введення робототехніки в навчальний план закладів середньої освіти потребує суттєвих змін у системі підготовки вчителів, які навчатимуть учнів робототехніці. Підготовка педагогів до навчання школярів робототехніки здійснюється як у рамках програм підготовки бакалаврів у педагогічних університетах, так і в рамках різних курсів підвищення кваліфікації. Різні країни здійснюють таку підготовку по-різному.

В одних країнах підготовка вчителів робототехніки фінансується державою, в інших – за рахунок приватних ініціатив. Місією більшості зарубіжних освітніх організацій є використання мотиваційних ефектів робототехніки для активізації школярів та залучення їх до STEM-освіти. Багато виробничих компаній не тільки продають робототехнічне обладнання, а й готують методичні та навчальні матеріали для реалізації технології STEM-освіти, а також створюють електронні освітні ресурси, навчальні програми, онлайн-уроки, матеріали для оцінювання та багато іншого. Навчання педагогів та школярів, при цьому базується на устаткуванні, яке виробляють такі компанії.

Ключові слова: робототехніка, програмування, творчість, навчання робототехніки.

Problems of Learning Robotics as One of the Components of STEM Education

Abstract. Unfortunately, the Ukrainian educational system does not yet have a standardised course in robotics. However, some schools and educational institutions in Ukraine are introducing robotics in the additional classes or extracurricular clubs.

¹ доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна, 10014, м. Житомир, вул. В. Бердичівська 40, <https://orcid.org/0000-0002-4211-6541>

Different approaches can be used to teach robotics in Ukrainian schools. For example, some schools organise special robotics clubs where students have the opportunity to learn how to program and build robots using special kits. These clubs can be held both at school and in out-of-school educational institutions or development centres. The introduction of robotics into the curriculum of secondary education institutions requires significant changes in the system of training teachers who will teach students robotics. Teachers are trained to teach robotics to students both as part of bachelor's degree programmes at pedagogical universities and as part of various in-service training courses. Different countries provide such training in different forms.

Some countries fund the training of robotics teachers, while others fund it through private partnerships. The goal of most foreign educational organisations is to use the motivational effects of robotics to activate students and engage them in STEM education. Many manufacturing companies not only sell robotics equipment, but also prepare methodological and educational materials for the implementation of STEM education technology, as well as create electronic educational resources, curricula, online lessons, assessment materials, and much more. The teachers and pupils are trained on the equipment produced by such companies.

Key words: robotics, programming, creativity, robotics education.

Вступ

Освіта в галузі STEM (наука, технології, інженерія та математика) в Україні є важливим напрямком розвитку. Уряд та освітні установи активно працюють над покращенням якості STEM-освіти та сприянням зацікавленості учнів у цих галузях.

Навчання STEM-дисциплін починається у школах, де здобуваються основні знання з математики, фізики, хімії та біології. Уряд займається впровадженням нових методик та програм, спрямованих на підвищення рівня підготовки вчителів у цих предметах.

Нормативно-правова база STEM-освіти в Україні включає низку законослухняних актів та нормативних документів, які регулюють на пряму освіту. Усього кілька ключових документів:

Закон України "Про освіту" встановлює загальні засідки системи освіти в Україні. Він призначає пріоритети у розвитку освіти, включаю STEM-напрямок, та творю закону основу для впровадження STEM-освіти у школах та вищих навчальних закладах.

Національна стратегія розвитку освіти в Україні до 2021 року "Нова українська школа" містить цілі та завдання щодо розвитку STEM-освіти. Вона передбачає впровадження сучасних підходів до навчання учнів, включаю STEM-предмети та методику.

Програма "STEM-освіта" визначає засади принципів та зміст STEM-навчання в українських школах. Вона орієнтована на розвиток наукових знань у галузях науки, технології, інженерії та математики, підприємець, формує критичне мислення та творчі здібності.

Державний стандартний базовий та постійна загальна середня освіта містить вимоги про час до навчальних програм, в діючу кількість STEM-предметів, які повинні бути освоєні процесі навчання.

Методичні рекомендації та довідники Міністерства освіти і науки України, обласні управління освіти та наукові установи надають вчителям додатків матеріали та ресурси для впровадження STEM-навчання.

У Вищій освіті в Україні також існують різноманітні можливості для отримання STEM-освіти. Багато університетів пропонують програми бакалавра, магістра та доктора філософії в галузях науки, технологій, інженерії та математики. Існують також спеціалізовані інститути, які фокусуються на STEM-освіті та дослідженнях, такі як

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" та Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

Уряд також вкладає зусилля в розвиток STEM-програм для студентів, наукових досліджень та інновацій. Існують державні програми та ініціативи, спрямовані на підтримку студентів та молодих вчених, таких як стипендіальні програми, гранти на дослідження та конкурси з інноваційних проектів.

Насамперед, STEM-освіта в Україні стає все більш популярною і доступною для молоді.

Одним із важливих аспектів розвитку STEM-освіти в Україні є залучення дівчат і жінок до цих галузей. Уряд та неприбуткові організації активно працюють над зменшенням гендерного питання в STEM-сфері. Здійснюються заходи для підвищення свідомості та зацікавленості дівчат у науці, технологіях, інженерії та математиці. Такі ініціативи сприяють розширенню талановитого STEM-персоналу та створенню більш рівноправних умов для жінок у цих галузях.

Крім того, в Україні поширені позашкільні STEM-освітні програми та академії. Ці ініціативи дозволяють учням отримати практичні навички та сприяють їх зацікавленості у науці та технологіях. Деякі з цих програм проводяться у співпраці з промисловими компаніями та науковими установами, що дозволяє учням мати практичний досвід та ознайомитися з реальними проектами.

Значна увага також приділяється розвитку інфраструктури для STEM-освіти. Багато шкіл та університетів отримують нове обладнання та лабораторії для практичних занять у галузях науки, технологій, інженерії та математики. Це створює сприятливі умови для студентів та науковців у проведенні досліджень та розвитку інноваційних проектів.

Україна також активно співпрацює з міжнародними партнерами у галузі STEM-освіти. Існують обмінні програми для студентів та викладачів, міжнародні конференції

Робототехніка визнана ефективним засобом інженерної освіти школярів у всьому світі. Для залучення дітей до технічної творчості та стимулювання розвитку інженерного мислення необхідні кваліфіковані фахівці, компетентні не лише у програмуванні, а й в електроніці, у методиці викладання, педагогіці та психології. Завдання педагогічних вузів та організацій середньої професійної освіти — підготувати фахівців для роботи зі школярами у світлі нових тенденцій, стандартів та вимог.

Науковці та освітяни України в даний час активно досліджують можливості впровадження та використання робототехніки в навчальному процесі освітніх закладів. До числа таких дослідників входять Н. Морзе, Р. Белзецький, Д. Боровик, А. Василюк, М. Гладун, С. Дзюба, О. Задорожна, П. Клименко, Ю. Ковальов, Є. Кузьменко, Т. Лисенко, В. Луценко, А. Лучковський, О. Мартинюк, Л. Мельничук, В. Ніколайчук, І. Оніщук, С.С. Пахачук, В.А. Соколов, О. Струтинська, М. Умрик, С. Хачатрян і багато інших.

Проте, аналіз їх досвіду та власного досвіду свідчить про те, що в Україні недостатньо приділяється уваги розвитку робототехніки в освітньому процесі. Зокрема, навчання освітньої робототехніки в освітніх закладах відбувається лише епізодично [1]:

- у школах в рамках навчання інформатики, ІКТ, технологій, фізики (як модулів або окремих тем);
- на факультативах та гуртках в закладах середньої загальної освіти у позаурочний час (включаючи підготовку учнів до участі в роботі МАН, фестивалів, конкурсах, змаганнях з робототехніки на українському та міжнародному рівнях, для розвитку науково-технічної творчості учнів і т.д.);
- у позашкільних навчальних закладах, будь то державні чи комерційні.

Сьогодні в українських школах STEM-освіта викладається через факультативи та гуртки. Учні, окрім фізики й математики, отримують знання з основ робототехніки та програмування, де вони створюють і програмують власних роботів. На заняттях, якщо є така можливість, використовуються спеціальні технологічні лабораторні пристрої та навчальне обладнання, такі як 3D-принтери та засоби візуалізації. Державний рівень STEM-освіти реалізований через ряд олімпіад і конкурсів, таких як Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine, Фестиваль науки Sikorsky Challenge та FERREXPO ROBOT FEST.

Створення в школі інженерних класів, введення предмета «Робототехніка» у навчальний план школи, впровадження нового обладнання та оснащених по-новому шкільних класів, поява напрямів позаурочної діяльності та додаткової освіти, пов'язаних з інформаційними технологіями та робототехнікою – все це потребує забезпечення високого рівня викладання нового предмета. А це неможливо без підготовки кваліфікованих кадрів.

Метою цього дослідження є: обґрунтувати актуальність і важливість впровадження освітньої робототехніки в школи України; визначити поточний стан навчання робототехніки в розвинених країнах; охарактеризувати шляхи впровадження освітньої робототехніки в школи України та методи підготовки майбутніх вчителів робототехніки.

Результати

Овсяницький Д.М. вважає, що вести робототехніку та пов'язані з нею дисципліни «мають викладачі вузів чи інженери з величезним досвідом та педагогічним покликанням або дуже тямущі педагоги». Це виправдано, якщо йдеться про додаткову освіту, коли гуртки з робототехніки поодинокі, і туди приходять хлопці з достатньою підготовкою в галузі механіки, програмування та електроніки. Але оскільки тепер робототехніка — це шкільна дисципліна, то як знайти таку кількість інженерів, які готові йти працювати до шкіл і які компетентні як педагогічні працівники?! Альтернатива одна – необхідно готувати «дуже тямущих педагогів».

На сьогоднішній день у нашій країні немає спеціальності «Педагог з робототехніки» та немає такої програми підготовки на бакалавраті. Ряд педагогічних вузів у країні запровадили програму магістерської підготовки за напрямом «Робототехніка, мехатроніка та електроніка в освіті». Однак не кожен вчитель інформатики чи фізики готовий вступати до магістратури, адже така підготовка вимагає багато часу та сил від вчителя, який і так колосально завантажений. До того ж кількість місць для вступу обмежена.

Курси підвищення кваліфікації реалізуються у різних форматах. Є традиційні очні курси тривалістю від 4-х днів із щоденними заняттями до кількох місяців із заняттями 1 раз на тиждень. Існують дистанційні курси із повністю самостійним навчанням. Контроль за такого виду навчання здійснюється за допомогою тестів після кожної теми та підсумкового тесту наприкінці всього курсу. Є курси, збудовані на системі вебінарів. У такому форматі навчання слухачі мають можливість ставити запитання педагогу та обговорювати складні моменти заняття онлайн. Контроль за виконанням завдань також здійснюється педагогом курсу.

Така точкова підготовка фахівців лише локальний захід. Для вирішення проблеми підготовки кадрів необхідні глобальніші рішення.

Проблема підготовки кадрів хвилює всі країни, де робототехніка набирає популярності. Так, зокрема, в 2000 році в США NASA Національний інженерний центр робототехніки (NREC), який був частиною Інституту робототехніки Карнегі-Меллона, запустив проект робототехнічного табору для дітей. Ідея виявилася настільки вдалою, що директор NREC Барес вирішив створити Академію робототехніки Інституту

Карнегі-Меллона (CMRA). Спочатку фінансування CMRA здійснювали AT&T, фонди ALCOA, Heinz та Grable. Місією CMRA полягала у використанні мотиваційних ефектів робототехніки для активізації школярів та залучення їх до STEM освіти.

Паралельно з роботою зі школярами Академія спільно з викладачами Інституту Карнегі-Меллона розробляла програми підготовки освітян з робототехніки.

У наступні роки CMRA розробила комплекс навчальних програм для студентів від 10 до 17 років, який включав вступні навчальні програми з програмування роботів середнього рівня для апаратних платформ LEGO, VEX і Arduino, навчальні матеріали з програмування мовами LEGO ROBO LAB™, LEGO NXT-Graphical, LEGO EV3-Graphical, ROBOTC, ROBOTC Graphical та LabVIEW. До складу навчального плану були включені уроки щодо вступних програм на основі проміжного рівня, математики роботів, науки про роботи і реєстрація даних, а також вступна інженерія середнього рівня. CMRA також розробила матеріали та рекомендації для організації табору з робототехніки, а також проводила численні конференції вчителів робототехніки [2].

З 2000 року і дотепер CMRA організовує робототехнічні змагання, проводить курси, тренінги та конференції з підготовки вчителів, розробляє навчальні плани та навчальні матеріали. Академія спільно з партнерами проводить дослідницьку роботу щодо застосування робототехніки як організуючого фактора при залученні до STEM та оцінці ефективності застосування робототехніки. У зв'язку з цим можна відзначити роботи таких дослідників, як Flot J., Higashi R., McKenna J., Shoop R., Witherspoon E., Liu A., Alfieri L., Newsom J. та ін [4; 6].

Команда CS-STEM включає наступних партнерів.

1. Університет Карнегі-Меллона, Школа комп'ютерних наук.
2. Університет Карнегі-Меллона, Інститут взаємодії людини та комп'ютера.
3. Команда Карнегі Меллона Alice Team.
4. Центр розважальних технологій.
5. Університет Піттсбурга, Центр досліджень та розвитку навчання.

В даний час CMRA тренує та сертифікує понад 100 000 вчителів у період проведення тижневих літніх таборів та за допомогою онлайн-курсів. Вчителі нічого не винні проходити підсумковий сертифікаційний тест, який потрібно отримання сертифіката, але більшість педагогів вирішують пройти тестування.

Під час навчання студентів та підготовки вчителів Академія дотримується принципу, що робототехніка — це не самоціль, а засіб. Тому різні дослідження спрямовані на вивчення ефективності застосування робототехніки при навчанні програмування, математики, фізики, геометрії та ін. Наприклад, дослідження Е.М. Сілк з Університету Піттсбурга, концепція Е.М. Сілк та К.Д. Щун та інші [9].

Поряд із CMRA підготовку вчителів з робототехніки в США здійснює компанія Parallax [7], яка пропонує вчителям та педагогом додаткової освіти курси різного рівня. Вже кілька років компанія не тільки продає обладнання, а й готує методичні та навчальні матеріали для реалізації технології STEM-освіти, а також створює електронні освітні ресурси, навчальні програми, онлайн-уроки, оціночні матеріали та багато іншого. Навчання базується на обладнанні, яке виробляє компанія, і яка широко використовується інженерами, студентами та радіоаматорами.

На основі програми, розробленої Інститутом Карнегі-Меллона, у 2014 році у південно-китайському Сіані, який є центром авіакосмічної промисловості Китаю, було засновано компанію China RobotC. Місія компанії – навчання школярів та студентів робототехніки, а також підготовка викладачів робототехніки для шкіл та коледжів. Підготовка вчителів включає очні курси та онлайн навчання для слухачів з віддалених районів Китаю.

Робототехніка розвивається і в Європі. Crea Robotics Education в Іспанії – це компанія, яка організовує курси підготовки вчителів робототехніки та 3D-друку, створює навчальний контент та готує тренерів для підготовки до змагань. CREA заснована Департаментом інженерних систем та автоматики Мадридського університету Карлоса III, зокрема, у рамках дослідницької групи RoboticsLab.

Крім підготовки вчителів компанія реалізує позакласні курси, літні заходи з навчальної робототехніки та 3D-друку, організує заняття для дітей та підлітків, а також проводить підготовку інструкторів Мадридського товариства на тему «Технології, програмування та робототехніка» [10]. Компанія працює у співпраці з RoboCampes – студентським робототехнічним турніром, а також консорціумом Robocity2030.org – науковою організацією, мета якої – вирішення різноманітних завдань повсякденного життя з впровадженням інтелектуальних роботів. Основними темами для вивчення виступають безпека роботів, соціальні роботи, польові роботи, рятувальні роботи, роботи для навколишнього середовища та автономні транспортні засоби [8]. Наукові дослідження на базі Robocity2030.org проводять провідні іспанські університети для здобуття наукових ступенів та підготовки вищих наукових кадрів.

У Швейцарії проект Thool для роботів THIMIO у школі розпочався у травні 2014 року та завершиться у травні 2018 року. Мета цього проекту – організація та проведення освітніх заходів для державних та приватних шкіл на основі робототехніки. Цей проект фінансується Швейцарським національним науковим фондом (SNSF) у рамках програми АГОРА [5]. Він розроблений у Лабораторії робототехнічних систем (LSRO) Політехнічної школи мистецтв Лозанни. Проект «Роботи в класі» покликаний мотивувати та навчати викладачів у впровадженні технологій у школах. Для цього пропонуються тренінги та курси для вчителів в Академії технічних наук SATW, які знаходять широку підтримку у франкомовних країнах Європи.

Висновки

Підготовка вчителів до викладання елементів робототехніки в школі вимагає комбінації технічних знань, педагогічної експертизи і практичного досвіду. Ось кілька кроків, які можна виконати для підготовки вчителів до викладання робототехніки в школі:

- Отримання технічних знань: Вчителі повинні набути розуміння основних принципів робототехніки та електроніки. Це можна зробити шляхом проходження спеціалізованих курсів, участі у тренінгах або самостійного вивчення відповідної літератури. Рекомендується ознайомитися з популярними платформами робототехніки, такими як Arduino, LEGO Mindstorms, Raspberry Pi тощо.
- Використання доступних ресурсів: Існують багато веб-сайтів, відеокурсів, онлайн-платформ та ресурсів, які надають інформацію і навчальні матеріали з робототехніки для вчителів. Деякі з них навіть пропонують готові плани уроків та проекти, які можна використовувати в класі.
- Участь у професійних спілках і семінарах: Вчителі можуть приєднатися до професійних спілок, таких як Robotics Education and Competition Foundation (RECF), Association for Educational Communications and Technology (AECT) та інших, де вони зможуть обмінюватися досвідом з колегами та отримувати нові ідеї для викладання робототехніки. Також важливо брати участь у семінарах та конференціях, присвячених робототехніці в освіті.
- Практичний досвід: Найкращий спосіб навчитися викладати робототехніку - це самому спробувати створити робота або реалізувати проект з використанням робототехніки. Вчителі можуть взяти участь у хакатонах або конкурсах

робототехніки, де вони зможуть застосувати свої навички із робототехніки, а також навчитися керувати командою учнів.

- Розвиток м'яких навичок: Окрім технічних знань, вчителі повинні розвивати м'які навички, такі як комунікація, співпраця, творчість і проблемне мислення. Це допоможе їм створити стимулюючу і динамічну навчальну атмосферу в класі, сприяти активному залученню учнів та розвитку їх креативних навичок.
- Застосування інтерактивних методів навчання: Викладання робототехніки повинно бути активним та практичним. Вчителі повинні використовувати інтерактивні методи, такі як проектне навчання, розв'язання задач, лабораторні роботи та групові проекти, щоб сприяти практичному застосуванню знань учнів.
- Постійне самоосвіта: Робототехніка постійно розвивається, тому вчителі повинні бути готовими постійно навчатися новому. Вони можуть підписатися на спеціалізовані журнали, блоги, вебінари та підручники, щоб бути в курсі новинок у світі робототехніки.

Важливо пам'ятати, що підготовка вчителів до викладання робототехніки - це процес, що вимагає часу та самостійності. Розробка та реалізація плану підготовки спрямовані на створення сильної бази знань та навичок вчителя для успішного викладання робототехніки в класі.

Список використаних джерел

1. Струтинська О.В. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. *Електронне наукове фахове видання "Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету", спецвипуск "Нові педагогічні підходи в STEAM освіті"*. 2019. С. 324-344. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s30>. URL: <http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/254>, (accessed on 20.05.2023) [in Ukraine]
2. Atwood T. Carnegie Mellon Launches a Mega Million Dollar Robotics Education Initiative // *Robot Magazine*. 2010. No. 11/12. Pp. 64-70. [in English]
3. Crea Robotica Educativa. Formaci n a docentes. Retrieved from: <https://crea-robotica.com/formaciondocentes> (accessed on 01.03.2023). [in Spain]
4. Flot, J., Schunn, C., Lui, A., & Shoop, R.. Learning how to program via robot simulation. *Robot Magazine*. 2012, No. 37, pp. 68-70. Retrieved from: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2012/11/EDU_BOTS_Programming_through_Simcdfs_1.pdf (accessed on 26.05.2023). [in English].
5. Fonds National Suisse. De la Recherche scientifique. Agora – La rencontre entre la science et la socit. Retrieved from: <http://www.snf.ch/fr/encouragement-communication-scientifique/agora/Pages/default.aspx> (accessed on 01.10.2019). [in French]
6. Liu A., Newsom J., Schunn C., Shoop R. Students Learn Programming Faster Through Robotic Simulation. URL: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Research/LearnProgrammingFasterThroughSimulation.pdf> (accessed on 07.06.2023). [in English].
7. Parallax Inc. Professional Development . URL: <https://www.parallax.com/professional-development/> (accessed on 20.05.2023). [in English].
8. RoboCity2030.org. Mision. URL: <http://www.robocity2030.org/mision> (accessed on 24.05.2023). [in English].
9. Silk E.M. Resources for learning ROBOTS: environments and framings connecting math in robotics. URL: <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/>

- content/educators/research/files/ SilkEliM2011.pdf (accessed on 17.05.2023). [in English].
10. Silk, E.M. (2011). Resources for learning robots: Environments and framings connecting math in robotics: Doctoral dissertation [Electronic source]. University of Pittsburgh. (No. 8607). Retrieved from: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Research/SilkEliM2011.pdf> (accessed on 01.06.2023). [in English].