

Н. І. Фурманова¹
 І. Є. Поспєєва¹
 О. Ю. Малий¹
 О. Ю. Фарафонов¹
 В. Ф. Онищенко¹

РОБОТОТЕХНІКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

¹Національний університет «Запорізька політехніка»

Досліджено потенціал робототехніки як ефективного інструмента підвищення результативності освітньої діяльності у сфері інженерії. Робототехнічні системи завдяки міждисциплінарному характеру поєднують компоненти електроніки, програмування, мехатроніки та автоматизації, що забезпечує унікальні можливості для формування комплексних професійних компетентностей. Розглянуто роль робототехніки у розвитку проєктного та критичного мислення, підвищенні мотивації студентів, залученні до досліджень і формуванні професійної ідентичності майбутніх фахівців.

У межах дослідження проаналізовано ключові напрями впровадження робототехнічних технологій в освітній процес: інтеграція в навчальні дисципліни, організація гурткової діяльності, виконання курсових і дипломних проєктів, участь у науково-технічних заходах, міждисциплінарних командах та стартапах. Показано приклади успішного впровадження таких підходів у навчальну та наукову практику Національного університету «Запорізька політехніка», зокрема через інженерні гуртки, конкурси з робототехніки, хакатони, конкурси стартапів, участь у міжнародних ініціативах та стажуваннях.

Подано узагальнену таблицю, яка ілюструє форми використання робототехніки та їхній освітній ефект. Акцентовано на доцільності використання робототехніки як освітньої технології, що поєднує практичну значущість, інноваційність і високий рівень залучення здобувачів освіти. Матеріали статті можуть бути корисними для розробників освітніх програм, викладачів технічних спеціальностей, організаторів STEM-освіти та керівників навчальних закладів.

Дійшли висновку про необхідність системного підходу до інтеграції робототехніки у вищу технічну освіту з метою підвищення її привабливості, актуальності та практичної спрямованості.

Ключові слова: робототехніка; інженерна освіта; STEM-освіта; практичне навчання; науково-дослідна діяльність; інноваційні технології навчання.

Вступ

Сучасний світ стрімко змінюється. Бурхливий науково-технічний прогрес, тотальна комп'ютеризація, інтернет, штучний інтелект – усе це не тільки допомагає людству, але й потребує принципово нових знань, умінь та навичок і, як наслідок, нових способів їхнього отримання. За таких умов традиційний стандартизований або шаблонний підхід до освітнього процесу вже не в змозі це забезпечити. Хоча класичні форми — лекції, семінари, лабораторні та практичні заняття — залишаються основою навчального процесу, виникла потреба застосування нових креативних підходів, які б дозволили розширити педагогічний арсенал та забезпечити гнучкість освітнього процесу, підвищити його активну компоненту і орієнтуватися на розвиток творчих здібностей студентів та індивідуальний підхід до кожної особистості.

Інноваційні методи навчання спрямовані на:

- підвищення мотивації та залученості студентів через використання проєктного навчання, дебатів, ділових ігор, моделюючих реальні ситуації;
- розвиток критичного мислення та навичок розв'язання проблем;
- формування комунікативних та командних навичок;
- індивідуалізацію та варіативність навчання;

– інтеграцію цифрових технологій.

Водночас інноваційні методи не замінюють традиційні, а органічно їх доповнюють, забезпечуючи перехід від простої передачі знань до формування потрібних компетенцій.

Серед інноваційних форм навчання широко втілюються в освітній процес сучасні комп'ютерні технології (КТ). У сфері освіти КТ використовуються для створення електронних навчальних закладів, віртуальних лабораторій. Різноманітні онлайн-платформи, інтерактивні тренажери, симуляції та елементи гейміфікації збагачують навчальний процес, роблять його сучаснішим та доступнішим, надають доступ до світових знань і дають можливість вчитися в зручному темпі. До того ж, саме завдяки КТ наявна можливість організації навчального процесу у дистанційному та змішаному форматах, що особливо важливо в сучасних умовах, враховуючи останні світові події, які включають пандемію коронавірусу, війну в Україні та політичну нестабільність у багатьох регіонах світу.

Одним з найважливіших напрямів сучасних КТ є робототехніка — прикладна наука, яка вивчає проєктування, конструювання та застосування автоматизованих технічних систем — роботів. Робототехніка поєднує в собі програмування, мехатроніку, електроніку, кібернетику та штучний інтелект, сприяючи розвитку критичного мислення, аналітичних навичок та проєктній роботі, які є необхідними складниками для підготовки фахівців нового покоління. Тому впровадження робототехніки та робототехнічних систем у освітній процес є одним з найважливіших шляхів підвищення ефективності навчання [1].

Метою роботи є аналіз та узагальнення досвіду впровадження елементів робототехніки в освітній процес з технічних спеціальностей на прикладі кафедри інформаційних технологій електронних засобів Національного університету «Запорізька політехніка».

1. Передумови впровадження робототехніки в освітній процес

Одним з найпотужніших інструментів підвищення ефективності та якості освіти є впровадження робототехніки у навчальний процес. В сучасних умовах наявні як необхідні, так і достатні для цього передумови.

З одного боку, на цей час виникла гостра необхідність застосування досягнень в сферах електроніки, мехатроніки та робототехніки в освітньому процесі. Це зумовлене низкою чинників.

По-перше, цьому сприяє технологічний розвиток суспільства. В сучасному світі в умовах розвитку цифрової економіки процеси автоматизації, використання штучного інтелекту та інтернет речей уже стали частиною повсякденного життя. Дедалі більше професій пов'язані з інженерією, програмуванням та аналізом даних, і вища школа, як відображення суспільних процесів, має готувати здобувачів освіти, незалежно від вибраної професії, до життя та роботи у цьому новому світі, сприяючи формуванню базових знань та вмінь, потрібних для успішної діяльності в будь-якій галузі. По-друге, цього вимагають зміни в самому освітньому процесі, пов'язані з поступовим переходом до міждисциплінарного навчання (STEM/STEAM). Однією з найважливіших умов такого переходу є інтеграції навчальних дисциплін, а робототехніка поєднує знання з різних областей: математики, фізики, інформатики, технології, дизайну тощо. По-третє, у рамках концепції «освіта XXI століття» виникла необхідність формування нових компетенцій, коли акцентується на розвитку так званих “soft та hard skills”, що включає критичне мислення, командну роботу, креативність, а також знання основ програмування, інженерного мислення та логіки. Робототехніка як освітній компонент дає змогу формувати ці навички у практико-орієнтованій формі.

З іншого боку, можна стверджувати, що сучасне суспільство вже готове до таких змін. В країнах з високим рівнем економічного розвитку існує стійка технологічна інфраструктура, необхідна для впровадження робототехніки в освіту: доступ до інтернету, наявність комп'ютерів та сучасних пристроїв, розвиток програмування та STEM-напрямків у шкільних програмах. Багато навчальних закладів використовують робототехнічні набори (такі, як Arduino, LEGO Mindstorms, VEX Robotics) для формування інженерного мислення. Зараз в багатьох країнах розробляються та реалізуються освітні програми та національні стратегії з цифровізації освіти, включно з робототехнікою. У низці держав (Китай, Південна Корея, Японія, США) та спільнот держав (ЄС) створюються правові документи, які мають на меті визначити механізми фінансування досліджень, повноваження місцевих і центральних влад тощо. В Україні так само розроблено низку концептуальних і нормативно-правових документів державної політики в галузі робототехніки, в яких зумовлюється необхідність створення умов для розвитку робототехніки загалом та визначення участі держави в цьому процесі зокрема [2].

З метою залучення громадськості до процесів автоматизації та роботизації в Україні працюють освітні центри з робототехніки для дітей і дорослих: «Винахідник»; Boteon; RoboCode; RobotSchool; RoboUA. Розвитку цього напрямку сприяють також міжнародні ініціативи, такі, як WorldSkills, FIRST Robotics тощо.

Крім того, заклади вищої освіти у всьому світі впродовж останніх десятиліть готують фахівців у галузях програмування, автоматизації, мехатроніки, робототехніки, тому наразі не існує дефіциту висококласних професійних викладачів. А оскільки сучасні діти здобувають непогану базову підготовку з цих напрямів ще у школах (а іноді навіть у дошкільних закладах), абітурієнти вже володіють базовими знаннями в області робототехніки та мають можливість під час навчання підвищувати цей рівень.

Отже, можна стверджувати, що наразі існують як необхідні, так і достатні передумови впровадження робототехніки у освітній процес.

2. Напрями залучення роботів та роботизованих систем у освітній процес

Зростання ролі робототехніки у цифровій трансформації освіти вимагає системного перегляду способів її інтеграції в освітній процес. У цьому контексті можна виділити низку ключових напрямів залучення роботизованих систем у навчання:

- роботи як інструмент навчання;
- роботи як об'єкт вивчення;
- роботи як інструмент досліджень;
- роботи у якості метрологічного та технологічного обладнання;
- соціальні роботи, які виступають допоміжними засобами викладачів.

Найрозгалуженішою групою є роботи, які використовуються як інструмент навчання під час засвоєння дисциплін як загально-технічної, так і гуманітарної спрямованості.

Так, наприклад, в процесі вивчення точних наук робот може служити як аналітична або фізична модель, яка дозволяє розвивати логічне мислення, наочно виводити та обґрунтовувати формули, демонструвати математичні операції та фізичні закони, виконувати складні алгоритмічні дії тощо.

В процесі вивчення математики роботи надають змогу застосовувати математичні знання на практиці: зокрема, для програмування їхнього руху потрібно використовувати координати, кути, траєкторії та пропорції, а також використовувати операції диференціювання та інтегрування.

В процесі вивчення таких дисциплін, як фізика, теоретична механіка, теорія механізмів, деталі машин тощо застосування роботів допомагає наочно демонструвати закони механіки, сили тертя, прискорення, рівноваги, передачі руху, моделювати роботу різноманітних механізмів, проводити експерименти з датчиками (наприклад, вимірювати швидкість або прискорення робота, що рухається).

Роботи є незамінним інструментом для вивчення основ алгоритмізації, логіки, мов програмування від візуальних (Scratch, Blockly) до текстових (Python, C++).

Конструювання та складання роботів допомагає розвивати інженерні навички, розвиває технічне мислення, знайомить із принципами роботи двигунів, механізмів та електроніки.

До того ж роботи можуть стати добрими помічниками в процесі вивчення дисциплін не тільки технічної, а й природничої та гуманітарної спрямованості.

Так, в біології вони допомагають змоделювати поведінку живих організмів (таку, як рух, послідовність дій, реакції на зовнішні подразники тощо) [3], а в медицині роботи-симулятори використовуються для практики діагностики та операцій. Зокрема, створений італійською компанією Accurate робот HAL s5301 імітує клінічний випадок, запропонований учителем, а студенти намагаються поставити діагноз у максимально реалістичному сценарії [4].

В географії та топографії за допомогою спеціально сконструйованих робокурвіметрів можна вимірювати криволінійні об'єкти для розв'язання картографічних задач, а роботи з GPS та компасами використовуються для моделювання руху маршрутами, орієнтування на місцевості, моделювання та автоматизації польових досліджень [5].

В процесі вивчення іноземних мов за допомогою роботів можна відпрацьовувати команди та діалоги. На сьогодні існують роботи, які реагують на мовні інструкції та беруть участь в інтерактивних сценаріях. Так, створений у Південній Кореї робот-викладач англійської мови Engkey навчає учнів за задалегідь запрограмованою програмою, включаючи пісні, рольові ігри та вправи на вимову. Він використовує відстеження користувача та розпізнавання голосу для взаємодії зі студентами та оцінки їхньої успішності [6].

До того ж роботів можна залучати до творчості, запрограмувавши на створення малюнків, виконання мелодій та танцювальних рухів, поєднуючи творчість і технології.

Роботи як об'єкти вивчення використовуються для їхнього аналізу, проектування, виготовлення та експлуатації в процесі вивчення інженерних і спеціальних дисциплін, пов'язаних з електротехнікою, електронікою, мехатронікою, програмуванням та безпосередньо робототехнікою. Вони є незмінною частиною освітнього процесу для здобувачів освіти відповідних спеціальностей. У теоретичній частині студенти вивчають їхню структуру та принципи функціонування, а на лабораторних та практичних заняттях можуть їх самостійно збирати, виготовляти складові частини, програмувати та тестувати.

У навчальній та науковій діяльності здобувачів освіти під час роботи над кваліфікаційними та інноваційними проектами будь-якої спрямованості *роботи* можуть використовуватися як *інструменти досліджень*, надаючи можливість моделювати та візуалізувати різноманітні процеси, виконувати вимірювання, обробляти та узагальнювати результати та навіть робити висновки й надавати рекомендації.

Під час виконання лабораторних, практичних та кваліфікаційних робіт конструкторської й технологічної спрямованості *роботи* можуть виступати як *промислове, технологічне або метрологічне обладнання*. У велику групу промислових роботів входять, зокрема, роботи для механічної обробки, складальні, вимірювальні, ливарні тощо. До останніх також належать 3D-принтери, які можуть використовуватися для виготовлення деталей під час вивчення конструкторських і технологічних дисциплін, для виконання курсових, кваліфікаційних робіт та дослідницьких проєктів.

Ще одним напрямком є використання *соціальних роботів*, які спроможні допомагати студентам в здобутті знань, а живому викладачеві — в організації процесу навчання.

Подібні роботи можуть бути чимось на зразок навчального посібника, призначеного для того, щоб практикувати на них свої знання та вміння. Вони здатні допомагати в організації теоретичних та практичних робіт: читати лекції, ставити запитання, перевіряти відповіді, давати інструкції щодо виконання лабораторних робіт, перевіряти отримані результати тощо. Водночас у сучасних умовах роботи можуть використовуватися як інтерфейс для віддаленого викладача, забезпечуючи фізичну

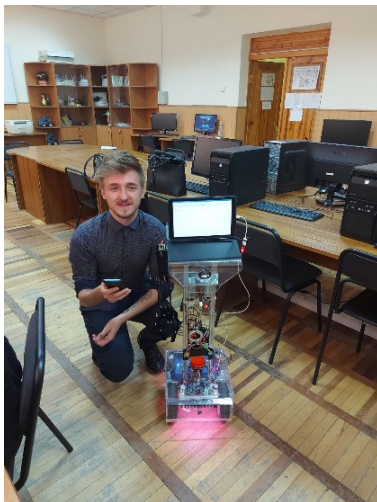


Рис. 1. Студент НУ «Запорізька політехніка» демонструє розроблену в рамках дипломного проєктування систему керування роботом-гідом, що здатний переміщуватись та наводити інформацію про різні об'єкти

присутність на занятті, що особливо важливе в умовах дистанційного та змішаного навчання.

Особливу групу складають так звані роботи-тьютори, чиє завдання — залучати здобувачів освіти до процесу навчання і мотивувати їх.

До того ж у деяких освітніх закладах застосовуються роботи-навігатори, роботи-консультанти та навіть роботи-бібліотекарі, що розширює уявлення учнів про можливості сучасної техніки. Роботів-консультантів андроїд-гід REEM-C розроблено іспанською компанією PAL Robotics [6]. Це найсучасніший робот, який має весь необхідний функціонал для роботи викладачем, а також гідом або екскурсоводом. Він вміє ходити, демонструвати різні матеріали і розповідати про них, залежно від своєї програми. Якщо студенти поставлять йому запитання, що відсутні у базі даних, на них відповідатиме віддалений «живий» викладач. Стандартні питання та відповіді поступово поповнюють базу даних робота, і через деякий час ця база матиме відповіді на більшість можливих питань та їхніх варіацій.

Визначені напрями застосування роботизованих систем у навчальному процесі сприяють не лише набуттю технічних навичок, а й формують зацікавленість студентів у власному професійному розвитку. Це відкриває ширші можливості для розкриття мотиваційного потенціалу робототехніки в інженерній освіті.

3. Робототехніка як стимул до інноваційної діяльності студентів

Інтеграція робототехніки в освітній процес сприяє не лише формуванню професійних технічних компетентностей, а й активізує інноваційне мислення, підвищує мотивацію до навчання та залучення студентів до реальної інженерної діяльності. Практикоорієнтоване середовище, яке

створюється на базі робототехнічних навчальних проєктів, забезпечує високий рівень залучення здобувачів освіти до пошуку рішень, конструювання та програмування, тобто надає можливість реалізувати підхід «навчання через діяльність».

Інноваційна активність студентів суттєво зростає за умови, коли результат їхньої роботи має практичну значущість. Реалізація власного проєкту, створення та налагодження пристрою, що працює — чинники, які стимулюють самостійність, відповідальність і креативність.

На кафедрі інтелектуальних технологій електронних засобів (ІТЕЗ) НУ «Запорізька політехніка» активно використовуються різноманітні форми залучення студентів до інноваційної діяльності. У табл. 1 подано узагальнений перелік таких форм.

Таблиця 1

Форми стимулювання інноваційної активності студентів у межах навчальних курсів із робототехніки

Форма активності	Очікуваний результат
Участь у виставках, конкурсах, хакатонах	Презентація проєктів, розвиток публічної комунікації
Проктування в середовищі Tinkercad, Arduino, Webots	Формування конструкторських навичок, програмування
Публічний захист індивідуальних і групових мініпроєктів	Розвиток критичного мислення, soft skills
Інтеграція в міждисциплінарні кейси («розумний будинок», «пожежна безпека», тощо)	Усвідомлення практичної значущості, кросдисциплінарне мислення
Робота з ментором над етапами створення прототипу	Моделювання процесу стартап-розробки, підприємницький підхід

Застосування в освітньому процесі проєктних форматів на базі робототехніки дозволяє ефективно формувати як предметні (галузеві), так і міжпредметні компетентності. Студенти, які працюють над проєктами, демонструють вищу залученість, креативність, здатність до самоорганізації та командної взаємодії. Це особливо актуально в контексті сучасних вимог до інженерної освіти, зокрема в частині реалізації стандартів Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) та цифрового переходу.

4. Робототехніка у теоретичному та практичному навчанні

Висока внутрішня мотивація студентів, сформована через взаємодію з робототехнічними технологіями, потребує підтримки на рівні змісту та структури навчального процесу. Реалізація таких підходів передбачає поєднання теоретичних знань з практичними діями в освітньому середовищі.

Кафедра ІТЕЗ готує фахівців за спеціальностями G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» та G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Якщо для студентів спеціальності G7 вивчення дисциплін, пов'язаних з мехатронікою та робототехнікою, є обов'язковою і невід'ємною частиною освітнього процесу, студенти спеціальності G5 також детально вивчають основи робототехніки та використовують мехатронні й робототехнічні засоби та системи в процесі вивчення таких дисциплін, як «Обчислювальна техніка та мікропроцесори», «Програмування систем на ПЛС», «Промислові контролери» та ін.

До того ж, під час виконання лабораторних і практичних робіт використовується спеціальне автоматичне обладнання. Так, на кафедрі працює спеціалізована лабораторія, де серед іншого обладнання присутній 3D-принтер. Він використовується в освітньому процесі для виконання лабораторних робіт з дисциплін, пов'язаних з вивченням основ робототехніки, а також дисциплін проєктної та технологічної спрямованості. Крім того, студенти старших курсів та магістратури використовують його для проведення наукових досліджень та виконання кваліфікаційних робіт і магістерських дисертацій. На рис. 2 показаний процес 3D-моделювання та виготовлення деталей за створеними моделями на 3D-принтері в спеціалізованій лабораторії кафедри.



Рис. 2. Викладач кафедри ІТЕЗ Олексій Шевченко та здобувач освіти Денис Романюк у процесі створення 3D-моделей та виробів з використанням 3D-принтеру

На базі кафедри ІТЕЗ також функціонує гурток «Автоматизація, робототехніка та безпілотні системи», у якому здобувачі освіти мають можливість реалізовувати різні проекти, зокрема, створення об'єктів, що здатні переміщуватися у просторі за заданою програмою або бути керованими у режимі реального часу.



Рис. 3. Студенти під час виконання завдання на змаганнях EBEC

Декілька років поспіль на базі НУ «Запорізька політехніка» проводиться локальний етап конкурсу EBEC (European BEST Engineering Competition). На цих змаганнях кожен студент має можливість реалізувати свої аналітичні та технічні навички у розв'язанні практичних задач.

Застосування робототехнічних платформ надає змогу студентам поєднувати знання з програмування, схемотехніки, моделювання та автоматизації в межах одного цілісного практичного завдання. Це значно підвищує рівень осмислення навчального матеріалу та сприяє формуванню системного інженерного мислення.

Однією з ключових переваг впровадження робототехніки в освітній процес є її здатність формувати сталий мотиваційний цикл: від початкового зацікавлення — через активну практичну

участь — до розвитку інженерного мислення та залучення до проектної діяльності. Такий підхід сприяє не лише глибшому засвоєнню теоретичного матеріалу, а й підвищує рівень професійної самоідентифікації студентів, орієнтує їх на подальшу інженерну або науково-технічну кар'єру.

Практична цінність впровадження робототехніки полягає у створенні сталого механізму мотивації до інженерної діяльності, де студенти бачать прикладне значення кожної опанованої теми, мають змогу реалізовувати власні ідеї в технічних проектах та поступово переходити до самостійного розв'язання інженерних задач.

Отже, робототехніка в освітньому процесі виконує не лише функцію інструмента навчання, а й стає засобом розвитку внутрішньої мотивації, професійної самоідентифікації та залучення до інноваційної діяльності.

5. Робототехніка у науково-дослідній діяльності та дипломному проєктуванні

Закріплення практичних навичок у рамках навчальних дисциплін створює передумови для їхнього подальшого застосування у дослідницькій діяльності. Саме в курсових і кваліфікаційних роботах робототехнічні проєкти набувають глибшого наукового наповнення та інженерної складності.

На кафедрі ІТЕЗ протягом останніх років практично всі студенти беруть участь у науковій роботі, пов'язаній з дослідженнями сучасних досягнень в області мехатроніки та робототехніки і використанням робототехнічних пристроїв та систем для виконання навчальних і науково-навчальних проєктів. Результати цієї роботи оформлюються у вигляді доповідей на конференціях, наукових статей.

Також за останні п'ять років успішно захищено більше сотні кваліфікаційних проєктів бакалаврів та магістерських дисертацій, пов'язаних з автоматизацією, мехатронікою та робототехнікою. Тематика проєктів охоплює декілька основних напрямів.

Значна кількість проєктів стосується загальних досліджень та комп'ютерного моделювання в області мехатроніки та робототехніки, зокрема:

- дослідження та реалізація алгоритмів керування мобільними та промисловими роботами (алгоритмів руху, уникнення перешкод тощо);
- дослідження алгоритмів розпізнавання для керування мобільними роботами в змінних умовах;
- дослідження групової поведінки роботів;
- розроблення комп'ютерних моделей верстатів з числовим програмним керуванням та промислових роботів різного призначення;
- моделювання роботів-гуманоїдів, рятувальників, гідів, транспортних роботів;
- дослідження систем RoboDK;
- дослідження та оптимізація конструкцій сенсорних систем.

Метою таких досліджень є удосконалення сучасних робототехнічних платформ та розвиток

інноваційних рішень для промисловості, транспорту й соціальних сфер.

Практичні проекти реалізуються на основі реальних потреб виробництва, сільського та комунального господарства. Серед них можна виділити проекти, з розроблення:

- автоматизованих систем обліку та моніторингу (система автоматизованого обліку видобування гірської маси на гранітних кар'єрах; система аналізу температури зернових в елеваторах; модуль контролю подавання охолоджувального та змащувального мастила в механізми кульового млина);

- систем керування виробничими процесами (програмно-апаратний комплекс обліку та керування наповненням технологічних ємностей на підприємствах; система автоматизованої термометрії робітників на підприємствах);

- автономних роботів та систем керування для сільського господарства (польовий робот для видалення бур'янів), логістики (автономний робот для доставки товарів на складах), комунальних служб (система управління для підлогомиїх машин і док-станцій; розроблення веб-додатку керування системою доступу до ліфтового обладнання для ОСББ; система керування вентилями для запобігання аварійному протіканню води) тощо.

Ці проекти спрямовані на підвищення ефективності, автоматизацію технологічних процесів та інтеграцію роботизованих рішень у різні сфери діяльності, а їхні результати втілені у реальне виробництво.

У сучасних умовах також значна увага приділяється питанням проектування бойових роботів, що також знайшло відображення в багатьох курсових та кваліфікаційних роботах. Значну увагу зосереджено на створенні *безпілотних літальних апаратів (БПЛА)*, засобів їхнього виявлення, навігації та оптимізації польотних характеристик. Це напрями, що набули особливої актуальності сьогодні, серед яких:

- оптимізація конструкцій БПЛА (вибір компонентів, передпроектні розрахунки тяги, швидкості та часу польоту; врахування впливу зовнішніх дестабілізаційних чинників);

- розроблення методів автоматизації керування та навігації (методи наведення, автоматичне повернення, телеметрія, аналіз протоколів передачі даних);

- розроблення систем моніторингу та виявлення загроз (сканування повітряного простору, визначення координат БПЛА, методи позиціонування);

- розроблення та симуляція наземних роботів спеціального призначення.

Важливим є також використання студентських розробок у навчальному процесі: створення навчального обладнання на базі Arduino, розробка віртуальних лабораторій з VR-окулярами, інтерактивної експлуатаційної документації з елементами доповненої реальності, макетів для навчання робототехніки.

Таким чином, впровадження робототехнічних технологій у процес виконання курсових і кваліфікаційних робіт дозволяє сформувавши стійкий інтерес до науково-дослідної діяльності, підвищити рівень аналітичного мислення та здатність до постановки і розв'язання інженерних задач дослідницького типу. Робота з реальними технічними об'єктами й системами створює основу для набуття досвіду проектування, експериментування, інтерпретації результатів і презентації власних розробок, що є ключовими елементами сучасної інженерної науки.

6. Участь у стартапах та міжнародній діяльності

Подальшим кроком після участі в дослідницьких проєктах стає реалізація власних ідей у стартапах та міжнародних партнерствах, де робототехніка виступає універсальним інструментом інженерного підприємництва. Інтеграція робототехніки в освітній процес на кафедрі ІТЕЗ супроводжується активною участю студентів і викладачів у стартап-заходах, інженерних хакатонах та міжнародних ініціативах. Це дозволяє не лише закріпити набуті знання, а й створити умови для генерації інноваційних ідей, розвитку підприємницького мислення та налагодження академічної мобільності.

Одним із важливих напрямів реалізації інноваційного потенціалу є участь здобувачів освіти у тематичних конкурсах, серед яких — регіональні етапи «Robotics Challenge», «Smart House Hack», а також міжуніверситетські змагання з проектування автономних систем на базі Arduino та ESP32. У межах таких подій студенти кафедри неодноразово демонстрували практичні розробки — від роботизованих модулів моніторингу до інтелектуальних систем сповіщення та охорони об'єктів.

Здобувачі кафедри також залучаються до роботи над стартап-проєктами прикладного спряму-

вання. Наприклад, у 2024 році реалізовано прототип мобільної платформи для виявлення пожежонебезпечних ситуацій із віддаленим керуванням через вебінтерфейс. Розробку презентовано на науково-практичній виставці в межах Тижня науки. У 2025 р. студенти кафедри представили 2 роботи на конкурсі «Стартап із Запорізькою політехнікою»: «Програмне забезпечення з інтегрованим ШІ для аналізу 3D-моделей», яка здобула I місце та перемогла у спеціальних номінаціях, та «Розумна колонка з українським напрямом для людей із порушенням зору». Роботи відмічені журі та плануються до подальшого впровадження.

Міжнародна активність реалізується через участь у програмах академічної мобільності, тренінгових школах і спільних освітніх курсах. Викладачі та студенти беруть участь у міжнародних тренінгових школах і програмах обміну: STraS-2019, First Winter School in Data Science (Erasmus+), DAAD Digital Cooperation. Це сприяє впровадженню європейських стандартів в освітній процес та розвитку академічної мобільності.

Робототехніка стає не лише засобом технічної освіти, а й каталізатором для міждисциплінарності, інтернаціоналізації досвіду та розвитку професійної мобільності здобувачів. Участь студентів у стартап-активностях, хакатонах та міжнародних освітніх програмах сприяє формуванню практичних підприємницьких навичок, розвитку командної взаємодії та адаптації до глобальних викликів у сфері інженерії та цифрових технологій.

Враховуючи багатоаспектний вплив робототехнічних активностей на підготовку фахівців, можна подати їх у структурованому вигляді (табл. 2).

Таблиця 2

Форми роботи з робототехнікою у навчальному процесі та їхній вплив

Форма залучення студентів	Тип навчання	Основний ефект
Виконання лабораторних робіт з мікроконтролерами (Arduino, ESP)	теоретико-практичне	формування технічних навичок, розуміння схем
Курсове/дипломне проєктування	проєктне	розвиток дослідницьких і проєктних компетентностей
Хакатони, стартапи	підприємницьке	мотивація, креативність, командна взаємодія
Участь у виставках, конкурсах (наприклад, Vernadsky Challenge)	позааудиторне	підвищення впевненості, комунікація результатів
Робота в студентських гуртках, STEM-хабах	додаткове навчання	самоорганізація, сталість інтересу
Міжнародні навчальні проєкти (Erasmus+, спільні модулі)	інтернаціоналізація	інтеркультурна комунікація, робота в різних освітніх середовищах

Зазначені приклади підтверджують, що робототехніка виступає універсальним інструментом, здатним одночасно розвивати фахові, дослідницькі та соціальні навички майбутніх інженерів.

Висновки

Інтеграція робототехнічних технологій в освітній процес технічних спеціальностей відкриває широкі можливості для модернізації навчання, підвищення його ефективності та наближення до сучасних вимог інженерної практики. Робототехніка, будучи міждисциплінарною сферою, забезпечує поєднання знань і навичок у галузях електроніки, програмування, автоматизації, моделювання, мехатроніки, інженерного дизайну й штучного інтелекту. Саме така синергія є ключем до формування фахівців нового покоління, здатних мислити системно, працювати в команді та вирішувати складні інженерні завдання в умовах невизначеності.

Досвід кафедри інформаційних технологій електронних засобів Національного університету «Запорізька політехніка» демонструє, що цілеспрямоване впровадження елементів робототехніки в навчальний процес сприяє:

- активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- підвищенню мотивації до вивчення технічних дисциплін;
- розвитку soft- і hard-компетентностей;
- формуванню здатності до практичного застосування теоретичних знань;
- засвоєнню навичок самостійного проєктування, програмування, тестування;
- підготовці до інноваційної та науково-дослідної діяльності.

Залучення здобувачів до проєктної роботи, стартапів, технічних хакатонів і міжнародних ініціатив надає змогу створити стійке освітнє середовище, орієнтоване на розвиток творчого потенціала.

лу, підприємницького мислення та мобільності. Важливим чинником успішності таких ініціатив є наявність практикоорієнтованої лабораторної бази, мультидисциплінарних навчальних модулів і наставництва з боку досвідчених викладачів.

У подальшому планується:

- впровадження модулів із колаборативної робототехніки, ROS, технологій автономної навігації;
- систематичне оцінювання освітніх результатів студентів, залучених до робототехнічних проєктів;
- розроблення методичних рекомендацій для інтеграції робототехніки в навчальні плани інших технічних спеціальностей;
- посилення міжнародної співпраці в межах освітніх і наукових проєктів.

Отже, робототехніка постає не лише як змістовна частина навчання, а і як стратегічний ресурс трансформації інженерної освіти в умовах цифрового переходу.

Практична цінність полягає у створенні сталого механізму мотивації до інженерної діяльності шляхом використання робототехніки як освітнього інструмента

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Н. В. Морзе, Л. О. Варченко-Троценко, і М. А. Гладун, *Основи робототехніки*, навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2016. ISBN 978-617-608-063-3. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/18686/1/Robotics_Morze.pdf.
- [2] *Проблеми формування стратегічних пріоритетів державної політики щодо розвитку робототехніки: перспективи для України*, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/informaciyni-strategii/problemi-formuvannya-strategichnikh-prioritetiv-derzhavnoi>. Дата звернення: 10.09.2025.
- [3] Andrew Myers, "Researchers adapt a DIY robotics kit to automate biology experiments," *Stanford University*, 2017. [Online]. Available: <https://phys.org/news/2017-03-diy-robotics-kit-automate-biology.html>. Accessed: September 10, 2025.
- [4] Massimo Sandal, "Robotic Patients? They're Useful but Have Limitations," 2023. [Online]. Available: <https://www.medscape.com/viewarticle/robotic-patients-they-re-useful-have-limitations-2023a1000jev?form=fpf>. Accessed: September 10, 2025.
- [5] Т. В. Диженко, і О. С. Соловйова, «Міждисциплінарний підхід у STEM-освіті при вивченні географії з використанням роботів LEGO MINDSTORMS EV3.» У *Освітня робототехніка*, зб. наук. пр. за матеріалами II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освітня робототехніка» (14 квітня 2022 р.). Дніпро, 2022. с. 78-82. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dkrkm.org.ua/cache/2021-2022/konf/300422/robototech.pdf>. Дата звернення: 10.09.2025.
- [6] Ann Babe, "The World As We Speak," [Online]. Available: <https://languagemagazine.com/the-world-as-we-speak>. Accessed: September 10, 2025.
- [7] *REEM-C: A robust biped robot platform*, [Online]. Available: <https://pal-robotics.com/robot/reem-c>. Accessed: September 10, 2025.

Рекомендована кафедрою технологій та автоматизації машинобудування ВНТУ

Дата надходження 1.04.2026

Дата прийняття до друку після рецензування 20.04.2026

Дата публікації 7.07.2026

Ця робота ліцензується відповідно до

[Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Фурманова Наталія Іванівна — канд. техн. наук, доцент, декан факультету інформаційної безпеки та електронних комунікацій, e-mail: nfurmanova@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8670-2948> ;

Поспєєва Ірина Євгенівна — старший викладач кафедри інформаційних технологій електронних засобів, e-mail: iris191259@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0004-7100-9245> ;

Малий Олександр Юрійович — канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій електронних засобів, e-mail: malyi@zpu.edu.ua. <https://orcid.org/0000-0002-8457-8154> ;

Фарафонов Олексій Юрійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій електронних засобів, e-mail: farafon@zpu.edu.ua. <https://orcid.org/0000-0001-5963-5033> ;

Онищенко Вадим Федорович — канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри інформаційних технологій електронних засобів, e-mail: vfonish@zpu.edu.ua. <https://orcid.org/0000-0002-4213-7131> .

Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя

N. I. Furmanova¹
I. Ye. Pospeieva¹
O. Yu. Malyi¹
O. Yu. Farafanov¹
V. F. Onyshchenko¹

Robotics as a Tool for Enhancing the Efficiency of Educational Activities

¹National University “Zaporizhzhia Polytechnic”

The article explores the potential of robotics as an effective tool for improving the effectiveness of educational activities in the field of engineering education. Thanks to their interdisciplinary nature, robotic systems combine components of electronics, programming, mechatronics and automation, which provides unique opportunities for the formation of complex professional competencies. The role of robotics in the development of project and critical thinking, increasing student motivation, engaging in research, and shaping the professional identity of future specialists is considered.

The study analyses the key areas of implementation of robotics technologies in the educational process: integration into academic disciplines, organization of club activities, completion of course and diploma projects, participation in scientific and technical events, interdisciplinary teams and start-ups. Examples of the successful implementation of such approaches in the educational and scientific practice of the National University “Zaporizhzhia Polytechnic” are shown, through engineering clubs, robotics competitions, hackathons, start-up competitions, participation in international initiatives and internships.

A summary table is provided, illustrating the forms of robotics use and their educational effect. Emphasis is placed on the expediency of using robotics as an educational technology that combines practical significance, innovation, and a high level of students' involvement.

The materials in the article may be useful for developers of educational programs, teachers of technical specialties', organizers of STEM education, and heads of educational institutions.

The conclusion is made about the need for a systematic approach to the integration of robotics into higher technical education in order to increase its attractiveness, relevance, and practical orientation.

Keywords: robotics, engineering education, STEM education, practical training, research activities, innovative teaching technologies.

Furmanova Nataliia I. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Security and Electronic Communications, e-mail: nfurmanova@gmail.com ; <https://orcid.org/0000-0002-8670-2948> ;

Pospeieva Iryna Ye. — Senior Lecturer of the Chair of Information Technologies of Electronic Devices; e-mail: iris191259@gmail.com ; <https://orcid.org/0009-0004-7100-9245> ;

Malyi Oleksandr Yu. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Head of the Chair of Information Technologies of Electronic Devices; e-mail: malyi@zp.edu.ua ; <https://orcid.org/0000-0002-8457-8154> ;

Farafanov Oleksii Yu. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Information Technologies of Electronic Devices; e-mail: farafon@zp.edu.ua . <https://orcid.org/0000-0001-5963-5033> ;

Onyshchenko Vadym F. — Cand. Sc. (Phys.-Math.), Associate Professor of the Chair of Information Technologies of Electronic Devices; e-mail: vfonish@zp.edu.ua . <https://orcid.org/0000-0002-4213-7131>