



Теорія та методика навчання

УДК 004.9:621.9

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17832409>

Використання середовищ проєктування при вивченні робототехніки

Чорна Альона Віталіївна

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри інформатики і кібернетики

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

вул. Наукового містечка, 59, Запоріжжя, Україна, 69000

orcid.org/0000-0002-0062-1144

Сердюк Ірина Миколаївна

старший викладач кафедри інформатики і кібернетики

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

вул. Наукового містечка, 59, Запоріжжя, Україна, 69000

orcid.org/0000-0001-6808-0586

Прийнято: 16.11.2025 | Опубліковано: 30.11.2025

Анотація:** Мета.* Метою статті є дослідження та аналіз сучасних середовищ проєктування для вивчення робототехніки, оцінка їх можливостей для моделювання, симуляції та програмування роботів, а також вивчення їхнього впливу на навчальний процес та розвиток навичок робототехніки у студентів. ***Методи. У статті використовувались методи аналізу літератури, порівняльного аналізу різних програмних платформ і інструментів для



робототехніки. **Результати.** Розглянуті програмні платформи для робототехніки, такі як LDraw, MLCad, LeoCAD, Studio 2.0, Lego Digital Designer, показали різноманітність можливостей для навчання. Платформи для візуального програмування ефективно використовуються на початкових етапах навчання, дозволяючи студентам зрозуміти основи робототехніки, логіку роботи роботів та алгоритми. Водночас більш складні інструменти, що працюють з реальними системами, алгоритмами та сенсорами, дозволяють глибше вивчити технологічні аспекти робототехніки. **Висновки.** Використання сучасних інтерактивних середовищ для навчання робототехніці є важливим для підготовки фахівців у сфері STEM. Різноманіття інструментів для моделювання і програмування роботів дає змогу адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб студентів на різних етапах їх навчання. Це сприяє гнучкості та доступності освіти, що особливо важливо в умовах криз, таких як пандемія, коли необхідно перейти до дистанційного навчання. Розвиток цих середовищ допомагає покращити якість освіти і підготувати студентів до успішної кар'єри в галузі високих технологій.

Ключові слова: STEM-освіта, моделювання, віртуальні середовища, освітні інструменти.

Use of design environments in robotics education

Alona Chorna

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor at the Department of Computer Science and Cybernetics

Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University

Naukove mistechko str., 59, Zaporizhzhia, Ukraine, 69000

orcid.org/0000-0002-0062-1144



Iryna Serdiuk

Senior Lecturer at the Department of Computer Science and Cybernetics

Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University

Naukove mistechko str., 59, Zaporizhzhia, Ukraine, 69000

orcid.org/0000-0001-6808-0586

Abstract: Purpose. *The purpose of the article is to investigate and analyze modern design environments for studying robotics, assess their capabilities for modeling, simulation, and robot programming, as well as explore their impact on the learning process and the development of robotics skills in students.* **Methods.** *The article uses methods of literature analysis, comparative analysis of various software platforms and tools for robotics.* **Results.** *The reviewed software platforms for robotics, such as LDraw, MLCad, LeoCAD, Studio 2.0, and Lego Digital Designer, demonstrate a variety of possibilities for learning. Visual programming platforms are effectively used at the initial stages of education, enabling students to understand the basics of robotics, the logic of robot operation, and algorithms. At the same time, more advanced tools that work with real systems, algorithms, and sensors allow for a deeper exploration of the technological aspects of robotics.* **Conclusions.** *The use of modern interactive environments for learning robotics is essential for preparing professionals in the STEM field. The variety of tools for modeling and programming robots enables the adaptation of the learning process to the individual needs of students at different stages of their education. This promotes flexibility and accessibility of education, which is particularly important in crisis situations, such as a pandemic, when it is necessary to switch to distance learning. The development of these environments helps improve the quality of education and prepare students for a successful career in the high-tech industry.*

Keywords: *STEM education, modeling, virtual environments, educational tools.*



Постановка проблеми. Сучасна система освіти стикається з важливим і водночас складним завданням – підготовкою учнів до ефективного використання інформаційних технологій та засобів інформатизації для вирішення творчих завдань як у шкільному середовищі, так і в майбутній професійній діяльності. Тому серед провідних напрямів освітніх інновацій сьогодні важливе місце займає STEM-підхід до навчання, який передбачає тісну інтеграцію природничих наук, технологій, математики та інженерного мислення. Формування технологічних навичок і зростання зацікавленості молоді в науці та сучасних технологіях сприяє більш динамічному та захоплюючому практичному навчанню, що відповідає вимогам сьогодення й орієнтує її на вибір кар'єри у сфері STEM.

Важливим компонентом STEM-освіти є робототехніка. Адже в умовах стрімкого розвитку високотехнологічного виробництва особливої актуальності набуває підготовка фахівців, здатних проєктувати гнучкі виробничі процеси, оснащені складними автоматизованими системами.

Уже на шкільному етапі важливо ознайомлювати майбутніх інженерів із сучасними технологіями, що застосовуються при проєктуванні та створенні робототехнічних систем. Робототехніка поступово стає одним із найбільш перспективних і затребуваних напрямків як у науці й промисловості, так і в освіті. З огляду на це особливої актуальності набуває інтеграція робототехніки в освітній процес вищих навчальних закладів як обов'язкового компонента підготовки майбутніх педагогів.

Вивчення освітньої робототехніки традиційно передбачає активну роботу з програмно-апаратними платформами, що робить доцільним проведення занять у форматі аудиторної взаємодії. Однак у контексті зростання складності сучасних робототехнічних систем традиційних методів навчання вже може бути недостатньо. До того ж, сучасні умови, такі як пандемія або воєнні дії, вимагають



перенесення навчання в онлайн-формат, що спонукає до пошуку можливостей вивчення цієї дисципліни дистанційно.

Саме тому зростає потреба у використанні сучасних інтерактивних середовищ, які дають змогу моделювати, симулювати та візуалізувати роботу роботів у цифровому середовищі. Такі інструменти не тільки полегшують процес проектування, а й стимулюють креативне та інженерне мислення, дозволяючи досліджувати різноманітні конфігурації й алгоритми у безпечному віртуальному просторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання інтеграції робототехніки в освітній процес, зокрема в контексті підготовки майбутніх педагогів, є предметом активного вивчення. Дослідники [7; 8; 9] приділяють значну увагу розробці ефективних методик та інструментів для навчання освітньої робототехніки. О. Гриб'юк, Т. Мазурок, В. Корабльов, В. Черних, Н. Морзе, О. Струтинська, М. Умрик, В. Осадчий, Н. Валько, О. Барна виокремлюють позитивні аспекти впливу навчання освітньої робототехніки в школі та під час професійної фахової підготовки майбутніх учителів інформатики, наголошують на актуальності та висвітлюють проблеми введення до навчального плану закладів вищої педагогічної освіти навчальної дисципліни «Освітня робототехніка».

С. Барановим [1, с. 5] запропоновано систематизацію робототехнічних інструментів та готових технічних рішень, які вчителі можуть використовувати для навчання учнів основам робототехніки. Дослідник розглядає різні типи робототехнічних платформ, їхні характеристики та можливості застосування в навчальному процесі та вирізняє конструктори, які, хоча й не призначені для створення роботів, чудово підходять для вивчення основ автоматизації та проведення фізичних експериментів без необхідності програмування.

В. Луценко, А. Запривода, О. Гаврюков, О. Бондарчук, Т. Точиліна, І. Філіпенко [2] досліджували можливості вивчення робототехніки методами



дистанційного навчання, особливо в умовах кризових обмежень. Ними проаналізовано методи та інструменти, які можуть бути використані для ефективного дистанційного навчання робототехніці, оцінено переваги і недоліки дистанційного навчання в цій галузі та запропоновано рекомендації щодо його організації. Б. Яшан, І. Пукальський, Л. Мельничук, В. Конофольська [3] свого часу провели детальний огляд онлайн сервісів, які можна використати при дистанційному вивченні робототехніки.

В. Бондарук [4] досліджує можливості використання віртуальних навчальних середовищ, при вивченні робототехніки. С. Козіброда, А. Пальчик, І.-С. Мазур, В. Рак [5] пропонують модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів, що дає можливість учасникам освітнього процесу віддалено підключатися до класу чи аудиторії через специфічне програмне забезпечення.

Дослідження О. Кривоноса, С. Жуковського, М. Кривонос [6] зосереджуються на виявленні переваг і недоліків середовищ візуального програмування роботів для навчальних потреб з точки зору їхньої придатності для освітніх цілей, враховуючи зручність інтерфейсу, функціональність та доступність навчальних матеріалів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значні досягнення у сфері використання середовищ проектування при вивченні робототехніки, існують певні проблеми, які досі не знайшли достатнього вирішення. По-перше, більшість платформ орієнтовані на традиційне навчання в класах, що обмежує можливості для їх використання в умовах дистанційного навчання. Зокрема, під час глобальних криз або в умовах пандемії стає очевидною потреба в адаптації середовищ проектування для онлайн-освіти, що є значним викликом для педагогів і студентів.

По-друге, існуючі середовища проектування часто не забезпечують достатньої гнучкості для студентів різного рівня підготовки. На більш



початкових етапах вивчення робототехніки платформи для візуального програмування є корисними, але для більш досвідчених студентів необхідні більш потужні інструменти, що дозволяють працювати з реальними роботами та складними алгоритмами. Брак універсальних інструментів, які б задовольняли потреби студентів на різних етапах навчання, є однією з проблем.

Також важливим питанням залишається недостатня інтеграція інструментів для симуляції та моделювання різних аспектів робототехніки. Існуючі платформи часто мають обмеження, що не дозволяють створювати комплексні роботизовані системи або інтегрувати різні технології, як це відбувається в реальних виробничих умовах.

Отже, існує потреба у розвитку та вдосконаленні існуючих середовищ проектування, що дозволять інтегрувати їх у різні моделі навчання, в тому числі онлайн, а також забезпечити гнучкість у роботі з різними рівнями складності та потребами студентів. Ці проблеми є важливими для підвищення якості освіти в галузі робототехніки та ефективності підготовки фахівців у цій сфері.

Формулювання цілей статті. Мета статті – дослідити та проаналізувати сучасні середовища проектування, які використовуються при вивченні робототехніки; можливості для практичного застосування цих інструментів у навчанні та розвитку навичок робототехніки. Завдання дослідження: проаналізувати можливості середовищ проектування для робототехніки, зокрема програмні платформи та інструменти для моделювання, симуляції, програмування роботів; визначити переваги та недоліки різних середовищ проектування, а також їх вплив.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для ефективного навчання робототехніці важливо забезпечити студентів сучасними інструментами, що дозволяють не тільки вивчати теоретичні основи, а й застосовувати їх на практиці. Враховуючи високі вимоги до рівня підготовки фахівців у галузі робототехніки, особливо в контексті використання інноваційних технологій,



роль спеціалізованих середовищ проєктування стає надзвичайно важливою. Ці середовища допомагають моделювати, симулювати та візуалізувати роботу роботів, що дозволяє студентам безпосередньо взаємодіяти з конструкціями та алгоритмами віртуально, без необхідності фізичної збірки роботів.

Вибір відповідного інструменту для навчання залежить від кількох факторів: складності системи, доступності ресурсів, рівня підготовки студентів, а також від можливості інтеграції таких середовищ у навчальний процес. Розглянемо основні програмні платформи та інструменти, що використовуються при навчанні робототехніки, їхні можливості для симуляції, програмування та моделювання роботів, а також оцінку їх ефективності для практичного навчання.

Середовище проєктування робототехніки LDraw.

LDraw – програмне середовище для моделювання складних віртуальних моделей роботів з конструктора Lego [10]. До основних можливостей, які надає програма LDraw можна віднести:

Створення моделей Lego з використанням більш ніж 10 000 блоків: програма LDraw містить велику кількість блоків, що дозволяє створювати будь-яку модель Lego.

Редагування та збереження моделей: користувачі можуть вносити зміни до своїх моделей, додавати нові блоки та зберігати їх на комп'ютері.

Експорт моделей: LDraw дозволяє експортувати моделі у форматах 3D-графіки, таких як VRML, DXF, OBJ та STL, що дозволяє ділитися своїми моделями з іншими користувачами або імпортувати їх в інші програми для подальшого редагування.

Створення інструкцій для збірки: програма LDraw може автоматично створювати інструкції для збирання моделі, що дозволяє іншим користувачам легко зібрати модель на основі вашого проєкту.



Можливість використання сторонніх програм: LDraw дозволяє інтегруватися з іншими програмами для створення додаткової функціональності, такої як створення текстур, більш реалістичного відображення та іншого.

Доступність для безкоштовного завантаження: програма LDraw є безкоштовною і доступною для завантаження на офіційному веб-сайті LDraw.

У інсталяційний пакет входять такі програми: LDraw – бібліотека деталей для створення віртуальних моделей; LDCad – мультиплатформа редактора LDraw, яка дозволяє редагувати документи моделі LDraw у режимі реального часу.

До основних особливостей редактора LDCad відносять: підтримка Windows та Linux; багато потокове (фонове) завантаження деталей; швидкий докладний 3D-рендерінг у реальному часі; основна частина прив'язки до колекції частин; гнучка опора деталей (пружина, шланги, стрічки); групування деталей; редагування декількох файлів; інструкція з покроковою підтримкою створення моделі; функції скасувати/повторити; можливість копіювати/вставити з іншого програмного забезпечення LDraw; налаштування деталей.

Середовище проєктування моделей Lego MLCad.

MLCad – є потужною системою CAD, спеціально призначеною для створення інструкцій будівлі для власних моделей Lego. До основних функцій системи відносять [11]: просту у використанні; повна підтримка перетягування, додавання, копіювання та переміщення частин LEGO; можливість роздрукувати моделі або їх частини; дозволяє редагувати будь-яку частину моделі, включаючи колір, форму та розмір; підтримує експорт та імпорт моделей в різних форматах, включаючи LDraw, 3D Studio; дозволяє перевірити модель на правильність зборки, забезпечуючи зручний інтерфейс для перегляду та аналізу моделі з різних кутів; дозволяє створювати детальні інструкції для зборки моделі, що можуть бути використані в процесі будівництва робота.

Середовище проєктування тривимірних моделей Lego LeoCAD.



LeoCAD – редактор, розроблений для проектування тривимірних моделей LEGO. Програма дозволяє створювати автомобілі, будинки, різні споруди, цілі міста у CAD-редакторі. Редактор пропонує десятки тисяч деталей для створення найскладніших моделей. Приємною можливістю є функція імпорту створених моделей редактором 3D MAX. Також можна в ігровій формі освоїти один із типів CAD-редакторів.

Особливості програми [12]: величезний набір різноманітних деталей конструктора; можливість імпорту до інших тривимірних редакторів; можливість перегляду моделей у різних видах, навіть у ізометрії; створення складних моделей у стилі LEGO; має яскравий інтерфейс і не викликає труднощів у користувачів; можливість зміни кольорів у блоків; LEGO-блоки можна повертати та переміщувати в середовищі редактора; наявна можливість редагування раніше імпортованих моделей.

Середовище проектування Studio 2.0.

Studio 2.0 являє собою потужний інструментарій, що дає можливість зібрати модель, перевірити її на стабільність (міцність), зробити pdf інструкцію для складання, а також підготувати фотореалістичний рендер конструкції або навіть анімацію процесу складання. Програма вміє експортувати модель у форматі *.ldr, які розуміють інші редактори (Lego Digital Designer, LDraw та інші) та відповідно імпортувати [13].

Головне вікно програми можна розділити на п'ять елементів (додаток А. рис. А.6): панель управління – розташовується у верхній частині, містить вкладки функцій, доступних у програмі; робоча зона – місце, де розташовується модель, що проектується; бібліотека деталей – розташовується у нижній частині; палітра кольору – розташовується праворуч зверху; список «кроків» – знаходиться під палітрою кольорів (праворуч).

Найбільший інтерес представляє панель з основними інструментами: набір інструментів виділення (Select) – це список інструментів з різними варіантами



виділення (звичайний, за кольором, за типом, за кольором і типом, по з'єднанню, інвертувати виділення); поворот (Hinge) – інструмент для повороту деталей на потрібний кут потрібної осі обертання; клонування (Clone) – створення копії виділеної деталі; приховування (Hide) – відключення відображення деталей; приєднання (Connect) – інструмент, який нагадує яку частину і куди можна зчепити; колізії (Collision) – інструмент включення або вимкнення колізії, який допомагає у випадках, коли на реальній моделі робота можна зчепити конструкцію через деякий вигин або люфт деталей, а при тривимірній побудові це не передбачено; зчеплення (Snap) – включення або вимикання зчеплення деталей; сітка (Grid) – варіанти сітки, де будується модель; рендер (Render) – інструмент створення фотореалістичної картинки; стабільності (Stability) – інструмент, завдяки якому можна побачити слабкі сторони конструкції у плані міцності; інструкція (Instruction) – інструмент створення pdf інструкції; інструменти інтернет-платформи «BrickLink» – це доступ до свого облікового запису та «My Studio».

У лівій частині інтерфейсу програми знаходиться панель з деталями та необхідні інструменти для зручного пошуку потрібних (фільтри за категоріями, пошук).

У правій частині розташовується панель Color pallette і Step list. Панель Color pallette дає можливість встановити будь-який колір деталі. Панель «Step list» відображає пронумерований список кроків, де кожен крок зберігає всі необхідні деталі або навіть цілу підмодель. В результаті ці кроки утворюють покрокову інструкцію.

Остання частина – це робоче місце, область інтерфейсу, де користувач будує модель. Тут є свої додаткові можливості. Наприклад, можна додавати вікна перегляду, щоб бачити моделі з різних ракурсів.

Середовище проєктування робототехніки Lego Digital Designer.



Lego Digital Designer (LDD) – безкоштовна комп’ютерна програма, що випускається Lego Group у складі Lego Design byME, що дозволяє користувачам будувати тривимірні моделі, використовуючи віртуальні деталі конструктора Lego [14]. До основних можливостей, які надає програмне середовище Lego Digital Designer відносять:

- створення моделей Lego за допомогою блоків: програма LDD містить більше 3 500 різних блоків, які можуть бути використані для створення будь-якої моделі;
- можливість перегляду моделей з різних кутів: LDD дозволяє користувачам переглядати свої моделі з будь-якого кута з використанням 3D-технології;
- редагування та збереження моделей: користувачі можуть вносити зміни до своїх моделей, додавати нові блоки та зберігати їх на комп’ютері;
- експорт моделей: LDD дозволяє експортувати моделі у форматах LXF та LXFML, що дозволяє ділитися своїми моделями з іншими користувачами LDD або імпортувати їх в інші програми для подальшого редагування;
- створення інструкцій для збірки: програма LDD може автоматично створювати інструкції для збирання моделі, що дозволяє іншим користувачам легко зібрати модель на основі вашого проекту;
- доступність для безкоштовного завантаження: програма LDD є безкоштовною і доступною для завантаження на офіційному веб-сайті Lego.

Інтерфейс програми досить простий для розуміння та швидкого освоєння. В програмному засобу передбачено три режимами роботи: Lego digital designer – в першому режимі для моделювання доступна більшість деталей Lego (базова бібліотека деталей); Lego Mindstorms – робота з деталями наборів конструктора Lego Mindstorms; Digital designer extended – режим вільного моделювання із розширеною бібліотекою деталей [15].



Головне вікно програми, його можна розділити на чотири основні частини: панель управління – розташовується у верхній частині, містить вкладки функцій, доступних у програмі; бібліотека деталей (Bricks, Template, Group) – у правій частині; робоча зона – місце, де розташовується модель, що проектується; панель інструментів – основні інструменти для роботи з деталями та моделями.

На робочій зоні, якій відведена більша частина головного вікна, користувач збирає моделі з представлених деталей або розбирає вже готові моделі, щоб побачити її структуру. Переміщення можна здійснювати за допомогою миші або навігаційних клавіш.

На панелі інструментів розташовані різноманітні кнопки керування: Single selection – курсор для вибору деталей (та роботи з ними); Clone – копіювання вибраної деталі; Hinge – обертання деталей вручну, або із завданням певного кута повороту; Hinge Align – поєднання деталей; Flex – додавання вигинів для деталей, що мають цю особливість (наприклад, ланцюжок); Paint – заливка певним кольором у режимі Digital Designer, та будь-яким кольором у режимах Mindstorms та Extended; Hide – приховати моделі (не видаляючи її); Delete – видалення вибраної деталі.

Також до панелі інструментів відносяться режими, не тільки складання моделі, але і її графічного презентування: «Скриншот» – збереження вигляду моделі у форматі *.png; «Інструкція» - створення інструкції для покрокового складання. В програмному середовищі LDD можна створювати інструкції в декількох варіантах.

Перший варіант інструкції генеруються у самій програмі (Building guide mode). У цьому режимі крок за кроком деталі з анімацією з'єднуються і можна інтерактивно обертати, розглядати з усіх боків для повного розуміння збирання.

Другий варіант (HTML building guide) інструкції генеруються у вигляді HTML-сторінки з ресурсними файлами і виходить менш зручним, де на сторінці за натисканням на кнопки управління просто змінюються картинки.



Після детального розгляду сучасних середовищ проєктування для вивчення робототехніки можна відзначити кілька ключових аспектів, які мають важливе значення для ефективності їх використання у навчальному процесі. Кожне середовище має свої переваги, обмеження та специфіку, що робить його більш або менш підходящим залежно від цілей навчання та рівня підготовки студентів.

З одного боку, деякі платформи надають чудові можливості для візуального програмування, що є важливим для початкового етапу навчання та зручним для використання для осіб без попереднього досвіду програмування. Вони спрощують процес навчання і дозволяють студентам швидко зрозуміти основи робототехніки, зосередившись на логіці роботи роботів і алгоритмах, не занурюючись у складність програмного коду.

З іншого боку, для більш просунутих користувачів та студентів, які прагнуть глибшого розуміння технологічних аспектів робототехніки, потрібні більш потужні й гнучкі інструменти, які дозволяють працювати з реальними системами, складними алгоритмами та програмуванням на низькому рівні. Такі середовища дозволяють проводити складні моделювання, створювати детальніші проєкти роботів та інтегрувати різноманітні сенсори та актуатори, що є необхідним для підготовки фахівців високого рівня.

У процесі викладання освітнього компоненту «Освітня робототехніка» освітньої програми Середня освіта. Інформатика Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького під час проведення лабораторних робіт використовують систему Lego Digital Designer.

До основних завдань належать: вивчення особливостей роботи з конструкторами Lego Mindstorms EV3; вивчення програмного середовища Mindstorms EV3; засвоєння інструментів проєктування Lego Digital Designer; знайомство з платформою Open-Roberta.

В середовищі проєктування LDD здобувачі моделюють роботехнічні конструкції з використанням блоків EV3, конструюють базові моделі (швидкісні машинки на різку кількість коліс та датчиків), будують моделі для змагань сумоїстів, раллі та гри «Кегельрінг», знайомляться з побудовою складних конструкцій: марсохід (рис. 1) та шагозавр, створюють інструкції збірок.

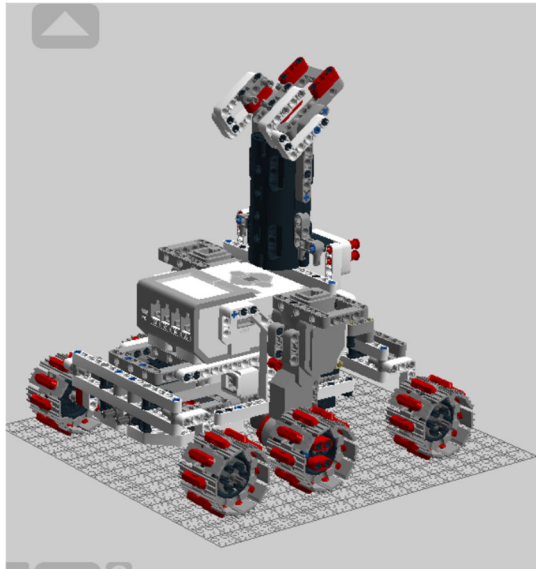


Рис. 1. Роботехнічна машинка «Марсохід»

Одним із практичних завдань є розробка власного проєкту, побудова власної моделі в середовищі проєктування Lego Digital Designer. Наприклад: побудова робота безпілотної бази конструктора EV3 (рис. 2 та 3).

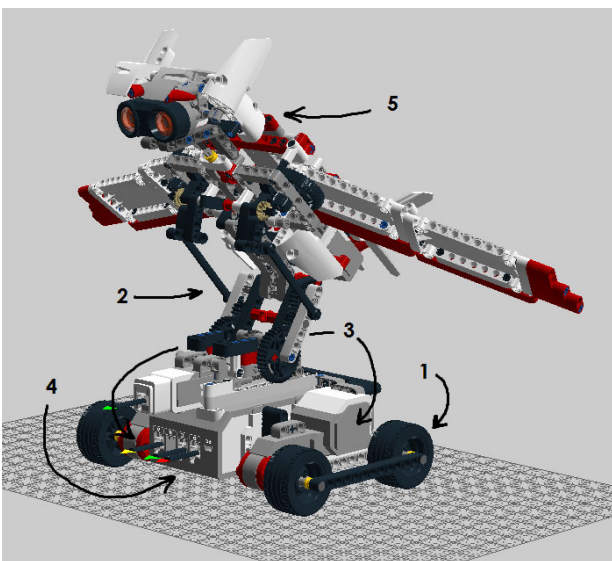


Рис. 2. Основні частини робота

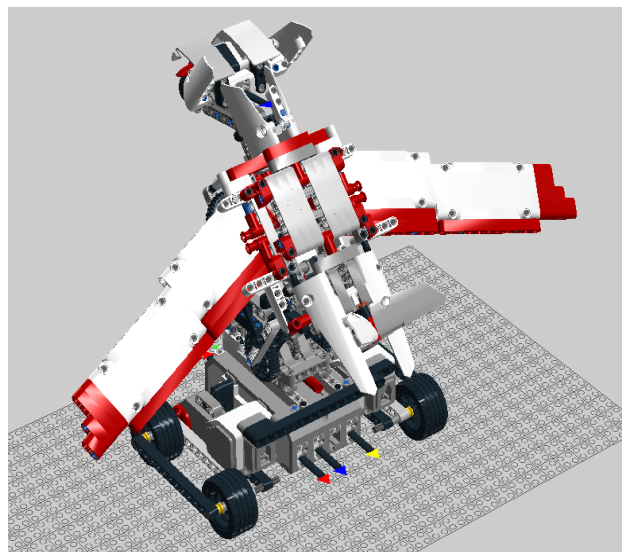


Рис. 3. Вид ззаду



Робот складається з 1. – Шасі, 2. – Рухаючий механізм, 3. – Двигуни, 4. – Контролер.

При створенні роботів-літаків в конструкторі Lego Mindstorms EV3 виникає проблема – контролер, без якого неможлива робота робота, є однією з найважчих частин готових роботів, тому дуже складно створити саме літаючого робота. Велика кількість подібних роботів насправді є симуляціями літаків. Представлений робот є одним з таких, він може симулювати політ, змінюючи кут відносно підлоги, рухатись на шасі по поверхні та повертатися в сторони, даючи уяву про рухи реальних безпілотних літаків. Незважаючи на свою висоту, робот-безпілотник добре тримає рівновагу, не перекидаючись при розворотах.

Отже, вибір середовища проектування для вивчення робототехніки залежить від цілей та рівня навчання. Для широкого використання в освітньому процесі важливо забезпечити наявність різних платформ, здатних задовольнити потреби студентів на різних етапах їхнього навчання та розвитку. Це дозволить зробити процес вивчення робототехніки більш гнучким і адаптованим до індивідуальних потреб учнів та студентів.

Висновки. Під час аналізу віртуальних середовищ проектування було розглянуто важливість інтеграції робототехніки в освітній процес як складової сучасної STEM-освіти, що є необхідним кроком для підготовки студентів до роботи з інформаційними технологіями та інноваційними технологічними системами. Важливою складовою цього процесу є використання сучасних середовищ проектування, які дозволяють моделювати, симулювати та програмувати роботи, що значно підвищує ефективність навчання.

Сучасні програмні платформи, такі як LDraw, MLCad, LeoCAD, Studio 2.0 і Lego Digital Designer, пропонують різноманітні можливості для практичного навчання, відповідно до рівня підготовки студентів. Платформи з візуальним програмуванням є корисними для початкових етапів навчання, тоді як більш



складні інструменти, що підтримують роботу з реальними системами та сенсорами, підходять для тих, хто має більш глибоке розуміння робототехніки.

Таким чином, що для ефективного навчання робототехніці важливо мати різноманітні інструменти, здатні адаптуватися до індивідуальних потреб студентів на різних етапах їх навчання. Це дозволяє створити гнучкий освітній процес, що відповідає вимогам сучасного технологічного середовища та готує студентів до успішної кар'єри в сфері STEM.

Список використаних джерел

1. 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). 1–12. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.111>
2. Луценко В., Запривода А., Гаврюков О., Бондарчук О., Точиліна Т., Філіпенко І. Вивчення робототехніки методами дистанційного навчання в умовах кризових обмежень. *Управління розвитком складних систем*. 2024. (59), 165–173. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.59.165-173>
3. Яшан Б., Пукальський І., Мельничук Л. Огляд онлайн сервісів для вивчення робототехніки при дистанційному навчанні. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*, 2024. № 2. С. 74-80. <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2024-2-74-80>
4. Бондарук В.В. Використання віртуальних навчальних середовищ при вивченні робототехніки. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2019. Вип. 25. С. 120–123.
5. Козіброда С., Пальчик А., Мазур І.-С., Рак В. Модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів. *Наукові записки Тернопільського*



національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка. 2023. 1(2), 31–41. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.2.4>

6. Кривонос, О. М., Жуковський, С. С., Кривонос, М. П. *Порівняння середовищ візуального програмування роботів для потреб навчального процесу.* «Наука і техніка сьогодні» (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Техніка», Серія «Фізико-математичні науки»). 2022. 6 (6). с. 175-187.

7. Конофольська В. Використання інтернет-сервісів під час навчання робототехніки в умовах дистанційного навчання. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. 2021. 8. URL: <https://www.e-journals.npu.edu.ua/index.php/ikt/article/view/222/319>

8. Мазурок Т., Корабльов В., Черних В. Освітня робототехніка. Аспекти підготовки майбутніх учителів інформатики. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2019. Вип. спецвип.. С. 175-182.

9. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету», 2018. 5. С. 178–187.

10. What is LDraw? URL: <https://www.ldraw.org/>

11. MLCAD. Virtual MLCad 2021. URL: <https://mlcad.itec.kit.edu/>

12. LeoCAD <https://www.leocad.org/>

13. Studio 2.0 <https://moc.bricklink.com/v2/build/studio.page>

14. Lego Digital Designer. URL: <https://www.lego.com/en-us/ldd>

15. Семикіна І.С., Чорна А.В. Створення роботизованої моделі дрона за допомогою програми Lego Digital Designer. Інформаційні технології в освіті та науці. 2023 (13). С. 377-379.