УДК 378.091.212
DOI https://doi.org/10.32782/1992-5786.2023.91.29

А. В. Чорна
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики і кібернетики
Мелітопольського державного педагогічного університету
імені Богдана Хмельницького

ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

У статті аналізуються віртуальні середовища програмування, які застосовуються в освіті для навчання робототехніки. Розглядається велика кількість платформ, починаючи з популярних інструментів, таких як LEGO Mindstorms та Microsoft Robotics, і закінчуючи менш відомими, але дуже ефективними віртуальними середовищами, наприклад, VEXcode VR та Tinkercad Circuits Arduino. В статті відзначається, що програми, такі як LEGO Mindstorms, дозволяють здобувачам вивчити основи робототехніки та програмування у вигляді обов'язкових освітніх компонентів. Автор наголошує, що в період дистанційного навчання освітній процес в університеті здійснюється через онлайн-платформу Moodle, що дозволяє використовувати різноманітні середовища для навчання робототехніки, такі як онлайн-симулятори та віртуальні середовища. Проаналізовані наступні середовища програмування, такі як Virtual Robotics Toolkit, Microsoft Robotics, Scratch, MakeCode, Blockly, Open Roberta Lab, VEXcode VR, та Tinkercad Circuits Arduino. Висвітлені переваги та недоліки використання кожної системи при вивченні робототехніки. Кожне середовище описується з точки зору можливостей, інтерфейсу та педагогічної ефективності. Детально розглядаються можливості моделювання роботів, наявність сенсорів та датчиків, програмування інтерфейсу, імпорт моделей, інтеграція з іншими програмами, а також різноманітність завдань для вивчення різних аспектів робототехніки. Підкреслюється, що Scratch, MakeCode та інші інструменти не тільки полегшують процес вивчення, але і надають широкий спектр можливостей для здобувачів, включаючи власноруч створені розширення та середовище на базі цих платформ для програмування роботів.

У статті виокремлюються педагогічні переваги, такі як легкість навчання, привабливий інтерфейс, підтримка мультиплікацій, що робить зазначені інструменти ефективними засобами для навчання робототехніки в умовах дистанційного навчання. Вивчення програмуванню робототехніки при використанні віртуальних середовищ відкриває нові можливості, роблячи процес цікавим та ефективним. Викладачі можуть використовувати зазначені інструменти для розвитку навичок здобувачів освітньої програми Середні освіта. Інформатика у сферах програмування, механіки та електроніки, навіть в умовах дистанційного навчання.

Ключові слова: *програмування, lego-роботи, освітній компонент, дистанційне навчання, віртуальні середовища.*

Постановка проблеми. У сучасному світі інформаційно-комунікаційні технології дедалі більше проникають у наші повсякденні життя і змінюють їх у багатьох аспектах. Одним із найважливіших напрямків технічного розвитку є робототехніка, яка дозволяє створювати роботів, що здатні виконувати різноманітні завдання, замінюючи людей в деяких сферах діяльності. У зв'язку з цим, вивчення робототехніки стає все більш актуальним завданням для сучасного освітнього процесу [21].

Одними із найбільших викликів сьогодення, які стали перед учасниками освітнього процесу у зв'язку із Російським вторгненням, є переміщення закладів вищої освіти в правове поле України та перехід до дистанційного навчання.

Щоб забезпечити ефективність вивчення робототехніки в умовах дистанційного навчання, потрібно використовувати інноваційні підходи та технології. Наприклад, використання Інтернет-ресурсів, онлайн-курсів, відеоуроків та інші засобів дозволяє здійснювати навчання з будь-якої точки світу та в будь-який зручний час. А використання віртуальних середовищ може допомогти учасникам освітнього процесу відчути себе у присутності інших учасників групи та викладача. Також можуть використовуватися спеціальні он-лайн симулятори, що дозволяють здобувачам вивчати практичні навички без реального фізичного контакту з роботами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проаналізувавши дослідження науковців щодо висвітлення питань впровадження освітньої робототехніки, можна виокремити роботи Н.В. Морзе, Н.В. Валько, Т.А. Вакалюк, В.В. Осадчого, І.А. Сліпухіної, Є.М. Смірнової-Трибульської,

© Чорна А. В., 2023

які висвітлювали різні аспекти впровадження й використання технологій на основі STEM/STEAM-освіти в навчальних закладах; науковці Н.О. Кушнір, Т.Л. Мазурок, Н.В. Морзе, О.В. Струтинська, О. Кривонос досліджували питання впровадження робототехніки в освітній процес закладів освіти.

Формулювання цілей статті. Мета статті – висвітлити особливості використання віртуальних середовищ для навчання робототехніки під час дистанційного навчання при підготовці майбутніх вчителів інформатики.

Виклад основного матеріалу дослідження. В сучасний час одним з завдань педагогічних університетів є готовність майбутніх вчителів до роботи з учнями відповідно до сучасних тенденцій, стандартів і вимог сучасності, що включає в себе й підготовку вчителів для викладання робототехніки. Тому особливого значення набувають питання впровадження робототехніки у навчальний процес закладів вищої освіти як обов'язкової складової підготовки майбутніх учителів [20].

Освітня робототехніка (educational robotics) – міжпредметний напрям навчання учнів, у процесі якого інтегруються знання зі STEM-предметів (фізики, технологій, математики), а також кібернетики, мехатроніки та інформатики [18].

Сьогодні в навчальних закладах використовуються різні робототехнічні конструктори. До найбільш поширених можна віднести [17]:

– Lego Mindstorms NXT 2.0: один з найпоширеніших наборів. Крім безлічі деталей та процесорного блоку, має програмну підтримку у вигляді великої кількості середовищ програмування.

– Lego Mindstorms EV3: має більш потужний процесор і зміни як у самому наборі, так і в середовищі програмування.

– Arduino: апаратна обчислювальна платформа. На її основі можна створювати свої роботи.

– Raspberry Pi: повноцінний комп'ютер, що вимагає установки операційної системи, і при цьому має розмір банківської картки.

У здобувачів Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького освітньої програми Середня освіта. Інформатика бакалаврського рівня освітній компонент «Основи робототехніки» відноситься до обов'язкових для вивчення. Навчальний процес в університеті повністю здійснюється у дистанційному режимі через платформу сайту Центру освітніх дистанційних технологій (dfn.mdpu.org.ua) в синхронному та асинхронному режимах і це дало змогу використовувати різноманітні середовища проєктування та програмування робототехніки, онлайн-симулятори та віртуальні середовища, використання яких забезпечує якісне проведення занять з робототехніки.

Відповідно до цього програма освітнього компоненту «Основи робототехніки» розділена на два блоки: проєктування робототехніки та програмування у віртуальних середовищах. Розглянемо деякі віртуальні середовища програмування для вивчення основ програмування Lego-роботів, налаштування та використання датчиків.

Середовище для роботи LEGO Mindstorms Virtual Robotics Toolkit.

Virtual Robotics Toolkit – це програмне забезпечення для симуляції та тестування роботів, що дозволяє розробникам та студентам створювати, тестувати та програмувати різні робототехнічні системи [13]. Основні можливості Virtual Robotics Toolkit:

1. Моделювання різних типів роботів: програма дозволяє створювати та тестувати різні типи роботів, включаючи мобільні, стаціонарні, маніпулятори та ін.

2. Велика кількість сенсорів та датчиків: датчики відстані, кольору, температури, акустичні датчики та ін.

3. Інтерфейс програмування: візуальний та текстовий інтерфейс програмування для роботів на основі мови програмування C#.

4. Можливість імпорту моделей: користувачі можуть імпортувати власні моделі роботів у програму, що дозволяє їм створювати та тестувати власні робототехнічні системи.

5. Моделювання середовищ: користувачі можуть створювати власні середовища для тестування роботів, включаючи ландшафти, будівлі та інші об'єкти.

6. Симуляція реальних умов: програма дозволяє симулювати різні реальні умови для тестування роботів, включаючи погодні умови, електричні перешкоди, шум та інші фактори.

7. Інтеграція з іншими програмними засобами: програма може інтегруватися з іншими програмними засобами, такими як MATLAB та LabVIEW, для більш ефективної роботи з даними та аналізу даних.

8. Різноманітність завдань: Virtual Robotics Toolkit містить велику кількість завдань, які дозволяють користувачам вивчати та тестувати різні аспекти робототехніки, включаючи програмування, механіку та електроніку.

Симулятор Microsoft Robotics. Microsoft Robotics – пакет програм, який є повноцінним універсальним симулятором для управління різними роботами. Підтримує мови програмування VPL, C#. Цей симулятор дозволяє працювати з такими датчиками: GPS, лазерний далекомір, інфрачервоний далекомір, компас, сенсор кольору, веб-камера [1]. Є умовно безкоштовним продуктом. До складу середовища входять такі компоненти:

– бібліотека Concurrent and Coordination Runtime (CCR) – призначена для організації

обробки даних за допомогою методів, що паралельно та асинхронно виконуються;

– Decentralized Software Services (DSS) – середовище, яке дозволяє запускати алгоритми обробки даних, організовувати асинхронну взаємодію процесів керування різними підсистемами робота;

– Visual Simulation Environment (VSE) – середовище візуалізації, що дозволяє експериментувати з моделями роботів, тестувати алгоритми керування роботами;

– Visual Programming Language (VPL) – мова, призначена для розробки програм управління роботами. Програма такою мовою представляється у вигляді послідовності блоків, які виконують обробку даних, та зв'язків між ними.

Візуальне середовище програмування Scratch.

Scratch – кросплатформове середовище програмування з відкритим вихідним кодом для навчання основ інформатики. Програмування здійснюється за допомогою з'єднання блоків, які нагадують елементи мозаїки [10]. Scratch дозволяє намалювати та запрограмувати прості графічні об'єкти, що називаються спрайтами.

Саме середовище Scratch не дозволяє програмувати роботів, проте існує велика кількість розширень та середовищ на базі Scratch, які дозволяють програмувати роботи Lego WeDo, Lego NXT, Lego EV3 та Arduino. До таких середович, створених на базі Scratch, можна віднести S4A та mBlock для програмування Arduino та Enchanting для програмування NXT. До можливостей Scratch подібних середовищ відносять: легкість у вивченні, привабливий інтерфейс користувача, відкритість і безкоштовність, налагодження віддаленого управління роботом з комп'ютера, візуальний інтерфейс, велика бібліотека графіки та звуку, підтримка мультиплікації.

Платформа програмування MakeCode.

MakeCode [7] – це безкоштовна браузерна платформа, за допомогою якої можна створити програми для безлічі робототехнічних пристроїв, від Arduino до роботів в Minecraft. Деякі з можливостей MakeCode включають: блокове програмування; створення програми за допомогою мови JavaScript; містить вбудовані блоки для керування різними сенсорами; підтримує різні мікроконтролери; такі як BBC micro:bit, Circuit Playground Express, Lego Mindstorms Education EV3 та багато інших; дозволяє створювати власні блоки та функції; наявний візуальний редактор, що дозволяє створювати програми за допомогою перетягування та з'єднання блоків, що полегшує процес розробки програм; має інтерактивний режим, що дозволяє відлагоджувати програми на реальному обладнанні та спостерігати за їх роботою в реальному часі; можна запустити свій код за допомогою симулятора Lego Mindstorms Education EV3, все в одному вікні браузера. Симулятор має підтримку екрану EV3 Brick, кнопок, датчиків та двигунів.

Середовище програмування Blockly. Blockly – інтерактивне веб-середовище програмування, яке було розроблено для допомоги початківцям у навчанні програмування. Середовище Blockly саме по собі не має можливості програмування реальних роботів, а репрезентує собою модуль, що перевикористовується, який може бути вбудований в сторонні програми (у тому числі системи програмування роботів) [3]. У середовищі доступний набір віртуальних виконавців та завдань, які можна розв'язати за допомогою Blockly. Під час вирішення кожного завдання, його коректність перевіряється. Також, для кожного рішення можна переглянути код на мові JavaScript, який відповідає візуальній діаграмі.

Візуальне середовище програмування Open Roberta Lab.

Open Roberta Lab – це середовище розроблене спеціально для робототехніки та може бути використане для програмування різних видів роботів, таких як LEGO Mindstorms EV3, WeDo, NTX, NAO, mBot, senceBox, micro:bit, Calliope, Bot'n Roll. Програмування в Open Roberta здійснюється мовою NEPO, дуже схожою на мову Scratch. Середовище складається з двох вікон: робоче поле та поле запуску робота. В своїй будові робот має два колеса з моторами, світлодіод, датчик кольору, ультразвуковий датчик відстані та датчик дотику [9]. Крім симуляції руху та роботи датчиків окремого робота, є можливість програмувати програмний блок та переглядати зміни на екрані цього блоку, точно визначати показники датчиків.

Віртуальна платформа VEXcode VR [12] – це проста у використанні платформа, використання якої дозволяє кодувати віртуального робота за допомогою середовища кодування на основі блоків, що працюють від Scratch Blocks, або спеціально розробленого текстового інтерфейсу мовою Python. Користувачу пропонується широкий вибір віртуальних 3D-майданчиків: художнє полотно, стінний та динамічний лабіринти, карти з числами та розміткою, карти для розпізнавання фігур та кольорів, руйнування конструкцій, сортування деталей та інші. Робот VR має наступні елементи керування: трансмісія із гіроскопом; функція «малювання пером», що дозволяє розміщувати перо вгорі (щоб не малювати) або внизу (для малювання); електромагніт для підбору дисків із металевими сердечниками.

Робот VR оснащений такими датчиками: мотори з кутом повороту 360 градусів; передній датчик ока також діє як датчик відстані та повертає відстань до виявленого об'єкта в міліметрах та дюймах; гіроскопічний датчик, два датчики кольору та датчик розташування.

Віртуальний емулятор Tinkercad Circuits Arduino – потужний емулятор Arduino, з якого можна починати навчання електроніці та робототехніці. Програмування Arduino в Tinkercad може бути представлене в у вигляді блоків або тексту. Мова програмування відповідає мові IDE Arduino. Для навчання мікроконтролерної платформи Arduino з використанням емулятора Tinkercad можна виконати: проекти по підключення до Arduino світлодіодів (світлодіодної гірлянди та триколірного світлодіода), семисегментного індикатора, зумера, реле, термодатчика або термістора, датчика освітленості або фоторезистора, кнопки (датчика нахилу), змінного резистора), модуля LCD, датчика руху, матричної клавіатури, ультразвукового далекоміра HC-SR04, датчика газу MQ-2, серводвигуна, двигуна з редуктором.

Практичні роботи в Tinkercad виконуються в три етапи: зібрати ланцюг; розробити код; налагодити та запустити процес моделювання [2]. Після того як код пройшов налагодження, його можна завантажити з Tinkercad у реальне Arduino IDE. Наприклад, для запуску прикладу «Блимає світлодіод» потрібно: 1) у списку «Компоненти» вибрати плату «Arduino UNO R3» та встановити її у робоче поле; 2) у верхній частині поля клацнути «Код», далі вибрати «Текст»; 3) для запуску коду потрібно у верхній частині вікна натиснути «Почати моделювання»; 4) далі можна спостерігати миготіння світлодіод з інтервалом 1 сек. на платі; 5) можна змінити частоту миготіння світлодіода, шляхом зміни даних функції delay().

При організації вивчення робототехніки в умовах дистанційного навчання віртуальне середовище Tinkercad має такі переваги: є повністю безкоштовним навчальним середовищем; робота здійснюється користувачем через веб-інтерфейс, що робить навчальний процес незалежним щодо апаратного забезпечення; в середовищі емулюється мікроконтролер Arduino має повністю відкриту архітектуру системи; у середовищі користувачеві доступне велике кількість різних електромеханічних компонентів та готових схем з підключеним мікроконтролер Arduino Uno; програмування мікроконтролера доступне у трьох режимах, у тому числі існує можливість програмувати паралельно блочною та процедурною мовами програмування.

Висновки. У результатах аналізу віртуальних середовищ програмування для вивчення робототехніки під час дистанційного навчання можна зробити висновок, що розмаїття доступних інструментів, дозволяють викладачам та здобувачам вибрати оптимальні засоби для навчання відповідно до їх потреб та рівня підготовки.

Середовища, такі як LEGO Mindstorms Virtual Robotics Toolkit та Microsoft Robotics, надають широкі можливості для створення, тестування та програмування різних типів робіт, а також інтегруються з іншими програмами для ефективної роботи з даними та аналізом. Scratch, хоч і не дозволяє програмувати реальні роботи, пропонує легке та привабливе зовнішнє середовище, і його розширення, таке як S4A та mBlock, дозволило навчитись програмувати роботи в Lego та Arduino. MakeCode виражає свою універсальність та можливість програмувати різноманітні робототехнічні пристрої, включаючи Arduino та Lego Mindstorms, з використанням блоків або текстового коду. Open Roberta Lab пропонує програмування різних видів робіт мовою NEPO, схожою на Scratch, а також включає симуляцію руху та роботу датчиків. VEXcode VR та Tinkercad Circuits Arduino, у своїй версії, надають віртуальні майданчики для програмування та тестування робіт у різноманітних умовах, що полегшує вивчення робототехніки.

Віртуальні середовищі створюють унікальні можливості для освіти в галузі робототехніки, забезпечуючи зручний інтерфейс для вивчення програмування та механіки. Їхня велика різноманітність дозволяє адаптувати навчання до різних вікових груп та рівнів підготовки, сприяючи розвитку креативності та інженерного мислення здобувачів.

Список використаної літератури:

1. An overview of the Microsoft Robotics Developer Studio. URL: https://acodez.in/microsoft–robotics–developer–studio
2. Arduino simulator AND. URL: https://www.tinkercad.com/things/fIHpOFbJ1CN-arduino-simulator-and
3. Blockly. URL: https://blockly.games/
4. Lego Digital Designer. URL: https://www.lego.com/en-us/ldd
5. LeoCAD. URL: https://www.leocad.org/index.html
6. LPub3D SOURCEFORGE. URL: https://sourceforge.net/
7. Microsoft MakeCode. URL: https://makecode.mindstorms.com/
8. MLCad Virtual MLCad 2021. URL: https://mlcad.itec.kit.edu/
9. Open Roberta Lab. URL: https://lab.open-roberta.org/
10. Resnick M., Maloney J., Monroy–Hern´andez A. Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*. V. 52, No 11. 2009. Pp. 60–67.
11. Studio 2.0. URL: https://www.bricklink.com/v2/build/studio.page
12. VEXcode VR. URL: https://vr.vex.com/
13. Virtual Robotics Toolkit. URL: https://virtualroboticstoolkit.com/
14. Welcome to LDCad. URL: http://www.melkert.net/LDCad
15. What is LDraw? URL: https://www.ldraw.org/

16. Бондарук В. В. Використання віртуальних навчальних середовищ при вивченні робототехніки. URL: http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/ view/189580/189010
17. Кривонос О., Жуковський С., Кривонос М. Порівняння середовищ візуального програмування роботів для потреб навчального процесу. *Наука і техніка сьогодні.* 2022. № 6(6). С. 175-187.
18. Морзе Н.В., Струтинська О.В., Умрик М.А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2018. № 5. С. 178-187.
19. Струтинська О.В. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, спецвипуск «Нові педагогічні підходи в STEAM освіті»*. 2019. С. 324-344.
20. Струтинська О.В. Підготовка майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки в школах. *Вісник ЧНУ. Серія «Педагогічні науки».* 2019. № 3. С. 74-87.
21. Струтинська О.В., Баранов С.С. Тенденції розвитку освітньої робототехніки в закладах позашкільної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 1(19). С. 196-204.

Chorna A. Use of virtual environments for teaching educational robotics during distance education

The article explores virtual programming environments applied in education to teach robotics. It covers a wide range of platforms, from popular tools like LEGO Mindstorms and Microsoft Robotics to lesser-known but highly effective virtual environments like VEXcode VR and Tinkercad Circuits Arduino. The article notes that programs such as LEGO Mindstorms enable learners to grasp the fundamentals of robotics and programming as integral components of education. The author emphasizes that during the period of remote learning, the educational process at the university is conducted through the online Moodle platform, allowing the utilization of diverse environments for teaching robotics, such as online simulators and virtual environments. The analyzed programming environments include Virtual Robotics Toolkit, Microsoft Robotics, Scratch, MakeCode, Blockly, Open Roberta Lab, VEXcode VR, and Tinkercad Circuits Arduino. The advantages and disadvantages of each system in teaching robotics are highlighted. Each environment is described in terms of capabilities, interface, and pedagogical effectiveness. The modeling possibilities of robots, the presence of sensors, and programming interfaces, model imports, integration with other programs, and the variety of tasks for studying different aspects of robotics are thoroughly examined. It is emphasized that tools like Scratch, MakeCode, and others not only facilitate the learning process but also provide a broad spectrum of opportunities for learners, including creating custom extensions and platforms based on these programming environments for robot programming.

The article underscores the pedagogical advantages, such as ease of learning, an attractive interface, and support for animations, making these tools effective means for teaching robotics in the context of remote learning. Learning robotics programming through virtual environments opens new possibilities, making the process engaging and efficient. Instructors can utilize these tools to develop skills in programming, mechanics, and electronics, even in the conditions of remote education.

Key words: *programming, LEGO robots, educational component, remote learning, virtual environments.*