

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2024-2-74-80>

 <https://orcid.org/0000-0003-2521-2432>


ЯШАН Богдан

доктор філософії з математики, асистент кафедри диференціальних рівнянь,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: b.yashan@chnu.edu.ua

 <https://orcid.org/0000-0001-5610-7286>

ПУКАЛЬСЬКИЙ Іван

доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри диференціальних рівнянь,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: i.pukalsky@chnu.edu.ua

 <https://orcid.org/0000-0002-5382-7007>

МЕЛЬНИЧУК Лілія

кандидатка фізико-математичних наук, доцентка, доцентка кафедри диференціальних рівнянь,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: lilya.melnychuk@gmail.com

УДК 373.3/.5.018.43:004.896(045)

ОГЛЯД ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Зв'язок робототехніки з дистанційним навчанням є актуальним та цікавим дослідженням, яке зосереджується на використанні робототехніки як засобу навчання в умовах, коли багато шкіл перейшли на дистанційний режим навчання.

У статті висвітлюються можливості та переваги вивчення робототехніки в умовах дистанційного навчання, проаналізовані сучасні технології та інструменти, зокрема, віртуальні середовища, онлайн-платформи та мобільні застосунки.

Також надано рекомендації щодо вибору для використання сервісів у залежності від віку дитини.

Ключові слова: *STEM-освіта; робототехніка; онлайн сервіси; візуальні редактори; мобільні застосунки.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Стрімка технологічна еволюція веде до того, що найбільш популярними та перспективними фахівцями в умовах сьогодення стають IT-інженери, програмісти, професіонали в галузі високих технологій, фахівці біо- та нанотехнологій. Постає нагальне питання – як підготувати сучасних фахівців? Освіта сьогодні – це не просто передача готових знань від учителя до школярів, це ще й спосіб розширення їх свідомості і зміни реальності. У зв'язку з цим, науковці та педагоги всього світу активно шукають ефективні освітні технології, які б сприяли формуванню у здобувачів нового покоління компетентностей для їх успішного функціонування у сучасному світі. Однією з таких технологій, що набуває значного поширення, є STEM-освіта. Одним із напрямків впровадження STEM-освіти є робототехніка. Вона дозволяє використовувати моделі, які ми зустрічаємо в реальному світі, та створювати ігрове середовище для навчання та розвитку дітей

завдяки використанню конструкторів для створення роботів. Проте перед освітніми закладами постає важлива проблема – забезпечити хороший рівень технічних можливостей для вивчення робототехніки. Але на вивчення робототехніки в сучасній школі впливають також і інші фактори, такі як: у 2020 році епідемія коронавірусу, в 2022 році – повномасштабне вторгнення Росії в Україну, що змусило школи та вчителів перейти на модель дистанційного навчання в неймовірно стислі строки.

Таким чином, для вивчення робототехніки виникає необхідність паралельно з певними конструкторами використовувати та освоювати також і різні онлайн сервіси, віртуальні конструктори та віртуальні лабораторії.

Мета дослідження: проаналізувати онлайн сервіси, візуальні редактори та мобільні застосунки для вивчення робототехніки в умовах дистанційного навчання та надати рекомендації щодо вибору сервісів для дітей різних вікових груп.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання впровадження й використання технологій на основі STEAM-освіти в навчальних закладах розглядали такі українські дослідники, як Т.А. Вакалюк, Н.Р. Балик, О.В. Барна, Т.Г. Крамаренко, Н.В. Морзе, С.О. Семеріков, Є.М. Смірнова-Трибульська та закордонні вчені С. Баумер, Х. Фірман, М. Мелтон, Б. Седжаті, М. Сонг та інші.

Українськими освітянами проводяться активні дослідження і в галузі освітньої робототехніки, серед них: Н.В. Морзе, О.В. Струтинська, М.А. Гладун, Р.С. Белзєцький, І.В. Кіт, Д.В. Боровик, Т.І. Лисенко, О.М. Кривонос, А.Д. Василюк, С.С. Пахачук, М.А. Умрик, С.М. Дзюба, О.В. Задоро-

жна, О.Г. Кіт, П.О. Клименко, Ю.Г. Ковальов та ін.

Загалом вчені виокремлюють різні засоби та наводять приклади освітніх рішень, що можна використовувати у процесі навчання дітей різного віку, наприклад, конструктори для початкової, середньої школи та засоби для профільного навчання (Морзе, Гладун, Дзюба & 2018).

Автори, серед яких Н.В. Морзе, М.А. Гладун, С.М. Дзюба, наводять переваги використання різних наборів, таких як LEGO Education «Прості механізми», «Робототехніка. WeDo 2.0», Cubelets, MOSS, Wonder Workshop Dash&Dot, Robotis DREAM, Little Bits STEAM – для вивчення основ робототехніки в початковій школі. Інші комплекти навчальних матеріалів (наприклад, LEGO Education «Наука і технологія», LEGO Education «Енергія», LEGO Education «Пневматика», LEGO Education «Робототехніка. EV3», RobotisSTEM, Makeblock mBot та Ranger, Pitsco Tetrix Prime і TetrixMax, VexRobotics VEXIQ та VEXPRO, Arduino) – для навчання в середній школі (1. Морзе, Гладун, Дзюба & 2018). Деякі дослідники (Белзецький Р.С., Полторак О.М.) пропонують класифікувати платформи для створення роботів за ступенем «відкритості» (сумісності компонентів технічного рішення з іншими комплектами деталей) чи «закритості» (відсутності можливості використовувати інші компоненти) (Белзецький, Полторак, 2017). Як приклад, автори пропонують відносити Lego Mindstorms NXT 2.0 до «закритих» версій робототехнічних платформ, а набори Arduino до «відкритих».

Нами проведено аналіз модельних навчальних програм та підручників з інформатики, рекомендованих Міністерством освіти і науки України (МОН України), стосовно вивчення тем, пов'язаних із робототехнікою. Огляд програм показує, що вивчення елементів робототехніки передбачено у 5–6 класах НУШ, але не у всіх програмах. Хоча всі автори підкреслюють важливість вивчення робототехніки як одного з напрямів STEM-освіти.

Так, у модельній програмі А.З. Козак, А.В. Ворожбит (Шкільні підручники, 2024) питань, пов'язаних з робототехнікою немає, лише у 6 класі пропонується виконати інтегрований проєкт обов'язкового змісту «Ігрові проєкти. Робот як програмований об'єкт». Оскільки учень виконує проєкт самостійно, то інформацію до цього проєкту він добирає сам, тому не може детально вивчити питання саме практичного програмування робота. Водночас у пояснювальній записці до програми пропонується у випадку вибору максимального тижневого

навантаження (2 години на тиждень) розширити програму іншими варіативними курсами, серед яких вказано «Робототехніка». У цьому випадку за допомогою вчителя учень має можливість вивчити і теорію, і практику створення і програмування роботів. Проте у даній модельній програмі не зазначено змісту цього варіативного курсу.

У модельній програмі І.О. Завадського, О.В. Коршунової, В.В. Лапінського (Шкільні підручники, 2024) зазначається, що використання в навчальному процесі мікрокомп'ютерів (micro:bit, Arduino або Raspberry Pi) відкриває багато можливостей для творчості та дослідницької діяльності. Серед видів навчальної діяльності знаходимо: 1) програмування лінійних алгоритмів, а також алгоритмів із розгалуженнями та повтореннями на мікрокомп'ютерах (5 клас); 2) програмування алгоритмів із вкладеними структурами, а також створення подійно-орієнтованих програм на мікрокомп'ютерах (6 клас). Автори наголошують, що глибина вивчення елементів робототехніки у курсі інформатики має визначатися з урахуванням наявного матеріального забезпечення.

У модельній програмі Н.В. Морзе, О.В. Барна (Шкільні підручники, 2024) вказується, що після адаптаційного періоду навчання інформатики (після закінчення 6 класу) учні мають вміти розробляти прості алгоритми, використовуючи різні середовища створення та виконання алгоритмів, у тому числі й робототехнічних. Для досягнення цих результатів навчання у переліку питань розділу «Алгоритми і програми» у 6 класі є питання «Практичне програмування роботів», де передбачено створення та налагодження простих проєктів для управління роботами.

Питання, пов'язані з робототехнікою, найширше представлені у модельній програмі С.С. Радченко, Є.В. Боровцової (Шкільні підручники, 2024), де робототехніка є додатковим компонентом змістової лінії «Алгоритми та програми», в процесі її засвоєння здобувачі освіти працюють над власними проєктами. Окрім цього, під час вивчення робототехніки учні зрозуміють практичне значення, яке несе в собі написання програм. У даній модельній програмі пропонується вивчати окремий розділ «Робототехніка» і в 5-му, і в 6-му класах. Так, у 5-му класі розділ включає питання: 1) знайомство з роботами; 2) прості способи програмування роботів. У 6-му класі запропоновано наступні питання до вивчення: 1) навчальне середовище для програмування роботів; 2) опанування нових елементів середовища; 3) перевірка умов роботи;

4) робота з циклами; 5) робота зі звуковими та світловими ефектами.

Отже, модельна програма С.С. Радченко, Є.В. Боровцової – єдина, у якій пропонується вивчати тему «Робототехніка» з 5-го класу за найширшим планом.

Значно ширша за змістом програма рекомендованого Міністерством освіти і науки України (Наказ МОН України від 12.07.2021) міжгалузевого інтегрованого курсу «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти, авторами якої є І.М. Сокол і О.М. Ченцов (Сокол, Ченцов, 2021). У ній запропоновано вивчати наступні питання: 1) знайомство з мікрокомп'ютером та середовищем програмування; 2) анімація за допомогою світлодіодів; 3) кнопки; 4) датчики (сенсори); 5) музика; 6) змінні; 7) математичні моделі; 8) радіо; 9) під'єднання зовнішніх пристроїв; 10) розроблення ігрових проєктів. У цій модельній програмі до кожного розділу підібрані кілька варіантів відповідних проєктів, що реалізують тематику розділу. У програмі не вказано ні вид мікрокомп'ютера (плати), що пропонується для вивчення, ні середовище програмування та не вказано кількість годин для вивчення курсу. Тому при плануванні необхідно враховувати особливості різних конструкторів і різних середовищ програмування.

У праці А. Мельничук, Б. Яшан, О. Кондур (Мельничук, Яшан & Кондур, 2022) обґрунтовано актуальність запровадження вибіркового інтеграційного курсу «Основи робототехніки». Запропоновано розроблений та апробований курс з основ робототехніки на базі конструкторів серії RoboKit, який спрямований на: формування базових знань та навичок учнів з метою покращення подальшого вивчення мов програмування та їх застосування; на розвиток здібностей до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування, критичного мислення; на розвиток в учнів відповідальності, терплячості, організованості, посидючості та інших позитивних якостей особистості.

Б.О. Яшаном та В.А. Димашком (Яшан, Димашок, 2023) запропонована модельна навчальна програма вивчення робототехніки на основі плати Micro:Bit. Дана модельна програма пройшла апробацію в Чернівецькому багатопрофільному ліцеї №4 на гуртку «Основи робототехніки» під час дистанційної форми навчання.

Огляд підручників з інформатики 4–6 класів показує, що методи програмування роботів описані лише у трьох з них.

Найбільш повна інформація є у підручниках з інформатики для 4-го класу (2021 р.) та для 6-го класу (2023 р.) авторів

Н.В. Морзе, О.В. Барна (Шкільні підручники, 2024). Зокрема, у розділі «Програмування робота» висвітлено наступні питання: поняття про робота; структура робота; етапи створення робота; конструктори роботів; плата Micro:Bit: призначення і структура; програмне середовище для Micro:Bit: інтерфейс, принцип роботи плати, команди розгалуження та циклу, робота з датчиками, методи програмування; програмування мелодії, що повторюється, визначення стану довкілля та інші проєкти. При цьому використовується безкоштовна платформа з відкритим кодом Microsoft MakeCode.

У підручнику для 6-го класу зазначено, що програмування деяких роботів можна здійснювати за допомогою розширень у популярному середовищі Scratch для плати Micro:Bit та деяких конструкторів, наприклад, LEGO Mindstorms EV3, LEGO BOOST, LEGO Education WeDo 2.0.

У підручнику для 5 класу (2022 р.) О. Коршунової та І.О. Завадського згадується про програмування мікрокомп'ютера Micro:Bit у середовищі Scratch, а саме дається поняття цього мікрокомп'ютера, його будову та описано алгоритм з'єднання пристроїв.

Аналіз модельних програм та методичного забезпечення дозволяє зробити висновок, що:

- вивчення робототехніки у 5–6 класах НУШ заплановане, але не у всіх модельних програмах;

- не уніфіковано зміст навчального матеріалу, який мають вивчати учні;

- на даний час немає достатньо розробленого методичного забезпечення викладання цієї теми в шкільному курсі інформатики для 5–6 класів;

- рекомендована МОН України модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи», авторів І.М. Сокол, О.М. Ченцов (Сокол, Ченцов, 2021), не враховує особливості конкретних конструкторів та відповідних програмних середовищ.

Узагальнюючи всі ці модельні програми можемо говорити про відсутність системного підходу до навчання освітньої робототехніки в українських школах. Також більшість програм не враховує особливості конструкторів та середовищ програмування. Тому важливим є не прив'язуватися до матеріальних конструкторів і їх середовищ програмування, а використовувати різні онлайн середовища, що дозволить учням отримати хороший багаж знань і значно заощадить кошти закладам освіти, яких, на жаль, в даний момент виділяється дуже мало.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи те, що інколи школярі змушені навчатися в дистанційні форми, а деякі регіони України останні чотири роки працюють тільки в дистанційній формі, варто подумати про використання різноманітних середовищ проектування та програмування робототехніки. Це онлайн симулятори та віртуальні середовища, використання яких забезпечує якісне проведення занять з робототехніки.

Таким чином, вивчення тем, пов'язаних з робототехнікою, можна розділити на два блоки: проектування робототехніки та програмування у візуальних середовищах.

Розглянемо найбільш поширені середовища проектування робототехніки.

LDraw – програмне середовище для моделювання складних віртуальних моделей роботів з конструктора Lego (What is LDraw, 2024). До основних можливостей, які надає програма LDraw, можна віднести: створення моделей Lego з використанням більш ніж 10 000 блоків, редагування та збереження моделей, експорт моделей, створення інструкцій для збірки, можливість використання сторонніх програм, доступність для безкоштовного завантаження.

MLCad – є потужною системою CAD, спеціально призначеною для створення інструкцій будівлі для власних моделей Lego. До основних функцій системи відносять: простоту у використанні; повну підтримку перетягування, додавання, копіювання та переміщення частин LEGO; можливість роздрукувати моделі або їх частини; підтримку експорту та імпорту моделей в різних форматах; дозволу створювати детальні інструкції для збірки моделі, що можуть бути використані в процесі будівництва робота (MLCAD, 2021).

Lego Digital Designer (LDD) – безкоштовна комп'ютерна програма, яка дозволяє користувачам будувати тривимірні моделі, використовуючи віртуальні деталі конструктора Lego (Lego Digital Designer, 2024). До основних можливостей, які надає програмне середовище Lego Digital Designer, відносять: створення моделей Lego за допомогою блоків, можливість перегляду моделей з різних кутів, редагування та збереження моделей, експорт моделей, створення інструкцій для збірки, ліцензійне програмне забезпечення.

Розглянемо візуальні середовища програмування роботів.

Scratch – кросплатформне візуальне середовище програмування з відкритим вихідним кодом для навчання основ інформатики. Програмування здійснюється за

допомогою з'єднання блоків (Resnick, Maloney & Monroy-Hernandez, 2009).

MakeCode (MicroBit) (Micro:Bit, 2024) – це безкоштовна браузерна платформа, за допомогою якої можна створити програми для багатьох робототехнічних пристроїв, від Arduino до роботів в Minecraft. На веб-сайті <https://makecode.microbit.org/> доступні редактори, які підтримують різні мови програмування — JavaScript, Python і Blockly. Усі ці інтегровані середовища розробки (IDE) забезпечують підтримку візуального програмування та пропонують емулятор для тестування коду та перегляду ефектів на світлодіодній сітці. Усі IDE дозволяють легко писати код на основі існуючих прикладів і ділитися розробками. Веб-сайт пропонує різноманітні навчальні посібники та приклади.

MakeCode (Mindstorms) (Lego Mindstorms Education, 2024) – це безкоштовна браузерна платформа, яка дозволяє програмувати роботів на базі конструктора Lego Mindstorms Education EV3 та завантажувати код на плату або побачити симуляцію, не маючи плати. При роботі на платформі сайту передбачено використання блочної мови програмування та мови JavaScript.

Open Roberta Lab – це розроблене спеціально для робототехніки середовище, яке може бути використане для програмування різних видів роботів, таких як LEGO Mindstorms EV3, WeDo, NTX, NAO, mBot, senceBox, micro:bit, Calliope, Bot'n Roll. В своїй будові робот має два колеса з моторами, світлодіод, датчик кольору, ультразвуковий датчик відстані та датчик дотику (Open Roberta Lab, 2024). Крім симуляції руху та роботи датчиків окремого робота, є можливість програмувати програмний блок та переглядати зміни на екрані цього блоку, точно визначати показники датчиків.

EdScratch (EdScratch, 2024) – це середовище для програмування робота Edison засобами вертикальної мови візуального програмування на базі Scratch для дітей, старших 8 років. Вона поєднує в собі легкість програмування із потужною функціональністю та універсальністю. Середовище програмування EdScratch має інтуїтивний інтерфейс та програмується на основі текстових блоків.

mBlock 5 (mBlock 5, 2024) – це блочне та текстове програмне забезпечення на основі Scratch 3.0. mBlock 5 дозволяє учням програмувати роботів Makeblock, плати Arduino, micro:bit та багато інших пристроїв власних і сторонніх виробників. Використовуючи mBlock 5 без будь-якого обладнання, користувачі можуть кодувати ігри та анімацію. Код на основі блоків можна конвертувати в код Python, підключати до

Інтернету речей і підтримувати функціональні можливості штучного інтелекту, такі як розпізнавання обличчя та голосу, а також визначення настрою.

Хочеться відзначити віртуальну лабораторію для Vex роботів (<https://vr.vex.com>). Для молодшого шкільного віку інтерфейс програми перекладено українською мовою, що значно полегшує роботу. Зручна VR-платформа VEXcode дозволяє легко освоювати інформаційні технології та роботів. Таким чином, учні можуть кодувати віртуальні об'єкти з будь-якого місця або програмувати з використанням блокового алгоритму. Віртуальна реальність заснована на інтерфейсі VEXcode – одному з програмних інтерфейсів роботизованої платформи VEX 123GO, IQ, V. У цьому симуляторі є різні ігрові поля, що дозволяють відпрацьовувати різні алгоритми (VEX VR, 2024).

Tinkercad Circuits (Tinkercad, 2024) – онлайн платформа була розроблена компанією Autodesk у 2016 році, дозволяє створювати в програмному середовищі схеми з електронними компонентами та під'єднувати їх до плат Arduino, без необхідності фізичного збирання та налаштування обладнання. Платформа Tinkercad Circuits є у вільному доступі, авторизація проходить досить просто, достатньо мати лише електронну пошту gmail.

При вивченні робототехніки важливе місце мають мобільні застосунки.

Використання спеціальних мобільних застосунків з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом дозволяє здобувачам освіти крок за кроком оволодівати основами програмування на своїх мобільних пристроях. Наприклад, за допомогою застосунку «Скажені кролики навчають програмувати» діти зможуть вивчати основи алгоритмів та програмування, проходячи відповідні квести. Мобільний застосунок *ScratchJr* з візуальною мовою програмування орієнтований на те, щоб навчити дітей 6–7 років основам програмування. Мобільний додаток *Bee-Bot* дає можливість дітям покращити свої навички орієнтованої мови, програмування простих алгоритмів, послідовностей поворотів вперед, назад, ліворуч і праворуч на 90 градусів. Даний застосунок призначений для дітей віком від 4 до 7 років.

Проаналізувавши вище перелічені сервіси можемо провести вікову градацію:

– наймолодшим охочим вивчати робототехніку (вік від 4 до 7 років) можна запропонувати мобільний застосунок *Bee-Bot*;

– наступний віковий період (6-7 років) – мобільний застосунок «*ScratchJr*» та «Скажені кролики навчають програмувати»;

– для учнів 2–4 класів підійдуть середовища *LDraw*, *MLCad* та *Lego Digital Designer* – середовища для моделювання складних віртуальних моделей роботів;

– для учнів 4–7 класів можна запропонувати візуальні середовища програмування: *Scratch*, *EdScratch*, *MakeCode (MicroBit)* (тільки блочна мова програмування), *MakeCode (Mindstorms)* (тільки блочна мова програмування), *mBlock 5* (тільки блочна мова програмування), *Open Roberta Lab*, *VEXcode*;

– для учнів 8–9 класів чудово підійдуть такі середовища візуального програмування: *MakeCode (MicroBit)* (мова програмування Python та JavaScript), *MakeCode (Mindstorms)* (мова програмування JavaScript), *mBlock 5* (мова програмування Python), *Tinkercad Circuits*.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Впровадження STEM-освіти та вивчення робототехнічних систем у школі може стати важливим кроком на шляху розвитку системи освіти України, формування і розвитку в дітей основ науково-дослідницької діяльності, популяризації науково-технічних та інженерних професій, а в майбутньому дозволить молодому поколінню успішно конкурувати на міжнародному ринку праці та технологій.

Незважаючи на відсутність відповідних робототехнічних конструкторів та роботу в умовах дистанційного навчання, наявні програмні продукти дозволяють вивчати проєктування і програмування робототехніки та дають змогу підготувати висококваліфікованого спеціаліста в цій галузі.

Щодо перспективи для подальших досліджень, вважаємо, що варто працювати над онлайн сервісами для вивчення робототехніки, а саме – створювати різноманітні програми для навчання та індивідуальні завдання для роботи в певних сервісах, які призначені для вивчення робототехніки.

Список бібліографічних посилань

- Белзецький, Полторац, 2017 – Белзецький, Р.С., Полторац, О.М. (2017). Робототехніка як інструмент сучасної технічної освіти. *Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*, 22–24 березня 2017 р. Вінниця: Вінницький національний технічний університет. С. 1–4.
- Мельничук, Яшан & Кондур, 2022 – Мельничук, Л., Яшан, Б., Кондур, О. (2022). Поглиблене вивчення робототехніки у школі впровадженням вибіркового навчальних курсів. *Освітні обрії*, 55(2): 59–64 <https://doi.org/10.15330/obrii.55.2.59-64>.
- Морзе, Гладун, Дзюба & 2018 – Морзе, Н.В., Гладун, М.А., Дзюба, С.М. (2018). Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами stem-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 65(3): 37–52.
- Сокол, Ченцов, 2021 – Сокол, І.М., Ченцов, О.М. (2021). Модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої

- освіти. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Mizhhal.intehr.kursy/Robototekhn.5-6.kl.Sokol.Chentsov.04.10.pdf>.
- Шкільні підручники, 2024 – Шкільні підручники (2024). URL: <https://pidruchnyk.com.ua/informatyka5>.
- Яшан, Димашок, 2023 – Яшан, Б.О., Димашок, В.А. (2023). Модельна програма вивчення робототехніки на основі плати Micro:Bit. *Scientific World Journal*, 21(3): 3-7. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-21-03-002>.
- What is LDraw, 2024 – What is LDraw? URL: <https://www.ldraw.org/>
- MLCAD, 2021 – MLCAD. Virtual MLCad 2021. URL: <https://mlcad.itec.kit.edu/>
- Lego Digital Designer, 2024 – Lego Digital Designer. URL: <https://www.lego.com/en-us/ldd>
- Resnick, Maloney & Monroy-Hernandez, 2009 – Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11): 60–67.
- Micro:Bit, 2024 – Micro:Bit – офіційний сайт. URL: <https://makecode.microbit.org/>
- Lego Mindstorms Education, 2024 – Lego Mindstorms Education EV3 – офіційний сайт. URL: <https://makecode.mindstorms.com/>
- Open Roberta Lab, 2024 – Open Roberta Lab – офіційний сайт. URL: <https://lab.open-roberta.org/>
- EdScratch, 2024 – EdScratch – офіційний сайт. URL: <https://www.edscratchapp.com/>
- mBlock 5, 2024 – mBlock 5 – офіційний сайт. URL: <https://www.mblock.cc/en/>
- VEX VR, 2024 – Віртуальна лабораторія VEX VR. URL: <https://vr.vex.com/>
- Tinkercad, 2024 – Tinkercad – офіційний сайт. URL: <https://www.tinkercad.com/circuits>
- Morse, N.V., Gladun, M.A., Dzyuba, S.M. (2018). Formation of key and subject competencies of students by robotic means of stem-education, *Information technologies and teaching aids*, 65(3): 37–52 [in Ukr.].
- Sokol, I.M., Chentsov, O.M. (2021). Model educational program "Robotics. 5-6 grades" for institutions of general secondary education. Recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 12.07.2021 No. 795 (as amended by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 29.09.2021 No. 1031). Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Mizhhal.intehr.kursy/Robototekhn.5-6.kl.Sokol.Chentsov.04.10.pdf> [in Ukr.].
- School textbooks. Retrieved from <https://pidruchnyk.com.ua/informatyka5> [in Ukr.].
- Yashan, B.O., Dymashok, V.A. (2023). Model program for learning robotics based on the Micro:Bit board. *Scientific World Journal*, 21(3): 3-7. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-21-03-002> [in Ukr.].
- What is LDraw? Retrieved from <https://www.ldraw.org/>
- MLCad Virtual MLCad 2021. Retrieved from <https://mlcad.itec.kit.edu/>
- Lego Digital Designer. Retrieved from <https://www.lego.com/en-us/ldd>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11): 60–67.
- Micro:Bit – official website. Retrieved from <https://makecode.microbit.org/>
- Lego Mindstorms Education EV3 – official website. Retrieved from <https://makecode.mindstorms.com/>
- Open Roberta Lab – official website. Retrieved from <https://lab.open-roberta.org/>
- EdScratch – official website. Retrieved from <https://www.edscratchapp.com/>
- mBlock 5 – official website. Retrieved from <https://www.mblock.cc/en/>
- Virtual laboratory VEX VR – official website. Retrieved from <https://vr.vex.com/>
- Tinkercad – official website. Retrieved from <https://www.tinkercad.com/circuits>

References

- Belzetskiy, R.S., Poltorak, O.M. (2017). Robotics as a tool of modern technical education. Materials of the XLVI Scientific and Technical Conference of VNTU divisions, March 22–24, 2017. Vinnytsia: Vinnytsia National Technical University. P. 1–4 [in Ukr.].
- Melnychuk, L., Yashan, B., Kondur, O. (2022). In-depth study of robotics in school by implementation of elective courses. *Educational horizons*, 55(2): 59–64. <https://doi.org/10.15330/obrii.55.2.59-64> [in Ukr.].

YASHAN Bohdan

Ph.D in Mathematics, assistant at the Department of Differential Equations,
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

PUKAL'SKII Ivan

Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Differential Equations,
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

MELNYCHUK Liliia

Ph.D in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Differential Equations,
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University

OVERVIEW OF ONLINE SERVICES FOR STUDYING ROBOTICS IN DISTANCE EDUCATION

Summary In conditions of rapid development and implementation of robotics in various spheres of human life, there is a need for high-quality training of IT specialists, programmers, and engineers. In the near future, such professions for the development of various branches of the state's economy, where special attention will be paid to the development of robotic systems will be needed.

It is the introduction of STEM education in educational institutions, the creation of STEM laboratories, aimed at better training of future computer specialists, and the use of modern software, which allows future engineers to develop critical thinking, quickly make the right technical decisions and familiarize themselves with the latest technologies in the robotics industry. Now the term "Educational robotics" is widely used.

"Educational Robotics" is a tool that provides a solid foundation for the development of systems thinking by combining the development of computer science, mathematics, physics, drawing, technology, science and engineering. Most students consider continuing their education to become an engineer or programmer in robotics, mechanics, etc.

Studying the science of technology will help develop the necessary skills. Through the design, construction, assembly and commissioning of robots, educational robotics supports and deepens knowledge in certain fields and develops the abilities of students. That is, children acquire knowledge in the process of designing and creating robots. Training takes place using robotic sets and virtual laboratories.

In connection with the transition of educational institutions to distance learning and the lack of funds for the appropriate equipment for studying robotics, there is a need to study virtual platforms, online services and visual editors related to robotics.

Therefore, this article highlights the possibilities and advantages of studying robotics in distance learning conditions and analyzes modern technologies and tools, in particular, virtual environments, online platforms and

mobile applications. Recommendations for choosing and using services depending on the age of the child are also provided.

Keywords: *STEM education; robotics; online services; visual editors; mobile applications.*

*Одержано редакцією 19.04.2024
Прийнято до публікації 06.05.2024*