

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій

Кафедра математики та інформатики

Фесенко Дмитро Андрійович

**МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОТОТЕХНІКИ В
ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ**

**кваліфікаційна робота
здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня
освітньої програми «Інформатика»
за спеціальністю 014.09 .Середня освіта (Інформатика)**

Особистий підпис _____



Дмитро ФЕСЕНКО

Науковий керівник _____

Юрій КОЗУБ,
доктор технічних наук, професор
кафедри математики та інформатики

В.о. завідувача кафедри _____

Юрій КОЗУБ,
доктор технічних наук, професор
кафедри математики та інформатики

Лубни – 2026

АНОТАЦІЯ

Фесенко Д. А.

Тема: Методика вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики.

Спеціальність: 014.09 «Середня освіта (Інформатика)».

Установа: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2026р.

Магістерська робота містить: 119 с., 31 рис. 10 таб., 60 джерел.

Об'єктом дослідження є процес навчання основ робототехніки в закладах загальної середньої освіти.

Предметом дослідження є методика викладання елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики та використання сучасних освітніх робототехнічних платформ.

Метою дослідження є розробка методики вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики, яка забезпечує поступове формування у школярів теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для роботи з робототехнічними системами, та сприяє інтеграції цих знань у загальний навчальний процес.

Результатом роботи є розробка та обґрунтування комплексної методики вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики, яка забезпечує наступність навчання та розвиток інженерно-алгоритмічного мислення учнів.

У ході дослідження отримано такі результати:

1. **Теоретично обґрунтовано** необхідність трансформації методики навчання інформатики в умовах Індустрії 4.0. Визначено, що робототехніка є ключовим інструментом STEM-освіти, який дозволяє перейти від підготовки пасивного користувача до формування компетентностей творця-інноватора.

2. **Систематизовано та класифіковано** сучасні робототехнічні платформи за їх дидактичним потенціалом, що дозволило вирішити проблему вибору засобів навчання відповідно до вікових особливостей учнів та рівня їхньої підготовки.

3. **Розроблено методичну модель** поетапного впровадження робототехніки в курс інформатики. Модель забезпечує неперервність освітнього процесу та поступове ускладнення технологій: від візуального програмування та конструювання (у середній школі) до текстового кодування та електроніки (у старшій школі).

4. **Запропоновано підхід до інтеграції** робототехніки з фундаментальними темами шкільного курсу інформатики (алгоритмізація, моделювання), що дозволяє вивчати абстрактні поняття через взаємодію з фізичними об'єктами.

5. **Створено практичне забезпечення** методики у вигляді серії навчальних проєктів для різного апаратного забезпечення:

- на базі **LEGO WeDo 2.0** (для формування базових навичок);
- на базі **LEGO MINDSTORMS EV3** (для поглибленого вивчення алгоритмів);
- на базі **Arduino** (для вивчення основ мікроелектроніки та текстового програмування).

Практична цінність отриманих результатів полягає у готовності розроблених методичних рекомендацій та навчальних проєктів до безпосереднього впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: РОБОТОТЕХНІКА, STEM-ОСВІТА, КОНСТРУЮВАННЯ, ПРОГРАМУВАННЯ, LEGO, ARDUINO, РОБОТОТЕХНІЧНІ ОСВІТНІ КОМПЛЕКСИ.

ANNOTATION

Pistek Danylo

Theme Use of Methodology for studying robotics elements in a school computer science course.

Speciality: 014.09 "Secondary Education (Informatics)".

Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University (LTSNU), 2026 year.

Master's work of: 119 p., 31 im, 60 sources.

Object of research – the process of teaching the basics of robotics in secondary education institutions.

Subject of research - methodology for teaching robotics elements in a school computer science course and the use of modern educational robotics platforms..

Purpose of work – development of a methodology for studying elements of robotics in the school computer science course, which ensures the gradual formation of theoretical knowledge and practical skills among schoolchildren necessary for working with robotic systems, and promotes the integration of this knowledge into the overall educational process.

The result of the work is the development and justification of a comprehensive methodology for studying robotics elements in the school computer science course, which ensures the continuity of learning and the development of engineering and algorithmic thinking of students.

The following results were obtained during the study:

1. The need for the transformation of the methodology for teaching computer science in the conditions of Industry 4.0 was theoretically substantiated. It was determined that robotics is a key tool in STEM education, which allows moving from training a passive user to forming the competencies of a creator-innovator.

2. Modern robotic platforms were systematized and classified according to their didactic potential, which allowed solving the problem of choosing teaching aids in accordance with the age characteristics of students and their level of training.

3. A methodological model for the phased introduction of robotics into the computer science course was developed. The model ensures the continuity of the educational process and the gradual complication of technologies: from visual programming and design (in middle school) to text coding and electronics (in high school).

4. An approach to integrating robotics with the fundamental topics of the school computer science course (algorithmization, modeling) is proposed, which allows studying abstract concepts through interaction with physical objects.

5. Practical support for the methodology has been created in the form of a series of educational projects for various hardware:

- based on LEGO WeDo 2.0 (for the formation of basic skills);
- based on LEGO MINDSTORMS EV3 (for in-depth study of algorithms);
- based on Arduino (for studying the basics of microelectronics and text programming).

The practical value of the results obtained lies in the readiness of the developed methodological recommendations and educational projects for direct implementation in the educational process of secondary education institutions.

Keywords: ROBOTICS, STEM EDUCATION CONSTRUCTION, PROGRAMMING, LEGO, ARDUINO, ROBOTICS EDUCATIONAL COMPLEXES.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ	10
1.1. Становлення та розвиток робототехніки	10
1.2. Пріоритетні напрями та стан розвитку робототехніки в Україні та світі .	13
1.3. Освітня робототехніка як інноваційний напрям STEM-освіти	14
1.4. Класифікація та характеристика робототехнічних платформ для освітніх цілей.....	23
1.5. Робототехнічні змагання та проєктна діяльність як мотиваційний детермінант навчання	35
Висновки до розділу	37
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОТОТЕХНІКИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ.....	39
2.1. Огляд та аналіз навчально-методичних матеріалів з робототехніки для закладів загальної середньої освіти.....	39
2.2. Методи навчання освітньої робототехніки	52
2.3. Методичні особливості вивчення робототехніки з урахуванням вікових категорій учнів.....	60
2.4. Інтеграція робототехніки з основними темами курсу інформатики	63
Висновки до розділу	68
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС	70
3.1. Огляд робототехнічних платформ та варіативних онлайн-курсів для школи	70
3.2. Модель поетапного впровадження робототехніки в курс інформатики на основі навчальних проєктів.....	73
3.3. Методичні рекомендації щодо впровадження елементів робототехніки в шкільний курс інформатики	75
3.4. Реалізація проєктів за допомогою робототехнічних освітніх комплектів	87

3.4.1. Робототехнічний освітній комплект WeDo 2.0 для середніх школярів.....	87
3.4.2. Робототехнічний освітній комплект LEGO® MINDSTORMS® EV3 для середніх і старших школярів.....	94
3.4.3. Робототехнічний освітній електронний конструктор Arduino для старших школярів	103
Висновки до розділу	110
ВИСНОВКИ	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	114

ВСТУП

Трансформація сучасного суспільства в умовах четвертої промислової революції (Industry 4.0) висуває нові вимоги до змісту шкільної інформатичної освіти. Сьогодні головним завданням курсу інформатики є не лише формування цифрової грамотності, а й розвиток здатності учнів до продуктивної діяльності в технологічно складному середовищі. Традиційний підхід, орієнтований на підготовку користувача програмного забезпечення, поступово поступається місцем парадигмі "творця-інноватора", що вимагає інтеграції програмування з інженерним конструюванням.

У витоків вітчизняної методики викладання інформатики стояли такі науковці, як М. Жалдак, Н. Морзе, Ю. Рамський та інші. У своїх працях вони заклали фундамент алгоритмізації та комп'ютерної грамотності. Проте сучасний суспільний запит на фахівців у галузі штучного інтелекту, автоматизації та інженерії потребує переосмислення класичних методів. Одним із найефективніших інструментів такого оновлення є освітня робототехніка.

Робототехніка виступає ядром STEM-освіти, оскільки вона матеріалізує абстрактні концепції програмування. Вивчення базових алгоритмічних структур (циклів, розгалужень, підпрограм) перестає бути суто теоретичним завданням і перетворюється на інструмент керування фізичним об'єктом.

Аналіз сучасних наукових досліджень українських та зарубіжних учених засвідчує, що методика навчання інформатики динамічно розвивається під впливом цифровізації освіти та впровадження інноваційних технологій [1; 2; 3]. Особливе місце в цьому процесі посідає освітня робототехніка, яка розглядається як ефективний засіб формування алгоритмічного, логічного та обчислювального мислення учнів [6; 7; 12].

Фундаментальні засади методики навчання інформатики обґрунтовано в працях українських науковців М. Жалдака та Н. Морзе, які наголошують на необхідності переходу до компетентнісного та діяльнісного підходів у навчанні [1; 2; 3]. У дослідженнях Н. Морзе акцентується увага на проєктно орієнтованому навчанні, у межах якого робототехніка виступає інструментом інтеграції

програмування, алгоритмізації та моделювання, а також сприяє підвищенню мотивації учнів до вивчення інформатики [2; 3].

Психолого-педагогічні аспекти використання робототехніки в освіті ґрунтуються на ідеях конструкціонізму, запропонованих американським ученим С. Пейпертом [4; 5]. Згідно з його підходом, навчання є найбільш ефективним у разі створення учнями власних матеріальних або цифрових продуктів [4]. Подальший розвиток цих ідей представлений у працях сучасних зарубіжних дослідників, зокрема М. Берс, яка доводить доцільність використання робототехнічних середовищ для формування навичок програмування та обчислювального мислення в учнів різного віку [6; 11].

У контексті впровадження STEM-освіти українські дослідники О. Барна, О. Патрикеева та С. Дзюба розглядають робототехніку як міждисциплінарний інструмент, що забезпечує інтеграцію знань з інформатики, математики та фізики [8; 9; 10]. Науковці підкреслюють значення навчання через практичну діяльність, у процесі якої учні застосовують теоретичні знання для розв'язування прикладних задач [8; 9].

Питання вибору та використання робототехнічних платформ у закладах загальної середньої освіти висвітлено в працях сучасних дослідників, які аналізують освітні можливості таких платформ, як LEGO та Arduino [12; 13]. Зазначається, що ефективність навчання значною мірою залежить від вікових особливостей учнів, рівня сформованості їхніх інформатичних компетентностей та відповідності обраних засобів навчальним цілям [6; 11].

Реформа «Нова українська школа» (НУШ) та концепція STEM-освіти наголошують на важливості інтегрованого підходу до навчання, розвитку інженерного мислення, креативності та навичок командної роботи. Робототехніка в шкільному курсі інформатики виступає потужним інтегратором, що поєднує програмування, конструювання, фізику та математику, перетворюючи абстрактні алгоритми на реальні дії фізичних об'єктів.

Попри значну популярність гурткової роботи, методика викладання елементів робототехніки саме в рамках обов'язкового шкільного курсу

інформатики потребує системного доопрацювання. Існує необхідність в обґрунтуванні педагогічних умов, виборі оптимальних платформ та розробці методичного забезпечення, яке враховувало б вікові особливості учнів та матеріально-технічне забезпечення шкіл. Усе це зумовлює актуальність обраної теми магістерської роботи: «Методика вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики».

Об'єктом дослідження є процес навчання основ робототехніки в закладах загальної середньої освіти.

Предметом дослідження є методика викладання елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики та використання сучасних освітніх робототехнічних платформ.

Метою дослідження є розробка методики вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики, яка забезпечує поступове формування у школярів теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для роботи з робототехнічними системами, та сприяє інтеграції цих знань у загальний навчальний процес.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання дослідження:

1. Проаналізувати становлення, розвиток та сучасний стан освітньої робототехніки в Україні та світі.
2. Визначити роль робототехніки як інноваційного напрямку STEM-освіти та класифікувати сучасні освітні робототехнічні платформи.
3. Здійснити огляд та аналіз наявних навчально-методичних матеріалів для закладів загальної середньої освіти.
4. Обґрунтувати методи навчання та вікові особливості вивчення робототехніки, а також можливості її інтеграції з основними темами курсу інформатики.
5. Розробити модель поетапного впровадження робототехніки в навчальний процес та сформулювати методичні рекомендації для вчителів.

6. Розробити приклади реалізації навчальних проєктів з використанням комплектів WeDo 2.0, LEGO MINDSTORMS EV3 та Arduino для різних вікових груп школярів.

Для розв'язання поставлених завдань використано комплекс методів:

- *теоретичні*: аналіз психолого-педагогічної, методичної та технічної літератури, нормативних документів для з'ясування стану розробленості проблеми; класифікація та систематизація робототехнічних платформ; порівняння підходів до навчання;
- *емпіричні*: вивчення педагогічного досвіду впровадження робототехніки, моделювання навчального процесу, спостереження за навчальною діяльністю учнів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в:

- *уточненні* класифікації сучасних робототехнічних платформ відповідно до їх дидактичного потенціалу в шкільному курсі інформатики;
- *подальшому розвитку* методики інтегрованого навчання інформатики через впровадження проєктної діяльності з елементами робототехніки;
- *обґрунтуванні* моделі поетапного впровадження робототехніки, яка враховує наступність між середньою (LEGO WeDo 2.0, EV3) та старшою (Arduino) ланками школи.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що розроблені методичні рекомендації, модель впровадження та приклади навчальних проєктів можуть бути безпосередньо використані вчителями інформатики закладів загальної середньої освіти для організації уроків та позакласної роботи, а також при розробці варіативних курсів з робототехніки.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

1.1. Становлення та розвиток робототехніки

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімкою цифровізацією та активним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій у всі сфери діяльності. За таких умов зростає потреба у фахівцях, здатних не лише користуватися складними технічними засобами, а й проєктувати, програмувати та адаптувати автоматизовані системи до реальних виробничих і соціальних задач. Однією з галузей, що найбільш динамічно розвивається і відповідає цим викликам, є робототехніка [1; 2].

Робототехніка — це міждисциплінарна галузь науки і техніки, яка поєднує досягнення механіки, електроніки, інформатики та кібернетики з метою створення, програмування й експлуатації автоматизованих систем і роботизованих комплексів [1; 6; 12]. Термін «робот» було введено на початку ХХ століття чеським письменником Карелом Чапеком у драмі R.U.R. (1921), де він позначав штучно створених істот, здатних виконувати важку працю замість людини [4; 5]. Подальший розвиток ідей автоматизації сприяв формуванню поняття «робототехніка» як наукової дисципліни й технічної практики наприкінці 1940-х років [4; 5].

Історичний розвиток робототехніки традиційно поділяють на кілька основних етапів (рис. 1.1), кожен з яких характеризується зміною рівня технічної складності, функціонального призначення та сфери застосування роботизованих систем [1; 6; 12]. Перший етап пов'язаний із створенням механічних автоматів і людиноподібних пристроїв з демонстраційними функціями. Другий етап характеризується розквітом автоматичних механізмів, що імітують функції тварин і людини, і появою перших виробничих автоматів. Третій етап пов'язаний із використанням обчислювальної техніки й програмованих маніпуляторів, які стали попередниками сучасних роботів. Саме на цьому етапі були створені перші промислові роботи, такі як Unimate, які виконували складні програмовані

операції на виробництві [1; 12]. Четвертий етап є епохою сучасної робототехніки — широкого розповсюдження інтелектуальних роботів у промисловості, медицині, логістиці та інших сферах [6; 8].

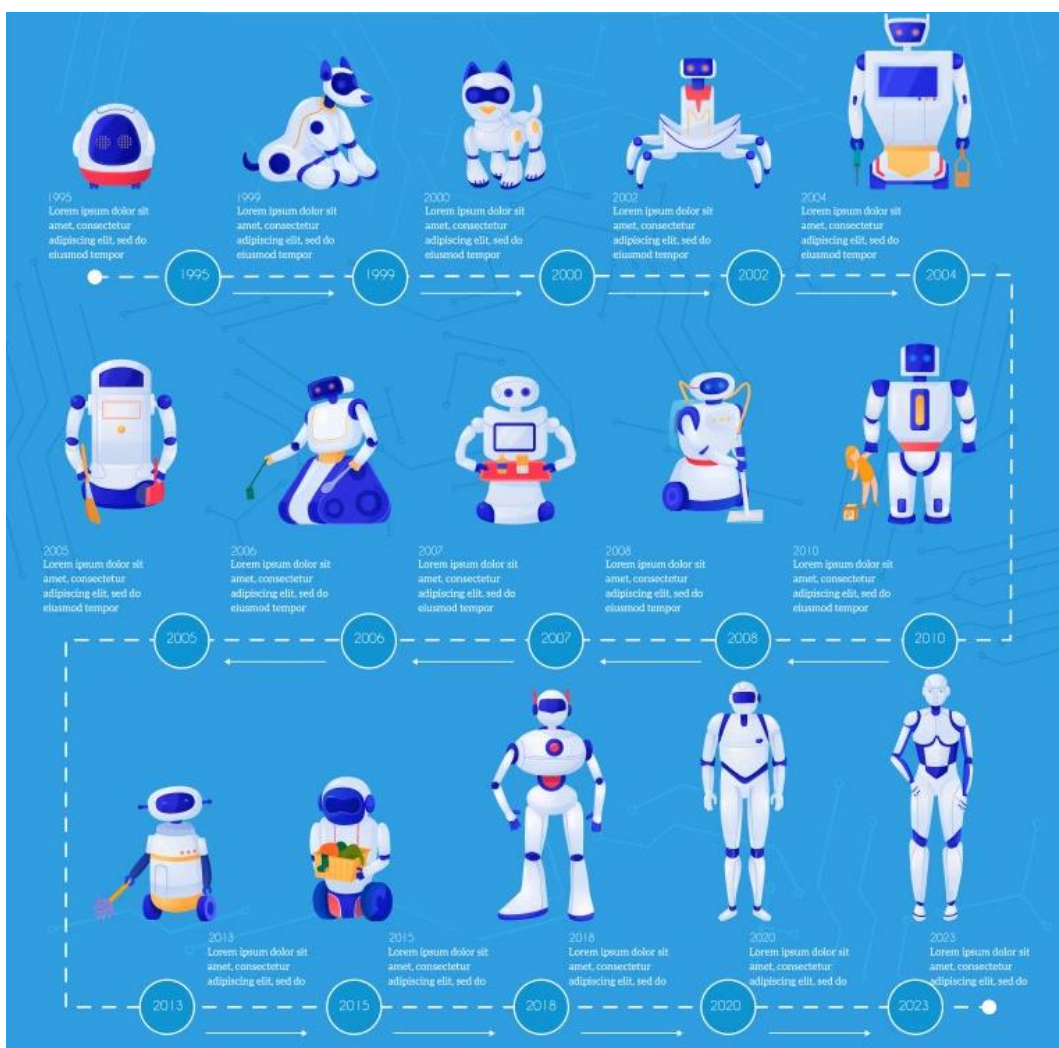


Рис. 1.1. Етапи становлення та розвитку робототехніки

Сучасна робототехніка охоплює широкий спектр напрямів застосування — від промислових і медичних роботів до автономних транспортних систем, військових і космічних роботизованих комплексів (рис. 1.2) [2; 6; 9].

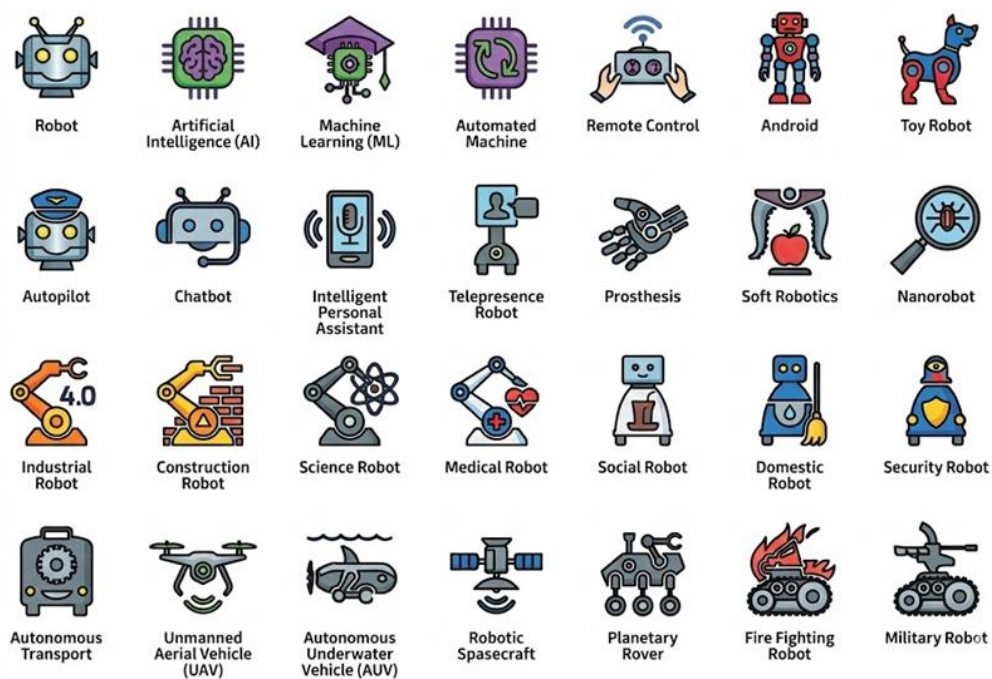


Рис. 1.2. Основні види та напрями застосування робототехнічних систем

Сучасні роботи — це складні автоматизовані системи, що включають виконавчі механізми, систему керування та сенсорні компоненти [12; 13]. Вони класифікуються за багатьма ознаками: сферою застосування (промислові, медичні, логістичні тощо), типом приводу (електромеханічні, гідравлічні, пневматичні), структурою маніпуляторів і рівнем автономності. Така різноманітність дозволяє адаптувати робототехнічні комплекси до широкого спектра технологічних задач [12; 13].

Зростання ролі робототехніки у виробництві та повсякденному житті зумовлює підвищений попит на кваліфікованих фахівців у сфері проєктування, програмування й обслуговування роботизованих систем. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження елементів робототехніки в освітній процес, зокрема в шкільний курс інформатики. Таке навчання сприяє розвитку алгоритмічного й логічного мислення, формуванню інженерних та дослідницьких компетентностей у молоді, що відповідає вимогам сучасного інформаційного суспільства [7; 8; 9].

1.2. Пріоритетні напрями та стан розвитку робототехніки в Україні та світі

Сучасний етап глобалізації характеризується переходом до тотальної автоматизації. Роботизовані системи перестали бути виключно промисловими об'єктами, перетворившись на невід'ємний елемент сервісної, медичної та побутової інфраструктури.

Аналіз світового ринку свідчить про нерівномірність, але стрімку динаміку роботизації. Ключовим показником тут є щільність роботизації — кількість промислових роботів на 10 000 працівників.

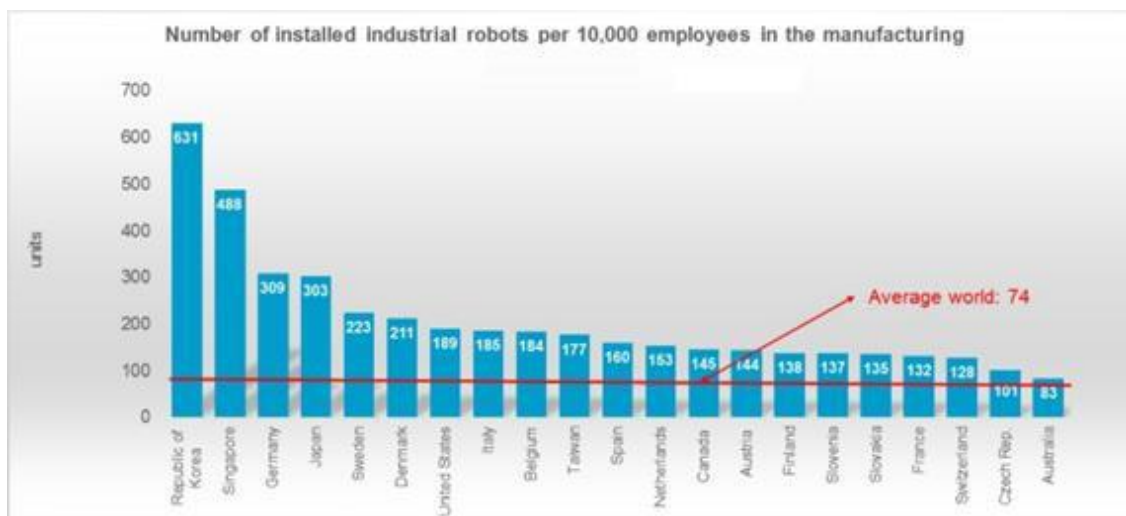


Рис. 1.3. Рівень роботизації у світі

За даними Міжнародної федерації робототехніки (IFR) та аналітичних звітів (зокрема KNN Systems), лідерами галузі залишаються:

Південна Корея та Сінгапур: країни з найвищим рівнем автоматизації в електроніці та напівпровідниковій промисловості (понад 600 роботів на 10 тис. осіб).

Німеччина: європейський лідер, де автоматизація є основою автомобілебудування (бл. 300 роботів на 10 тис. осіб).

Китай: демонструє найвищі темпи зростання, реалізувавши стратегію "Made in China 2025", що дозволило країні увійти до переліку найбільш автоматизованих націй світу.

Український вектор розвитку робототехніки має свої особливості. Попри нижчу середню щільність роботизації порівняно з країнами ЄС, в Україні

сформувався потужний кластер підприємств, що впроваджують інновації. Основними сферами застосування є:

- Харчова та хімічна промисловість: фасування та пакування (Henkel, Procter & Gamble).
- Агропромисловий комплекс: використання агродронів та автономних систем моніторингу.
- Енергетика та IT: розробка власних рішень (Інфоком LTD).

Впровадження таких комплексів вимагає не просто операторів, а спеціалістів з обслуговування, програмування та налагодження складних алгоритмів. Саме цей економічний запит диктує необхідність трансформації шкільної програми. Як показує світовий досвід, країни з високим рівнем роботизації (Японія, США, Південна Корея) інтегрують освітню робототехніку в шкільний курс ще на початкових етапах.

Таким чином, розрив між потребами ринку праці та рівнем підготовки випускників шкіл актуалізує пошук нових методик навчання інформатики, де робототехніка виступає як прикладний інструмент підготовки до професій майбутнього.

1.3. Освітня робототехніка як інноваційний напрям STEM-освіти

У глобальному контексті підготовка інтелектуальної еліти, здатної до генерації інновацій та креативного розв'язання складних проблем, нерозривно пов'язана із впровадженням STEM-освіти. Ця стратегічна модель (акронім від Science, Technology, Engineering, Mathematics) отримала статус пріоритетної державної політики у провідних країнах світу як фундамент економічного та технологічного прогресу [37].

Актуальні проблеми становлення та розвитку STEM-освіти стали предметом наукового інтересу багатьох вітчизняних дослідників. Зокрема, концептуальні засади, напрями та перспективи розвитку STEM-освіти ґрунтовно висвітлено у працях Н. Гончарової [1], Ю. Завалевського [11], О. Лозової [11], О. Стрижака [11], І. С. Чернецького [11] та інших науковців. Значну увагу в їхніх дослідженнях приділено міждисциплінарному характеру STEM-навчання,

інтеграції природничо-математичних дисциплін, а також формуванню в учнів ключових і наскрізних компетентностей, необхідних для успішної самореалізації в умовах цифрового суспільства.

Генезис поняття STEM-освіти, еволюцію відповідних ідей та підходів у вітчизняному й зарубіжному освітньому просторі детально проаналізовано у наукових розвідках В. Мізюка та Г. Новак [6]. Дослідники окреслили етапи становлення STEM-освіти, визначили її концептуальні основи та обґрунтували доцільність упровадження інтегрованих освітніх моделей як ефективного засобу підвищення якості природничо-математичної підготовки здобувачів освіти.

Питання впровадження STEM-освіти в умовах поєднання формальної та неформальної освіти, зокрема у роботі з обдарованими учнями, стали об'єктом досліджень Н. Поліхун [13], К. Постової [13], І. Сліпухіної [13], Г. Онопченко [13], О. Онопченко [13] та інших учених. У їхніх працях акцентовано увагу на створенні освітнього середовища, що стимулює розвиток дослідницьких умінь, творчого мислення та інноваційного потенціалу учнів шляхом залучення їх до проєктної, експериментальної та інженерної діяльності.

Важливим напрямом наукових пошуків є проблема підготовки педагогічних кадрів до реалізації STEM-підходів в освітньому процесі. Ці питання висвітлено у працях С. Кириленка [13], О. Кіяна [3] та інших педагогів, які наголошують на необхідності формування у вчителів міждисциплінарної компетентності, володіння сучасними цифровими технологіями, методами проєктного та дослідницького навчання.

Окремі аспекти впровадження STEM-освіти в освітній процес Нової української школи розглянуто у дослідженнях Н. Іваник [4], Л. Колток [4], М. Тишковця [12] та ін. Автори зосереджують увагу на практичних механізмах інтеграції STEM-компонентів у навчальні програми, модернізації змісту освіти та створенні умов для формування в учнів критичного мислення, креативності та вміння працювати в команді.

Розвиток STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році здійснювався відповідно до чинної

нормативно-правової бази України, зокрема законів України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність». Методологічну та змістову основу впровадження STEM-освіти становлять Державний стандарт початкової освіти, Державний стандарт базової середньої освіти, Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), Концепція розвитку цифрових компетентностей, План заходів щодо популяризації природничих наук та математики до 2026 року, а також Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності та інші нормативні документи [6]. Зазначена нормативна база створює умови для системного та послідовного впровадження STEM-освіти, спрямованої на підвищення якості освіти й підготовку учнів до викликів сучасного науково-технологічного розвитку.

Реформа «Нова українська школа» окреслює систему ключових компетентностей, які розглядаються як рівнозначні, взаємопов'язані та такі, що формуються на основі наскрізних умінь і навичок здобувачів освіти [6]. Їх набуття спрямоване не лише на засвоєння знань, а передусім на розвиток здатності учнів застосовувати ці знання в реальних життєвих і професійних ситуаціях. У цьому контексті особливої актуальності набуває формування навичок розв'язання складних, комплексних практичних проблем, розвитку критичного мислення, креативності та когнітивної гнучкості, уміння аналізувати проблемні ситуації, оцінювати альтернативи та ухвалювати обґрунтовані рішення. Водночас важливими завданнями сучасної освіти є становлення цілісного наукового світогляду, формування стійких ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної та соціальної компетентностей, а також математичної й природничої грамотності, що є пріоритетними напрямками STEM-освіти [6].

Формула Нової української школи містить низку ключових компонентів, які органічно поєднуються з ідеологією та цільовими орієнтирами STEM-

підходу в навчанні. Зокрема, йдеться про оновлений зміст освіти, зорієнтований на формування компетентностей, необхідних для успішної самореалізації особистості в сучасному суспільстві; умотивованого й професійно мобільного вчителя, який володіє свободою педагогічної творчості та постійно вдосконалює власну фахову майстерність; наскрізний виховний процес, спрямований на формування загальнолюдських і громадянських цінностей; педагогіку партнерства, що передбачає ефективну взаємодію між учнем, учителем і батьками; а також орієнтацію освітнього процесу на індивідуальні потреби, здібності й інтереси дитини [8, с. 7]. Усі зазначені складові створюють сприятливе підґрунтя для впровадження STEM-освіти як інноваційної моделі навчання.

У Концепції Нової української школи наголошується, що випускник закладу загальної середньої освіти має постати як цілісна особистість, свідомий патріот та інноватор — «людина, здатна змінювати навколишній світ, розвивати економіку за принципами сталого розвитку, бути конкурентоспроможною на ринку праці та навчатися впродовж життя» [8, с. 6]. Формування такої особистості потребує цілеспрямованої організації освітнього процесу, орієнтованого на розвиток у здобувачів освіти навичок системного аналізу проблем, продукування нових ідей, пошуку оптимальних рішень, а також творчого та креативного мислення [13, с. 76].

Найбільш ефективним засобом розвитку зазначених умінь і навичок у сучасних умовах є впровадження STEM-технологій, практична спрямованість яких реалізується через виконання STEM-проектів і STEM-завдань, що моделюють реальні життєві та професійні ситуації [13, с. 77]. Такі види діяльності сприяють інтеграції знань із різних галузей, формуванню дослідницьких та інженерних умінь, розвитку самостійності й відповідальності учнів за результати власної роботи. Продовжуючи позицію науковців, варто зазначити, що системно й методично грамотно організоване STEM-навчання створює надійний фундамент для підготовки конкурентоспроможних фахівців у

галузях науки, технологій, інженерії та математики, значущість яких у сучасному глобалізованому та високотехнологічному світі невинно зростає.

STEM-орієнтований підхід базується на синтезі наукового методу, інженерного проєктування та математичного моделювання. Його ключовими детермінантами є:

- Трансдисциплінарність: вихід за межі окремих предметів для розв'язання комплексних задач.
- Дослідницька спрямованість: надання учням доступу до високотехнологічного обладнання для проведення верифікованих експериментів.
- Змагальний вектор: стимулювання мотивації через участь у хакатонах, олімпіадах та міжнародних конкурсах.

Одним із найбільш релевантних та динамічних напрямів у цій парадигмі виступає освітня робототехніка (Educational Robotics). Її інтеграція в навчальний процес ознаменувала появу нової дидактичної системи, що інтегрує знання з інформатики, фізики, кібернетики, мехатроніки та прикладного моделювання.

Освітня робототехніка виконує роль «містка» між теоретичними концепціями та фізичним світом. Вона забезпечує учням релевантний практичний досвід, дозволяючи не лише розуміти принципи роботи автоматизованих систем, а й безпосередньо залучатися до науково-технічної творчості.

Фундаментальним вектором цього напрямку є концепція випереджального навчання. Вона передбачає розвиток у здобувачів освіти навичок роботи з технологіями, що визначатимуть ландшафт майбутнього ринку праці.

Вагомий внесок у концептуалізацію та розвиток освітньої робототехніки в українському науковому просторі зробили Н. Морзе [37], О. Струтинська [51], В. Глазова [21], С. Баранов [12], І. Кабак [24], Я. Бут [16], О. Кривонос [32] та інші дослідники. У їхніх працях обґрунтовано методичні засади впровадження роботизованих комплексів у освітній процес як ефективного засобу формування інженерного мислення та цифрової компетентності майбутніх фахівців.

Ефективність засвоєння навчального матеріалу корелює з можливістю його практичної імплементації. Інтеграція елементів робототехніки в шкільний курс інформатики виступає потужним каталізатором пізнавального інтересу: вона трансформує абстрактні концепції програмування та конструювання у відчутні інженерні результати. У процесі такої діяльності у здобувачів освіти не лише формується цифрова та інформаційно-комунікативна компетентність, а й розвиваються критично важливі "м'які навички" (soft skills): здатність до системного аналізу, навички командної взаємодії, відповідальність за кінцевий результат та вміння презентувати власні розробки.

Попри високий рівень зацікавленості учнів, масове впровадження робототехніки в освітній процес стикається з суттєвими бар'єрами. Ключовою проблемою, актуальною не лише для України, а й для світового співтовариства, є дефіцит методичної підготовки педагогічних кадрів. Світовий досвід (зокрема США, Великої Британії, Китаю та Австралії) свідчить про необхідність реалізації національних програм з підготовки вчителів, здатних працювати в мультидисциплінарному середовищі природничих наук і технологій [11].

На сучасному етапі в Україні окрема освітня галузь «Робототехніка» на рівні державних стандартів відсутня. Проте стратегічні кроки Міністерства освіти і науки України спрямовані на створення інтегрованих курсів, що поєднують суміжні дисципліни. Наразі вивчення робототехніки має переважно фрагментарний характер:

В межах інформатики: як окрема тематична лінія або варіативний модуль.

У системі позашкільної освіти: на базі профільних гуртків, STEM-центрів та інноваційних хабів.

У приватному секторі: через спеціалізовані школи технічної творчості.

Перспективною ціллю є органічна інклюзія робототехніки в загальну, додаткову та професійну освіту. Визнання робототехніки універсальним дидактичним інструментом дозволить адаптувати навчальні завдання під конкретні вікові категорії, забезпечуючи безперервність процесу науково-технічної творчості. Такий системний підхід перетворить робототехніку з

факультативної розваги на фундаментальну платформу для підготовки конкурентоспроможних фахівців цифрової епохи.

Варто наголосити, що пропедевтика робототехнічних знань має розпочинатися з молодшого шкільного віку. Раннє залучення учнів до конструювання дозволяє сформувати стійкий пізнавальний інтерес, який у подальшому стає фундаментом для опанування складних концепцій інформатики та дисциплін природничо-математичного циклу. Інтеграція робототехнічних елементів у шкільний курс інформатики не лише підвищує рівень мотивації, а й демістифікує складний теоретичний матеріал, перетворюючи його на інструмент практичного творення.

Метою освітньої робототехніки є виявлення та розвиток технічних здібностей учнів, апаратне впровадження їхніх творчих ідей через синергію моделювання, конструювання та програмування з використанням інтелектуальних систем.

Для досягнення цієї мети необхідно реалізувати наступні педагогічні завдання:

- Ознайомче: вивчення архітектури та базових технологій створення роботизованих пристроїв.
- Когнітивне: демонстрація ролі робототехніки як рушійної сили науково-технічного прогресу та висвітлення глибоких міжпредметних зв'язків із фізикою, математикою та інформатикою.
- Практико-орієнтоване: формування стійких навичок роботи з технічними засобами, проєктування та моделювання для вирішення актуальних інженерних проблем.
- Дослідницьке: розвиток умінь висувати гіпотези, проводити експерименти та здійснювати об'єктивний аналіз отриманих результатів.
- Профорієнтаційне: посилення допрофесійної підготовки та орієнтація молоді на інженерно-технічні спеціальності.

Методологічне підґрунтя вивчення робототехніки базується на «трьох китах»: проєктуванні, моделюванні та конструюванні, де сполучною ланкою виступає програмування. Опанування алгоритмічних структур (циклів, розгалужень, допоміжних алгоритмів) є критично необхідним для реалізації таких завдань, як автономна навігація робота в просторі, обробка даних із датчиків та взаємодія з навколишнім середовищем.

Основним дидактичним принципом у цьому процесі є поступовість — «від простого до складного». Робототехніка передбачає застосування задачного підходу, де вчитель виступає не як джерело готових рішень, а як фасилітатор дослідницького процесу. Згідно з цим підходом, навчальна задача розглядається як засіб оволодіння новим теоретичним матеріалом: учні самостійно шукають відповіді, формують питання та роблять висновки на основі випробувань своїх моделей.

Найбільш раціональним середовищем для впровадження таких методик є шкільний курс інформатики, де навчання починається з пропедевтичних етапів, що закладають базу для майбутньої інженерної грамотності.

Як пропедевтичний ступінь опанування робототехніки доцільно розглядати екосистему LEGO Education. Завдяки розробці спеціалізованих серій програмованих конструкторів, компанія LEGO забезпечує методичну гнучкість навчання на різних етапах здобуття загальної середньої освіти.

У початковій школі пріоритетним є використання набору LEGO WeDo. Окрім традиційних елементів (планок, осей, зубчастих коліс), комплект містить приводи та сенсорні модулі, що інтегруються з обчислювальним пристроєм. Програмне забезпечення платформи базується на візуально-орієнтованому середовищі (аналог Scratch), що робить процес кодування інтуїтивно зрозумілим. Наявність циклу з 12 структурованих проєктів дозволяє учням пройти шлях від механічного збирання моделі до її алгоритмізації, вирішуючи конкретні практичні кейси.

У основній (середній) школі лідируючі позиції посідає LEGO Mindstorms (NXT/EV3). Його ключовою перевагою є наявність автономного програмованого

мікрокомп'ютера, що в синергії із датчиками високої точності та сервомоторами перетворює конструктор на серйозний інструмент інженерного моделювання. Платформа дозволяє створювати складні автономні системи, здатні до багаторівневої взаємодії із середовищем, а високорівневі середовища програмування дають змогу гнучко масштабувати складність завдань.

Для старшої школи та профільної технічної освіти актуальним є використання платформи TETRIX. Цей конструктор орієнтований на створення високоміцних моделей завдяки використанню алюмінієвих структурних елементів, що застосовуються в аерокосмічній галузі. Навчальний процес із TETRIX спрямований на поглиблене вивчення мехатроніки: робота із сервоприводами та датчиками тут поєднується з текстовим програмуванням мовою RobotC. Саме ця платформа є базовою для престижних міжнародних інженерних змагань, таких як FIRST Tech Challenge.

Систематичне впровадження вищезгаданих платформ у межах курсу інформатики та позаурочної діяльності забезпечує низку дидактичних переваг:

- Мотиваційна складова: активізація внутрішнього стимулу до навчання через ігрову та дослідницьку діяльність.
- Когнітивний розвиток: інтенсивне формування логічного, алгоритмічного та просторового мислення.
- Творча самореалізація: трансформація креативних задумів у діючі технічні об'єкти.
- Технологічна грамотність: опанування прикладних навичок програмування та конструювання.

Водночас, критичний аналіз дозволяє виокремити низку детермінованих труднощів, що уповільнюють інтеграцію робототехніки в освітній процес:

- Програмна розрізненість: фрагментарність або повна відсутність розділів з робототехніки в чинних навчальних програмах з інформатики.

- Ресурсне забезпечення: висока вартість обладнання, що обмежує можливість створення повноцінних мобільних лабораторій у кожній школі.
- Методичний вакуум: дефіцит адаптованих поурочних розробок та кваліфікованих фахівців, здатних викладати на стику програмування та інженерії.
- Сприйняття: стереотипне ставлення до робототехніки як до суто розважального компонента, що заважає усвідомленню її як базису для формування інженерного світогляду.

1.4. Класифікація та характеристика робототехнічних платформ для освітніх цілей

У процесі аналізу змісту навчальних програм з робототехніки, розроблених і описаних у працях А. І. Лучковського, В. А. Соколова [9], С.С. Пахачука, І. П. Оніщука [10], А. Д. Василюка, П. О. Клименка, К. С. Ніфантьєва [12], Т. С. Тарасової [13], О. А. Хоріщенка [14], Т. І. Лисенка, Б. О. Шевеля [15] та інших дослідників, було визначено чотири базові тематичні модулі, які доцільно класифікувати таким чином.

Перший модуль — **теоретичні основи робототехніки** — охоплює вивчення базових понять і термінів, історії розвитку робототехніки, різних підходів до класифікації роботів, основних галузей їх застосування, а також типів керування роботизованими системами.

Другий модуль — **загальна архітектура роботизованих систем** — передбачає ознайомлення з ключовими складовими робототехнічних систем, основами схемотехніки, видами контролерів, сенсорів і приводів, що використовуються в роботизованих пристроях, а також зі способами переміщення мобільних роботів.

Третій модуль — **особливості програмування роботів** — зосереджений на опануванні різних підходів до програмування робототехнічних систем, зокрема з використанням візуальних мов програмування Scratch і Blockly, а також мов високого рівня, насамперед C++ та інших.

Четвертий модуль — **основи розробки проєктів** — охоплює питання проєктної діяльності в робототехніці, зокрема дослідження концепцій Інтернету речей і «розумного будинку», розробку різних способів переміщення роботів, вивчення методів взаємодії людини й робота, аналіз сфер застосування роботизованих систем та інші прикладні напрями.

Під час опанування модуля «Теоретичні основи робототехніки» учні ознайомлюються з ключовими визначеннями, загальновідомими фактами галузі, історією розвитку автоматизації та прикладами практичного використання роботів і робототехнічних систем. Важливою складовою цього модуля є вивчення різних класифікацій роботів, зокрема за типом мобільності, використовуваними приводами або способом пересування (крокуючі, колісні, гусеничні тощо). Аналіз особливостей функціонування роботизованих систем логічно приводить до розгляду сфер їх застосування, типів керування та питань взаємодії людини і робота (Human–Robot Interaction).

У межах модуля «Загальна архітектура роботизованих систем» розглядається загальна схема функціонування роботів і фізичні принципи роботи їхніх компонентів, переважно на основі платформ Arduino [14]. Це зумовлює необхідність ознайомлення учнів з базами схемотехніки, виконання практичних експериментів з елементарними компонентами, вивчення різновидів контролерів, сенсорів і драйверів керування. Наступним логічним етапом є опанування типів приводів та фізичних основ їх керування.

У процесі вивчення модуля «Особливості програмування роботів» учні засвоюють основні методи й підходи до програмування роботів та їх окремих модулів, тоді як у модулі «Основи розробки проєктів» увага зосереджується на організації проєктної діяльності та міждисциплінарних зв'язках робототехніки з іншими видами діяльності.

За результатами проведеного аналізу було висунуто припущення, що для кожного тематичного модуля доцільно використовувати різні технічні рішення, які забезпечують більш якісне й глибоке розкриття навчального матеріалу. Саме

це зумовлює необхідність створення класифікації як зручного інструменту добору навчальних засобів відповідно до змісту конкретної теми.

Незважаючи на те, що освітня робототехніка є відносно новим напрямом, вона розвивається надзвичайно стрімко. Сьогодні розробкою платформ займаються десятки міжнародних корпорацій та вітчизняні стартапи, які тісно співпрацюють із провідними педагогами для вирішення актуальних проблем дидактики. Основна мета цих платформ — підвищення мотивації до навчання та підготовка фахівців, здатних вирішувати складні інженерно-технічні завдання.

Програмування діючого робота дозволяє учням засвоїти методи моделювання об'єктів і процесів у реальному часі. Конструювання розвиває інженерне мислення, креативність та впевненість у власних силах. Робототехнічна платформа визначається як сукупність технічних компонентів (контролерів, двигунів) та програмної складової для керування ними [13]. Через складність виготовлення деталей «з нуля», в освіті використовують готові модульні рішення, що зазвичай постачаються у спеціалізованих кейсах.

У табл. 1.1 наведено перелік ключових платформ, що складають основу світового ринку освітньої робототехніки.

Таблиця 1.1

Провідні робототехнічні платформи світу

№	Виробник	Країна	Назва платформи
1	Pitsco Education	США	TETRIX (MAX, PRIME)
2	LEGO Group	Данія	Mindstorms EV3, Spike Prime, WeDo 2.0
3	TRIK	Україна/Міжнародна	TRIK
4	VEX Robotics	США	VEX IQ, VEX EDR
5	Fischertechnik	Німеччина	fischertechnik
6	MRT International	Пд. Корея	Huna MRT (Kickie, Fun&Bot)
7	Robotis	Пд. Корея	Bioloid, Dream

№	Виробник	Країна	Назва платформи
8	Arduino Software	Італія	Arduino (Uno, Nano, Mega)

Спеціалізовані конструкторські рішення для різних вікових груп

LEGO Education (WeDo та Mindstorms). Це найбільш розповсюджені набори в Україні.

LEGO WeDo 2.0: розрахований на початкову школу. Поєднує стандартні деталі з датчиками та приводами, що підключаються до ПК. Проектна діяльність тут формує базу з фізики та інформатики, навчаючи дітей ставити запитання та проводити дослідження.



Рис. 1.4. LEGO WeDo

LEGO Mindstorms EV3: інтелектуальна система для середньої школи. Дозволяє створювати автономних роботів, що реагують на зміни зовнішніх умов. Програмування здійснюється графічною мовою LabVIEW, що базується на блоках-процедурах.



Рис. 1.5. LEGO Mindstorms

TETRIX MAX. Система для старшокласників, що використовує алюмінієві канали високої міцності (з'єднання під кутом 45°). Платформа може інтегруватися з LEGO NXT/EV3 для керування потужними двигунами через інтелектуальний блок LEGO.

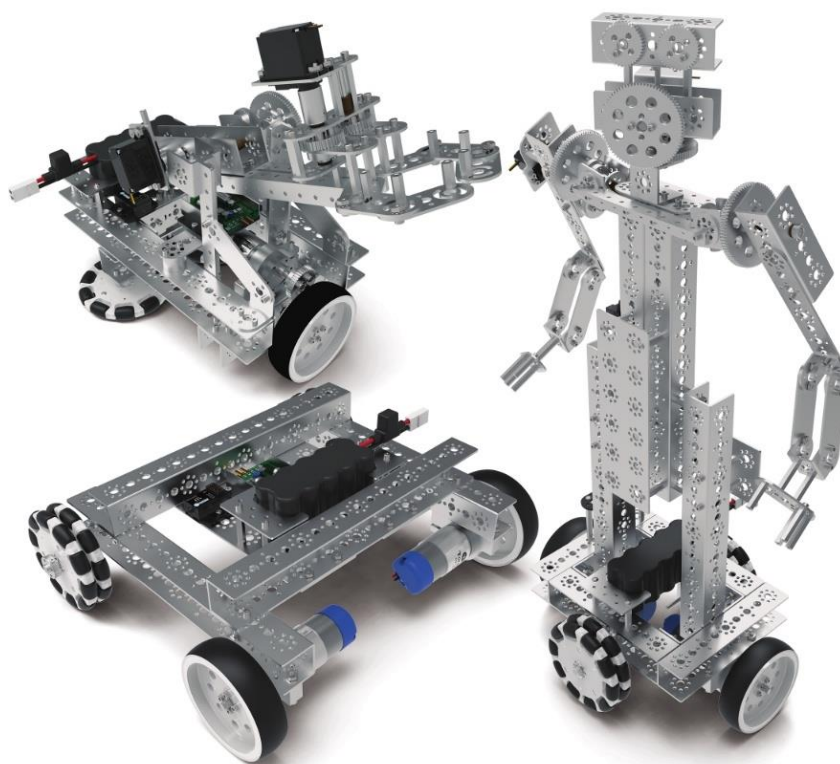


Рис. 1.6. Набір з робототехніки TETRIX MAX R/C

Платформа VEX EDR (рис. 1.7) позиціонується як професійний інструмент для підготовки майбутніх інженерів. На відміну від пластикових модульних конструкторів, основу VEX EDR становлять металеві деталі з перфорацією, що дозволяє створювати складні механічні вузли. Важливою особливістю системи є універсальність її обчислювального блока: наявність аналогових і цифрових інтерфейсів дає змогу інтегрувати широкий спектр сенсорів. Такий підхід сприяє глибокому вивченню мікроелектроніки в межах шкільного курсу інформатики або STEM-гуртків, готуючи учнів до вирішення реальних технічних завдань.



Рис.1.7. VEX EDR

Нупа MRT. Корейська система, що пропонує безпрограмований етап (серії Fun&Bot) для дітей 6–8 років. Це дозволяє отримати швидкий результат у конструюванні, вивчаючи основи механіки без складних алгоритмів.



Рис.1.8. Huna MRT

Bioloid (Robotis). Універсальна система, побудована на сервоприводах Dynamixel. Дозволяє збирати складні механізми (гуманоїдів) із вісімнадцятьма ступенями свободи. Використовується навіть у військово-морських академіях США.

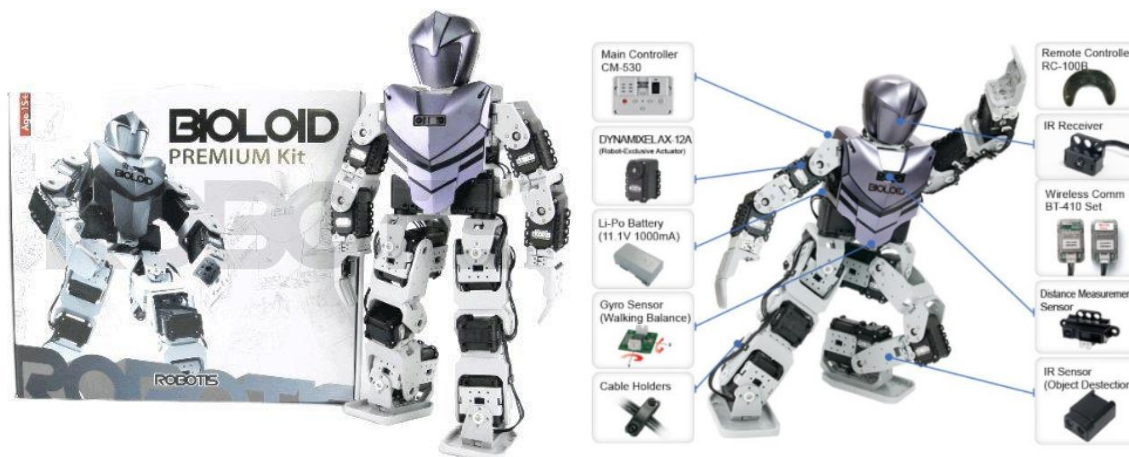


Рис. 1.9. Robotis Bioloid

Навчальний модуль (рис. 1.10) дозволяє учням опановувати принципи конструювання механізмів через ігрову діяльність. Наявність адаптованих інструкцій та графічних матеріалів полегшує роботу вчителя над підготовкою занять, сприяючи інтеграції технічних і гуманітарних дисциплін. Модуль є універсальним засобом для урізноманітнення освітнього контенту в шкільному курсі інформатики.



Рис. 1.10. Технолаб

Конструкторські рішення fischertechnik (рис. 1.11) здобули широке визнання у системі професійно-технічної та вищої освіти. Ключовою

конструктивною особливістю цієї платформи є використання блоків із пазами та кріпленням типу «ластівчин хвіст», що забезпечує можливість багатоваріантного з'єднання елементів у будь-яких площинах.

Комплектація наборів включає програмовані контролери, прецизійні двигуни, різноманітні сенсори та джерела живлення. Це дозволяє створювати складні мехатронні системи, моделювати реальні промислові процеси та використовувати їх як з демонстраційною, так і з науково-дослідною метою. Для розробки алгоритмів керування (наприклад, для контролера ROBO TX) застосовується спеціалізоване візуальне середовище ROBO Pro, а передача програмного коду здійснюється через USB-інтерфейс або бездротовий протокол Bluetooth.



Рис.1.11. Конструктор FISHERTECHNIK

Схемотехнічні набори та одноплатні комп'ютери

Arduino. Найпоширеніша платформа для «дорослої» робототехніки. Це міні-комп'ютер, який дозволяє керувати будь-якими електронними компонентами. В освіті Arduino допомагає опанувати мову C++ та візуальне середовище Scratch for Arduino. Основним недоліком є необхідність паяння окремих модулів, що потребує посиленої уваги до техніки безпеки.



Рис. 1.12. Arduino

Raspberry Pi. Одноплатний комп'ютер під керуванням Linux. Офіційна мова — Python. Ідеально підходить для учнів 7–11 класів для вивчення високорівневого програмування та складних систем.

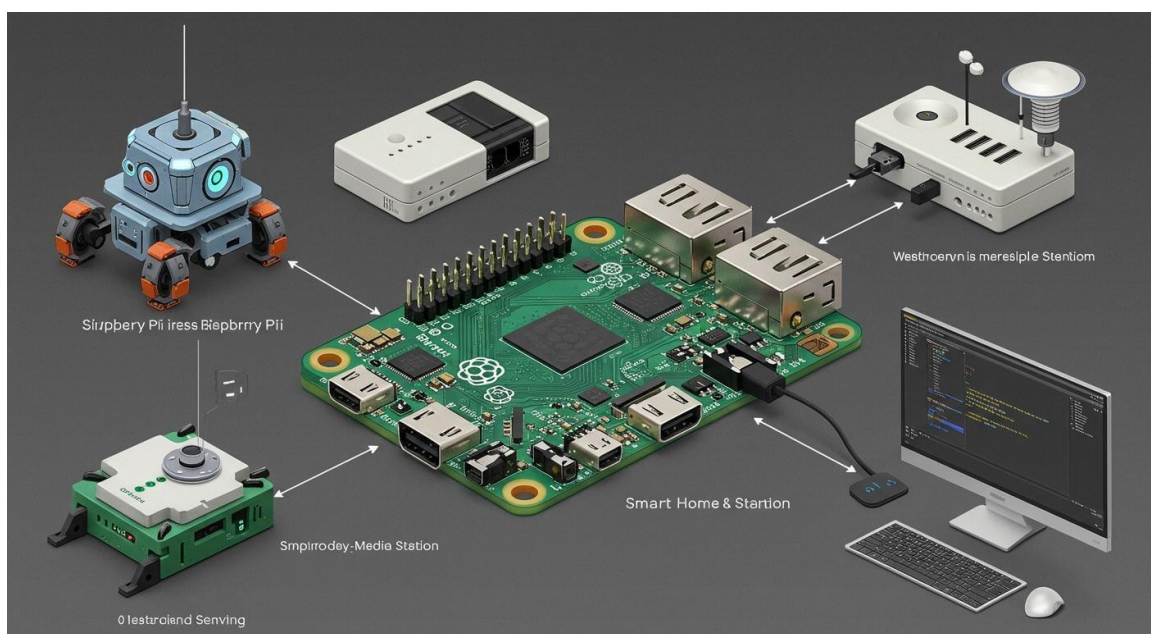


Рис. 1.13. Використання Raspberry Pi

У результаті аналізу конструкторів та комплектів компонентів, що застосовуються для навчання основ робототехніки учнів шкільного віку, було розглянуто різні освітні технічні рішення (див. табл. 1), призначені для засвоєння ключових принципів функціонування робототехнічних систем.

Для розробки класифікації таких освітніх рішень у дослідженні було виділено такі основні критерії:

- рекомендований виробником вік учнів для використання;

- мова програмування (у разі підтримки);
- операційна система, що використовується для керування та програмування;
- можливість програмування за допомогою смартфона чи планшета.

Додатково аналізувалися такі характеристики:

- країна-виробник;
- компанія-виробник;
- основний контролер головного блоку;
- рік випуску;
- перелік датчиків у комплекті;
- актуальна на момент дослідження вартість технічного рішення.

Враховуючи значну кількість готових рішень і конструкторів, представлених на українському ринку, актуальним завданням є розробка класифікаційних ознак залежно від обраних критеріїв і засобів навчання. Для цього було проаналізовано 84 різні технічні рішення, що потенційно можуть застосовуватися у процесі навчання робототехніки, та визначено їхні спільні та відмінні характеристики.

Більшість робототехнічних наборів підтримує програмування різними мовами, такими як Scratch, Blockly, C++, C, Java, JS, .NET та ін. На основі мови програмування набори можна класифікувати таким чином:

1. **Підтримка візуального програмування** – зазвичай Scratch (Massachusetts Institute of Technology) або Blockly (Google);
2. **Підтримка високорівневих мов програмування** – найчастіше C++ та інші;
3. **Без підтримки програмування.**

Додатковим критерієм класифікації є можливість керування та програмування робототехнічного набору через мобільні пристрої:

- Windows, Mac OS, Linux – для програмування з комп'ютера;
- iOS, Android – для програмування з мобільних пристроїв;
- відсутність підтримки мобільного програмування.

Ще один важливий критерій – рекомендований виробником вік користувача. Така класифікація дозволяє ефективно підбирати робототехнічні засоби для різних вікових категорій:

- до 6 років;
- 6–8 років;
- 8–12 років;
- 12 років і старше.

Цей підхід дає змогу систематизувати освітні робототехнічні рішення, забезпечити їх адаптацію під вікові та навчальні потреби учнів, а також обрати оптимальні набори для впровадження у навчальний процес.

Таблиця 1.2

Найпопулярніші технічні рішення

Назва	Виробник	Рекомендований виробником вік	Можливість програмування
LEGO «Робототехніка. WeDo 2.0»	LEGO	6	Scratch
LEGO Mindstorms EVE3	LEGO	10	Scratch, C/C++
Ubtech Jimu Robot Inventor level;	Ubtech robotics	8	Blockly
Ryze Tello	DJI	10	Scratch
КІБЕР КОДЕР	BitKit	12	C++, Scratch
MOSS	Modular Robotics	8	Scratch
Brainpad arcade	Brainpad	7	C#, Python, Scratch
Fermi	Impro	10	C++, Scratch

Варто зауважити, що на підставі зібраних і проаналізованих даних технічні рішення, призначені для опанування основ робототехніки, доцільно класифікувати на два основні типи: інтерактивні роботизовані пристрої з можливістю програмування та набори компонентів, які використовуються для конструювання роботів або поглибленого вивчення окремих складових робототехнічних систем (рис. 1.14).

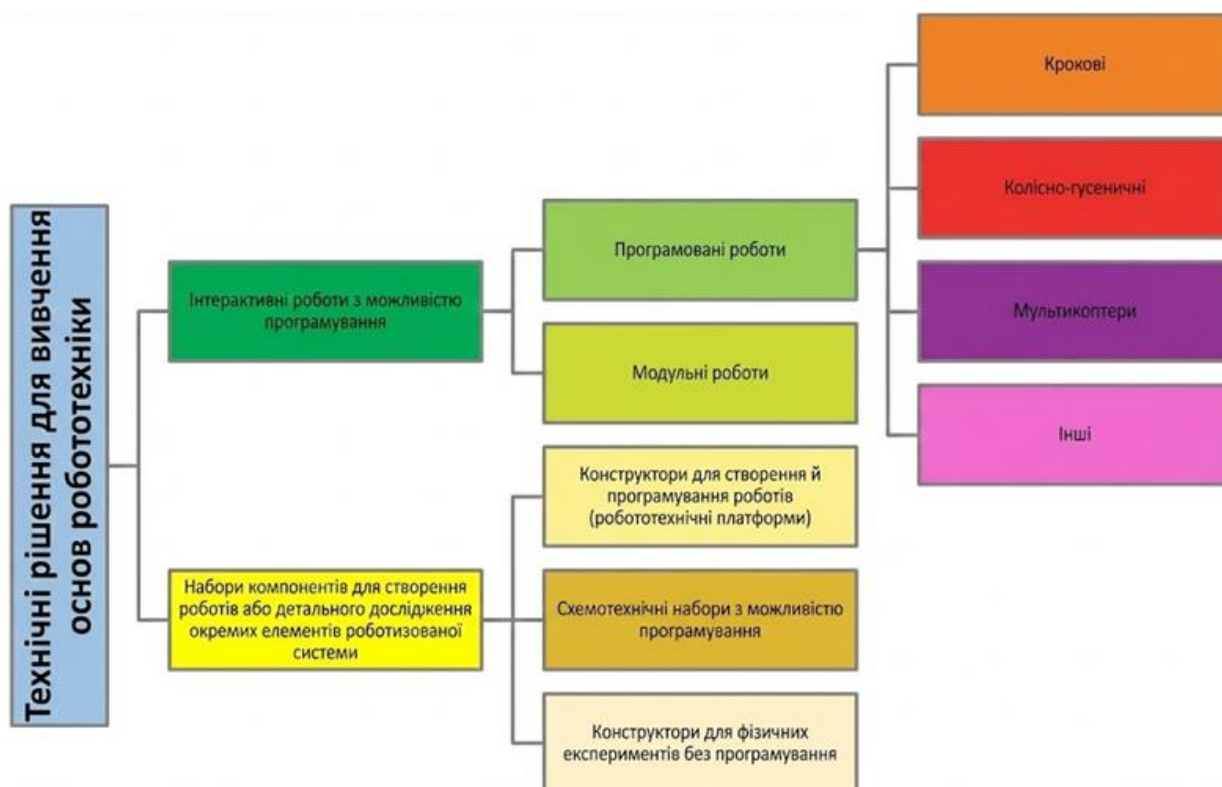


Рис. 1.14. Класифікація освітніх технічних рішень з вивчення робототехніки

Окрему роль у структурі освітньої робототехніки відіграє програмне забезпечення та візуальні мови програмування, які забезпечують взаємодію між апаратною частиною та навчальною діяльністю учнів.

Ключовим елементом освітньої траєкторії є поступовий перехід між типами середовищ програмування:

- Графічні середовища (Scratch, Blockly). Мінімізують ризик синтаксичних помилок. Основна увага приділяється алгоритмізації: циклам, умовам та перемінним.
- Мультимодальні середовища. Наприклад, Spike App дозволяє бачити один і той самий код і в блоках, і на мові Python, що є ідеальним перехідним містком.
- Текстові IDE (Arduino IDE, VS Code). Використовуються для підготовки професійно орієнтованих кадрів.

Особливої ваги в початковій та середній школі набувають візуальні середовища, зокрема Scratch, що ґрунтується на ідеях конструкціонізму та реалізує принцип навчання через діяльність (learning by doing). Використання блокового програмування дозволяє мінімізувати синтаксичні помилки та

зосередити увагу учнів на логіці алгоритмів, водночас формуючи підґрунтя для подальшого переходу до текстових мов програмування.

1.5. Робототехнічні змагання та проєктна діяльність як мотиваційний детермінант навчання

Ефективність опанування технічних дисциплін прямо залежить від можливості апробації здобутих знань у реальних або симульованих життєвих ситуаціях. У контексті вивчення інформатики одним із найбільш дієвих інструментів візуалізації успіху та соціалізації учнів є спортивна робототехніка — система конкурсів, змагань та олімпіад, де «наука стає спортом розуму».

Участь у таких заходах виконує роль потужного мотиваційного чинника, оскільки дозволяє учням отримати миттєвий зворотний зв'язок: робот або виконує поставлене завдання (алгоритм вірний), або потребує рефакторингу коду чи зміни конструкції.

На сьогодні сформована розгалужена екосистема змагань, що охоплює різні вікові категорії та технологічні платформи:

World Robot Olympiad (WRO) та фестиваль «ROBOTICA». Найпрестижніша світова олімпіада (заснована у 2004 р. у Сінгапурі), що в Україні представлена національним відбором у межах STEM-фестивалю «ROBOTICA». Змагання проходять у трьох лігах: Regular (чітке виконання завдань), Open (творчі проєкти на глобальні теми) та Robot Football.

FIRST Tech Challenge (FTC). Турнір, що базується на платформі TETRIX та спрямований на розвиток навичок професійного інженерного програмування (RobotC, Java). Особливістю є акцент на командній співпраці та веденні інженерного журналу.



Рис. 1.15. FIRST LEGO League

INFOMATRIX та INFOMATRIX UKRAINE. Міжнародний конкурс, де категорія «Апаратне управління» та підкатегорія «Роботи» вимагають від учнів презентації повноцінного авторського проєкту — від ідеї та постера до діючого прототипу.

WorldSkills Ukraine (компетенція «Мобільна робототехніка»). Змагання, максимально наближені до професійних стандартів. Учасники мають продемонструвати навички обслуговування, програмування та дотримання правил техніки безпеки при роботі з промисловими системами.

Конкурси МАН та «Intel Techno Ukraine». Спеціалізовані секції («Робототехніка та інтелектуальні машини»), де акцент зміщується на науково-дослідницький аспект та створення інноваційних рішень для медицини, екології чи оборони.

Спортивна робототехніка нерозривно пов'язана з проєктною діяльністю. Підготовка до змагань спонукає учнів проходити повний життєвий цикл розробки продукту:

- аналіз задачі та висунення гіпотез: розуміння фізичних обмежень та вибір оптимальної стратегії;
- ітераційне тестування: багаторазове випробування конструкції та коду для досягнення стабільності результату;

- командна взаємодія: розподіл ролей між «конструктором», «програмістом» та «пілотом».

Важливою є роль учителя як фасилітатора. Діти можуть швидко втрачати інтерес при виникненні технічних помилок («багів»). Завдання педагога — не давати готові рішення, а навчити учнів методології пошуку помилок та критичного аналізу результатів.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що змагальна робототехніка є універсальною платформою для розвитку STEM-компетентностей. Вона забезпечує:

- Розвиток технічних навичок: олімпіадне програмування, тривимірне моделювання, схемотехніка.
- Формування соціальних навичок: стресостійкість, вміння працювати в команді, навички публічного захисту проєкту.
- Профорієнтацію: трансформацію дитячого захоплення у свідомий вибір інженерно-технічного профілю.

Незважаючи на високу вартість обладнання як головну перешкоду, сучасні онлайн-конкурси (віртуальні треки, Scratch-проєкти) частково нівелюють цей недолік, роблячи спортивну робототехніку доступнішою для широких верств учнівської молоді.

Висновки до розділу

У першому розділі було здійснено ретроспективний аналіз становлення робототехніки, визначено її місце в сучасній освітній парадигмі та проаналізовано інструментарій, що використовується для навчання школярів. Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки:

Робототехніка визначена як фундаментальний складник STEM-освіти, що інтегрує знання з природничих наук, технологій, інженерії та математики. Вона виступає не лише об'єктом вивчення, а й універсальним дидактичним засобом, який дозволяє вчителю візуалізувати абстрактні концепції та сприяє глибшому розумінню складних теоретичних закономірностей через практичну діяльність.

Освітня робототехніка базується на принципах конструкціонізму та задачного підходу, де пріоритетом є самостійне розв'язання учнями прикладних інженерних проблем. Таке навчання забезпечує перехід від пасивного споживання інформації до активного створення інноваційного продукту, що є критично важливим для формування цифрової компетентності учнів у сучасному інформаційному суспільстві.

Аналіз сучасних робототехнічних платформ (LEGO, Arduino, VEX, fischertechnik та ін.) дозволив виявити їх диференціацію за віковими категоріями та рівнем технічної складності. Встановлено, що ефективність навчання залежить від дотримання принципу наступності: від візуально-орієнтованих систем у початковій школі (LEGO WeDo) до професійно-орієнтованих схемотехнічних рішень у старших класах (Arduino, TETRIX).

Доведено, що змагальна (спортивна) робототехніка та проєктна діяльність є потужними мотиваційними чинниками. Участь у міжнародних та всеукраїнських турнірах (WRO, FIRST, Robotica) не лише закріплює технічні навички (Hard Skills), а й сприяє розвитку «м'яких навичок» (Soft Skills): командної співпраці, критичного мислення, лідерства та стресостійкості.

Виявлено ключові бар'єри впровадження робототехніки в закладах загальної середньої освіти, серед яких: висока вартість обладнання, дефіцит спеціалізованого методичного забезпечення та потреба в додатковій підготовці педагогічних кадрів. Подолання цих перешкод дозволить ефективніше виявляти талановиту молодь та забезпечувати її якісну профорієнтацію у високотехнологічних галузях економіки.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОТОТЕХНІКИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

2.1. Огляд та аналіз навчально-методичних матеріалів з робототехніки для закладів загальної середньої освіти

Освітня робототехніка в Україні перебуває на етапі активного становлення та розвитку, однак темпи її впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти наразі не повною мірою відповідають запитам сучасного суспільства й тенденціям розвитку STEM-освіти. Вивчення основ робототехніки здебільшого має фрагментарний характер і реалізується переважно в межах гурткової, факультативної або позашкільної діяльності, часто орієнтованої на підготовку учнів до участі в конкурсах, змаганнях, турнірах та олімпіадах.

На початкових етапах навчання робототехніка викликає значний інтерес у здобувачів освіти, насамперед завдяки можливості конструювання простих робіт у молодших класах. Водночас із переходом до більш складних завдань, що потребують опанування програмування, використання алгоритмічного мислення та інтеграції знань з інформатики, математики, фізики й технологій, у частини учнів виникають труднощі, які можуть призводити до зниження навчальної мотивації. У зв'язку з цим інтеграція елементів робототехніки в шкільний курс інформатики спрямована на формування інженерного типу мислення, підвищення зацікавленості навчанням і професійну орієнтацію учнів на подальше здобуття освіти в галузі інженерних та інформаційних технологій.

Станом на сьогодні типовими освітніми програмами закладів загальної середньої освіти не передбачено окремої освітньої компоненти «Робототехніка». Типова освітня програма як нормативний документ визначає перелік освітніх компонентів, спрямованих на досягнення результатів навчання, встановлених державними стандартами відповідного рівня освіти, та затверджується центральним органом виконавчої влади у сфері освіти і науки.

Поряд із типовими програмами в освітньому процесі активно використовуються модельні навчальні програми, розроблені відповідно до

Переліку модельних навчальних програм для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти. Модельна навчальна програма визначає орієнтовну логіку й послідовність досягнення очікуваних результатів навчання, структуру змісту навчального предмета або інтегрованого курсу, а також рекомендовані види навчальної діяльності учнів. На їх основі заклади освіти мають право розробляти власні навчальні програми з урахуванням освітніх потреб, ресурсного забезпечення та особливостей учнівського контингенту.

Міністерством освіти і науки України схвалено шість модельних навчальних програм з інформатичної освітньої галузі «Інформатика. 5–6 класи», яким надано гриф «Рекомендовано МОН України». Аналіз зазначених програм засвідчує, що всі вони побудовані за концентрично-лінійним принципом, відповідно до якого новий навчальний матеріал ґрунтується на раніше засвоєних знаннях із поступовим ускладненням змісту й навчальних завдань. Такий підхід забезпечує систематичну актуалізацію, повторення та поглиблення знань, сприяє формуванню ключових і предметних компетентностей та розвитку діяльнісних умінь.

Хоча жодна з проаналізованих модельних програм не містить окремо виокремленої змістової лінії «Робототехніка», її елементи інтегровані до змістових ліній «Алгоритмізація та програмування» або «Алгоритми та програми», у межах яких передбачено опанування базових понять робототехніки.

Зокрема, у модельній навчальній програмі І. О. Завадського, О. В. Коршунової та В. В. Лапінського акцент зроблено на виконанні навчальних проєктів зі створення прототипів і навчальних моделей на основі мікрокомп'ютерів, що створює передумови для реалізації STEM-проєктів та ознайомлення учнів із сучасними технологіями робототехніки.

У модельній навчальній програмі, розробленій О. В. Пасічником та Л. А. Черніковою, передбачено можливість виділення додаткового навчального часу з інформатичної освітньої галузі на один із варіативних курсів, спрямованих на

поглиблення або розширення окремих тем базового курсу. Серед переліку запропонованих варіативних курсів окремо визначено курс «Робототехніка».

Модельна навчальна програма авторів Л. З. Козак та А. В. Ворожбит структурована за змістовими лініями (розділами), спільними для всього освітнього циклу. Зокрема, у змістовій лінії «Цифрова творчість» тема 5 класу «Алгоритми. Програми» у 6 класі доповнюється темою «Програмування об'єкта “Робот”».

У модельній навчальній програмі С. С. Радченка та Є. В. Боровцової зміст також подано у вигляді змістових ліній, де робототехніка визначена як додатковий компонент змістової лінії «Алгоритми та програми». У процесі її опанування здобувачі освіти виконують власні навчальні проєкти, що сприяє розвитку практичних навичок та творчого мислення.

У модельній навчальній програмі Н. В. Морзе та О. В. Барної представлено концепцію навчання інформатики через систему змістових ліній, відповідно до якої обов'язкові результати навчання досягаються через реалізацію трьох ключових концептів: комп'ютер як напрям науки, комп'ютер як інструмент та комп'ютер у суспільстві. У межах змістової лінії «Цифрова творчість» для 6 класу виокремлено тему «Алгоритми в середовищі складання та виконання алгоритмів, складання програм для виконання роботизованими системами», що є логічним продовженням теми 5 класу «Алгоритми в середовищі складання та виконання алгоритмів».

Гриф «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» також надано шести модельним навчальним програмам з інформатичної освітньої галузі «Інформатика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти, авторами яких є: Морзе Н. В., Барна О. В.; Ривкінд Й. Я., Лисенко Т. І., Чернікова Л. А., Шакотько В. В.; Бондаренко О. О., Ластовецький В. В., Пилипчук О. П., Шестопапов Є. А.; Завадський І. О., Коршунова О. В., Твердохліб І. А.; Громко Г. Ю., Шевчук П. Г., Ковбаса В. М.; Пасічник О. В., Козак Л. З., Ворожбит А. В.

Узагальнення змісту проаналізованих модельних навчальних програм дає підстави стверджувати, що подальше опанування основ робототехніки

здійснюється переважно в межах змістової лінії «Алгоритмізація та програмування», попри відсутність окремо виокремленої теми з робототехніки. Саме в цій змістовій лінії реалізується поступовий перехід до розв’язування більш складних прикладних і практикоорієнтованих завдань.

Так, орієнтовні види навчальної діяльності, передбачені модельною навчальною програмою О. О. Бондаренка та співавторів, включають розв’язування прикладних задач із використанням методу поділу на підзадачі (7 клас), моделювання руху об’єктів (8 клас), а також створення моделей предметів за допомогою тривимірних примітивів і моделювання об’ємних об’єктів методом витискання (9 клас).

Слід зазначити, що у модельній навчальній програмі авторів Громка Г. Ю. та ін. зміст навчання структуровано за такими змістовими лініями:

- пізнання цифрового світу через інформацію та інформаційні процеси;
- цифрові пристрої та апаратне забезпечення;
- цифрова творчість, опрацювання даних і програмування;
- людина в цифровому середовищі: взаємодія, безпека та відповідальність.

Водночас у модельній навчальній програмі О. В. Пасічника та співавторів змістові лінії мають інше формулювання, зокрема:

- «Цифрова майстерня: побудова власного цифрового світу»;
- «Технології творчості: від ідеї до реалізації»;
- «Сила даних: інструменти та методи роботи з даними»;
- «Програмування: від коду до результату».

Отже, уже з назв змістових ліній можна зробити висновок, що спільним пріоритетом усіх модельних навчальних програм, поряд з іншими завданнями, є метапредметна спрямованість змісту навчання та реалізація принципів STEM-освіти. Це передбачає використання набутих учнями навичок роботи з цифровими пристроями й програмними засобами не лише в межах інформатики, а й під час вивчення інших навчальних дисциплін.

Водночас Міністерством освіти і науки України передбачено впровадження в освітній процес міжгалузевих інтегрованих курсів, основним призначенням яких є об'єднання споріднених навчальних предметів у цілісний курс. Наразі МОН України рекомендовано міжгалузевий інтегрований курс «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори І. М. Сокол, О. М. Ченцов).

Зазначений курс орієнтований на формування затребуваних на сучасному ринку праці компетентностей, розвиток технологічних умінь, комунікативних навичок та вмінь опрацювання інформації, а також інженерного, алгоритмічного й критичного мислення та цифрової грамотності.

Курс має міжгалузевий інтегрований характер і охоплює такі теми: у 5 класі — «Знайомство з мікрокомп'ютером та середовищем програмування», «Анімація за допомогою світлодіодів», «Кнопки», «Датчики (сенсори)», «Музика», «Змінні», «Математичні моделі», «Прототипування»; у 6 класі — «Прототипування», «Радіо», «Під'єднання зовнішніх пристроїв», «Музика», «Розроблення ігрових проєктів».

Крім того, МОН України рекомендовано міжгалузевий інтегрований курс «Робототехніка. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори І. М. Сокол, О. М. Ченцов). Важливо підкреслити, що зміст цього курсу логічно продовжує та поглиблює матеріал, вивчений у 5–6 класах, забезпечуючи наступність навчання.

У 7 класі передбачено опрацювання тем «Алгоритмічна структура розгалуження. Повна форма розгалуження», «Під'єднання зовнішніх пристроїв. Прототипування та роботизовані системи», «Творчі, дослідницькі та ігрові проєкти», «Штучний інтелект». У 8 класі вивчаються теми «Алгоритмічна структура повторення (цикл). Текст. Функція» та «Прототипування, роботизовані системи, роботи. Творчі, дослідницькі та ігрові проєкти», а в 9 класі навчання зосереджується в межах узагальнювального розділу «Прототипування, роботизовані системи, роботи. Творчі, дослідницькі та ігрові проєкти». У 8–9 класах відбувається систематизація й закріплення набутих раніше знань і вмінь,

при цьому основний акцент робиться на виконанні складніших проєктів, створенні роботизованих систем і роботів.

Слід зауважити, що значний інтерес становлять модельні навчальні програми «STEM. 5–6 класи (міжгалузовий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (автори О. В. Бутурліна, О. Є. Артем'єва) та «STEM. 5–9 класи (міжгалузовий інтегрований курс)» (автори Ф. Левченко, А. Озарчук, В. Рогоза, О. Скулатов, В. Сіпій, М. Тишковець). Зазначені програми мають пропедевтичний характер і спрямовані на ознайомлення здобувачів освіти з основами STEM-освіти, можливими STEM-професіями та перспективами побудови кар'єри в Україні.

Таблиця 2.1.

**Порівняльна характеристика навчально-методичного забезпечення з
робототехніки в ЗЗСО**

Критерій порівняння	Модельні програми з інформатики (5–6 класи)	Модельні програми з інформатики (7–9 класи)	Міжгалузові інтегровані курси «Робототехніка»	Позашкільні програми з робототехніки
Нормативний статус	Рекомендовані МОН України	Рекомендовані МОН України	Рекомендовані МОН України	Варіативні, авторські
Форма реалізації	Інтеграція в курс інформатики	Інтеграція в курс інформатики	Окремий міжгалузовий інтегрований курс	Гуртки, секції, курси
Наявність окремої теми	Відсутня	Відсутня	Наявна	Наявна

Критерій порівняння	Модельні програми з інформатики (5–6 класи)	Модельні програми з інформатики (7–9 класи)	Міжгалузеві інтегровані курси «Робототехніка»	Позашкільні програми з робототехніки
«Робототехніка»				
Змістова лінія	«Алгоритмізація та програмування», «Цифрова творчість»	«Алгоритмізація та програмування», метапредметні лінії	Робототехніка як цілісний курс	Робототехніка, програмування, проєктування
Підхід до навчання	Ознайомлювальний, інтегрований	Практикоорієнтований	Системний, проєктний	Поглиблений, практичний
Рівень опанування робототехніки	Початковий	Середній	Середній – достатній	Достатній – високий
Програмування	Візуальні середовища, базові алгоритми	Алгоритмічні структури, моделювання	Візуальне та текстове програмування	Візуальне, текстове (C++, Python тощо)
Проєктна діяльність	Епізодична	Регулярна	Системна	Домінуюча
STEM-інтеграція	Часткова	Часткова / розширена	Повна	Повна

Критерій порівняння	Модельні програми з інформатики (5–6 класи)	Модельні програми з інформатики (7–9 класи)	Міжгалузеві інтегровані курси «Робототехніка»	Позашкільні програми з робототехніки
Матеріальн о-технічні вимоги	Мінімальні або середні	Середні	Підвищені	Високі
Вимоги до підготовки вчителя	Базові	Підвищені	Високі	Високі (спеціалізація)
Орієнтація на професійну діяльність	Опосередкована	Часткова	Чітко виражена	Чітко виражена
Доступність для всіх учнів	Висока	Висока	Середня (залежить від ресурсів)	Обмежена
Основні переваги	Наступність, інтеграція з інформатикою	Практична спрямованість	Системність, проєктність	Глибина, змагальна мотивація
Основні недоліки	Фрагментарність, відсутність системності	Відсутність окремого курсу	Потреба у ресурсах і кадрах	Обмежене охоплення

Концепція Нової української школи передбачає опанування елементів робототехніки в закладах загальної середньої освіти. Типовими освітніми програмами визначено можливість упровадження в освітній процес міжгалузевих інтегрованих курсів «Робототехніка» та «STEM» у 5–9 класах, що відповідає сучасним освітнім запитам і потребам суспільства.

Робототехніка є одним із найбільш доступних і наочних способів ознайомлення учнів з основами програмування. Спостереження за роботою запрограмованого робота, аналіз його дій і результатів виконання завдань підвищують інтерес учнів до навчання та мотивують їх до глибшого опанування алгоритмічного мислення. Окрім цього, навчальні набори з робототехніки, які використовуються в STEM-лабораторіях, поєднують у собі елементи творчості, інженерії та сучасних технологій. Отримуючи відчутний результат власної діяльності у вигляді сконструйованого й запрограмованого робота, учні усвідомлюють значущість наполегливої праці та важливість командної взаємодії.

Практика впровадження елементів робототехніки в освітній процес окремих закладів освіти засвідчує їхню ефективність у різних галузях знань, зокрема в інформатиці, математиці, фізиці та технологіях. Навчання робототехніки не лише стимулює розвиток творчих здібностей учнів, а й формує інноваційне мислення та сприяє підготовці молоді до життя й професійної діяльності в умовах цифрового суспільства. У цьому контексті робототехніку можна розглядати як один із важливих напрямів освіти майбутнього.

Разом із тим, на сучасному етапі найбільш поширеною формою опанування основ робототехніки залишається позашкільна освіта, а також участь учнів у різноманітних конкурсах і змаганнях з робототехніки.

У результаті аналізу навчальних програм позашкільної освіти, спрямованих на опанування основ робототехніки та комп'ютерного моделювання, було визначено ключові тематичні модулі курсу «Вступ до робототехніки», які доцільно використовувати під час його вивчення.

До вступного модуля належать такі теми:

- базові поняття робототехніки;
- історичні етапи розвитку робототехніки;
- класифікація роботів;
- основні сфери застосування роботів;
- види та особливості роботизованих систем.

Окремий розділ присвячено основам техніки безпеки, що включає:

- засади електробезпеки;
- основні положення статики;
- елементи кінематики.

Модуль «Архітектура роботів» охоплює такі питання:

- складові елементи робота та принципи їхньої взаємодії;
- базові поняття схемотехніки;
- контролери та їх різновиди;
- сенсори і їх типи;
- приводи та особливості їх застосування;
- способи пересування роботів.

У межах модуля «Програмування роботів» передбачено:

- програмування роботів із використанням середовищ Scratch і Blockly;
- програмування на основі мови C++;
- ознайомлення з іншими мовами програмування, що застосовуються в робототехніці.

Значне місце в курсі займає розділ «Підготовка до змагань роботів», який включає:

- організацію проєктної діяльності;
- моделювання та програмування роботів для участі в змаганнях;
- міждисциплінарні зв'язки робототехніки з іншими галузями знань.

Важливою умовою ефективного планування занять з робототехніки є врахування вікових особливостей учнів. Науковий зміст курсу, що ґрунтується на основах кібернетики, механіки, електротехніки та автоматичного керування, має бути адаптований до кожної вікової категорії та поєднувати навчальні ігри, доступний теоретичний матеріал, розвивальні відео, а також роздаткові й дидактичні матеріали для виконання практичних завдань. Адже чим молодші

здобувачі освіти, тим складніше підібрати відповідний навчальний контент і підтримати їхню зацікавленість. Водночас саме раннє ознайомлення з основами робототехніки, зокрема ще в дошкільному віці, створює передумови для формування майбутніх висококваліфікованих інженерних кадрів.

Навчальну програму з опанування елементів робототехніки доцільно вибудовувати за концентрично-лінійним принципом, який покладено в основу більшості сучасних освітніх програм. Відповідно до такого підходу кожен навчальний блок має охоплювати складники програмування, конструювання та проєктної діяльності.

Процес навчання програмування слід розпочинати з базових умінь, зокрема з керування виконавцем у візуальному середовищі програмування (Scratch). Надалі варто переходити до програмування колісних роботів, а завершальним етапом має стати опанування систем керування роботами з використанням механічних і пневматичних компонентів.

На наступному етапі навчання доцільно зосередити увагу на проєктуванні робототехнічних комплексів, дотримуючись принципу поступового ускладнення. Роботу слід починати з простих конструкторів, здатних виконувати елементарні команди (рух уперед, назад, поворот), поступово доповнюючи їх периферійними датчиками, і лише після цього переходити до інтеграції різних систем — електротехнічних, механічних, пневматичних та інших.

Водночас розвиток робототехнічної освіти потребує не лише забезпечення закладів освіти робототехнічними платформами й конструкторами, а й створення спеціально обладнаних навчальних просторів для проведення занять. Під час проєктування та виготовлення авторських моделей роботів часто виникає необхідність у спеціалізованих приміщеннях і зонах, таких як місця для паяння, столярні й слюсарні майстерні, спеціальні треки, басейни або навчальні аеродроми. Створення та оснащення таких освітніх середовищ можливе лише за умови ефективної взаємодії між організаторами навчального процесу, органами місцевого самоврядування, виробниками обладнання та іншими учасниками освітньої екосистеми.

Отже, визначимо основні завдання впровадження шкільної робототехніки в освітній процес:

Навчальні завдання:

- ознайомити учнів із сучасними розробками та технологіями робототехніки в освітній сфері;
- навчити базовим технологіям, які застосовуються при створенні роботів;
- навчити конструюванню роботів на основі обраної робототехнічної платформи;
- ознайомити з основами програмування мікроконтролерів.

Виховні завдання:

- стимулювати інтерес до творчості, винахідливості та створення власних роботизованих систем (прототипів);
- виховувати прагнення доводити розпочату справу до логічного завершення;
- формувати навички інженерного мислення, командної роботи та лідерські якості.

Розвивальні завдання:

- розвивати творчі здібності та логічне мислення учнів;
- сприяти розвитку уявного та технічного мислення, а також умінню чітко формулювати власні ідеї;
- навчити працювати за алгоритмом для створення роботів (прототипів);
- розвивати навички застосування міждисциплінарних зв'язків і абстрагування.

Таким чином, аналіз існуючих навчальних програм і методичних розробок показує, що наразі не існує єдиної методики викладання основ робототехніки. Водночас існують численні успішні практики навчання як під час уроків, так і в позашкільній діяльності, додаткових освітніх курсах та під час підготовки учнів до конкурсів і змагань.

Важливою складовою навчально-методичного забезпечення є дидактичні матеріали, які дозволяють нівелювати брак фізичного обладнання та забезпечити учнів актуальними знаннями в умовах змішаного навчання. Нами було проаналізовано ключові ресурси, які доцільно використовувати в шкільному курсі інформатики.

1. Цифрові навчальні платформи та онлайн-курси

Сьогодні вчитель інформатики має доступ до широкого спектра вітчизняних та міжнародних освітніх ресурсів:

Всеукраїнська школа онлайн (ВШО): містить відеоуроки та завдання з інформатики, де розглядаються базові алгоритми, що є фундаментом для роботи з роботами.

Дистанційні курси від «LEGO Education»: пропонують структуровані плани уроків, методичні рекомендації та інструкції зі збирання моделей для платформ WeDo 2.0 та Spike Prime.

Платформи «Prometheus» та «Coursera»: пропонують курси з основ програмування Arduino та Python, які можуть бути використані як додатковий матеріал для учнів старших класів.

2. Віртуальні симулятори та середовища моделювання

Одним із найефективніших засобів навчання за відсутності фізичних конструкторів є використання віртуальних лабораторій:

Tinkercad Circuits: безкоштовний онлайн-сервіс від Autodesk, що дозволяє моделювати електричні схеми на базі Arduino, підключати сенсори та писати код (як блоками, так і текстом), спостерігаючи за роботою віртуального пристрою.

Open Roberta Lab: хмарна платформа, яка дозволяє програмувати віртуальних роботів (LEGO, mBot, Micro:bit) у 2D-середовищі. Це ідеальний інструмент для відпрацювання алгоритмів руху по лінії чи об'їзду перешкод.

VEXcode VR: середовище для вивчення програмування роботів VEX у тривимірному просторі, що допомагає учням зрозуміти геометрію руху та просторове мислення.

3. Навчально-методична література та методичні посібники

Аналіз сучасного книжкового ринку та репозитаріїв навчальних програм дозволяє виділити такі типи друкованих та електронних видань:

Авторські посібники з робототехніки: (наприклад, розробки І. Сокола, Н. Морзе, О. Пасічник), які містять готові кейси для уроків.

Технічна документація та «Wiki-ресурси»: спеціалізовані портали (наприклад, Arduino.cc або Lego Engineering), що надають доступ до оновлюваних бібліотек коду та прикладів інженерних рішень.

Інструкційні картки та робочі зошити: які допомагають учням документувати процес створення робота (ведення «інженерного щоденника»), що є вимогою STEM-підходу.

4. Програмне забезпечення для управління роботами

Для практичної реалізації проєктів використовуються середовища, що відповідають віковим особливостям учнів:

LEGO Education Spike / EV3 Software: графічні середовища на базі Scratch.

Arduino IDE: для текстового програмування мовою C++.

TRIK Studio: унікальне середовище, що підтримує як візуальне, так і текстове програмування для різних типів роботів.

Використання комбінації друкованих посібників та інтерактивних онлайн-симуляторів дозволяє зробити вивчення робототехніки доступним для кожної школи, незалежно від рівня її фінансового забезпечення. Віртуальне моделювання стає «безпечним полігоном» для перевірки ідей перед їх реалізацією в залізі.

2.2. Методи навчання освітньої робототехніки

Ефективність вивчення робототехніки в межах шкільного курсу інформатики безпосередньо залежить від релевантного вибору методів навчання. Оскільки робототехніка часто сприймається учнями як ігрова діяльність, завдання педагога полягає у трансформації гри в науковий пошук, спрямований на формування дослідницьких навичок, інженерного мислення та ключових інформатичних компетентностей: алгоритмічного, логічного й системного мислення.

На основі аналізу педагогічного досвіду систематизовано ключові методи навчання робототехніки:

1. Ігровий метод та основи Lego-конструювання

На початкових етапах (особливо у молодшій школі) ігровий метод є домінантним. Він забезпечує динамічність освітнього процесу та знижує втомлюваність учнів.

Дидактична роль: через «метод проб і помилок» у грі учень інтуїтивно опановує закони фізики та логіку алгоритмів.

Результат: розвиток дрібної моторики, просторової уяви та вміння працювати за покроковими інструкціями.

Ігровий метод доцільний переважно у 5–6 класах, де він виконує мотиваційну та адаптаційну функції, поступово трансформуючись у навчально-пізнавальну діяльність.

Застосування ігрових методів у навчальному процесі сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів, а конструювання й програмування на основі LEGO створюють умови для прояву самостійності під час виконання навчальних завдань. У процесі роботи учні вчаться логічно вибудовувати алгоритми та послідовність дій, що дозволяє отримати наочний і відчутний результат уже в межах одного заняття.

Подання нового навчального матеріалу набуває динамічного характеру завдяки поєднанню та чергуванню різних видів діяльності. Це дає змогу учням сприймати інформацію в інтегрованому вигляді та зменшує рівень втоми. Робототехніка на базі LEGO вирізняється захопливим сюжетним наповненням і надає можливість учням аналізувати та оптимізувати власні дії, шукати найбільш ефективні шляхи реалізації проєктів. Багаторазове виконання різних завдань із використанням подібних механізмів сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу та формуванню дослідницьких умінь.

LEGO-конструювання надає молодшим школярам змогу ознайомитися з принципами роботи базових механізмів і пристроїв, розвивати конструкторські здібності та реалізовувати творчі ідеї. Учні мають можливість одночасно

опановувати теоретичні положення й одразу спостерігати практичні результати власної діяльності. За таких умов теоретичний матеріал стає інтерактивним і доступним, а практична робота — зрозумілою та цікавою. Важливою перевагою є те, що засвоєння знань і формування навичок відбувається в ігровій формі, швидко та майже непомітно для учнів.

За умови системного використання LEGO-конструювання в освітньому процесі в учнів формуються первинні інтуїтивні уявлення з математики та фізики. Ігрове навчання сприяє розвитку інженерного мислення: від дій методом спроб і помилок учні поступово переходять до усвідомленого планування та прогнозування результатів своєї діяльності, зростає їхня зацікавленість і допитливість. Сучасні інтерактивні технології підсилюють цей процес, оскільки створені конструкції можна оснащувати датчиками та моторами, які забезпечують їх рух і функціонування. Для керування такими пристроями учні розробляють прості програми, попередньо аналізуючи алгоритм дій і логіку роботи системи.

2. Проектний метод (Project-based Learning)

Цей метод є провідним у робототехніці, оскільки дозволяє реалізувати повний цикл інженерної розробки: від ідеї до діючого прототипу.

Етапи проектної діяльності в робототехніці:

- Декомпозиція задачі: поділ великого завдання (наприклад, створення робота-пилосмока) на підзадачі (рух «змійкою», детекція перешкод).
- Конструювання та моделювання: вибір типу шасі (колісне чи гусеничне) та розрахунок технічних характеристик.
- Алгоритмізація та програмування: реалізація логіки керування в середовищі (Scratch, EV3-G, Arduino IDE).
- Ітераційне тестування та налагодження: усунення дефектів конструкції чи помилок у коді (багів).

Проектна діяльність може реалізовуватися як у груповій, так і в індивідуальній формі роботи, що сприяє розвитку навичок командної взаємодії та самостійності учнів.

Під час проведення занять з елементами робототехніки результатом проєктної діяльності зазвичай є розроблення власної роботизованої системи (прототипу) або механізованого пристрою, здатного ефективно виконувати поставлене завдання.

Якість отриманого кінцевого продукту значною мірою визначається коректністю формулювання проблеми. Чим чіткіше окреслено завдання та визначено мету проєктної діяльності, тим більш результативним і функціональним буде підсумковий продукт. Перед постановкою проблеми для учнів учитель має врахувати практичну, теоретичну й пізнавальну значущість проєкту, вікові та індивідуальні особливості здобувачів освіти, рівень їх навчальної мотивації та можливі способи її підвищення, а також складність і тривалість виконання запропонованого завдання.

У процесі проєктування робота ключовим є усвідомлення його призначення та функціональних можливостей. На початковому етапі роботи учні повинні мати хоча б загальне уявлення про тип майбутнього робота та коло завдань, які він має виконувати. У ході реалізації проєкту здобувачі освіти, за потреби, можуть працювати в групах, самостійно здійснювати конструювання механізму, розробляти програмне забезпечення, неодноразово тестувати роботу пристрою, виявляти й усувати недоліки, удосконалювати модель, а також презентувати та обговорювати отримані результати з однокласниками й учителем.

Як приклад проєктного завдання можна розглянути створення робота-пилососа, призначеного для пересування приміщенням і збирання сухого сміття у спеціальний контейнер. З метою спрощення реалізації проєкту рух такого робота може бути організований за змійкоподібною траєкторією в межах прямокутної кімнати без перешкод.

Для реалізації такого проєктного завдання учням необхідно визначити тип майбутнього робота (гусенична платформа з двома сервоприводами, колісна платформа з двома сервоприводами або колісна основа з всенаправленими

колесами та чотирма сервоприводами), підібрати відповідні датчики та здійснити розрахунок основних технічних параметрів пристрою.

Педагогу доцільно передбачити можливість поетапного ускладнення завдань, що виконуватиме робот, наприклад шляхом додавання функції обходу перешкод або зміни середовища функціонування (зокрема, перенесення проєкту з умов кімнати у середовище водойми). Такий підхід сприятиме поглибленню знань і професійному зростанню учнів.

Вагомою складовою проєктної діяльності є ведення технічної документації, що забезпечує систематизацію матеріалів, спрощує підготовку до участі в конкурсах, а також полегшує долучення нових учасників до проєктної команди.

Отже, використання методу проєктів у процесі вивчення основ робототехніки є доцільним, результативним і таким, що має значний освітній потенціал. Кожен учасник навчальної діяльності залишається активним суб'єктом роботи, обіймає в команді роль, що відповідає його здібностям і рівню підготовки, та виконує визначені завдання в межах спільної діяльності. Така організація навчання сприяє формуванню ключових компетентностей, розвитку навичок ефективної комунікації, уміння взаємодіяти, слухати партнерів і надавати взаємну підтримку.

3. Задачний та проблемно-пошуковий методи

Задачний метод передбачає навчання через вирішення практико-орієнтованих завдань. Особливістю є миттєвий зворотний зв'язок: учень відразу бачить, чи виконує робот заданий маневр (наприклад, поворот на 90°).

Більшість сучасних робототехнічних конструкторів дозволяють швидко завантажувати розроблений алгоритм у пам'ять робота та відразу його тестувати, що дає учням можливість наочно оцінити результат роботи програми. Під час конструювання учні спостерігають, як на функціонування робототехнічної системи впливають різні фізичні явища, такі як сила тертя, перешкоди, рівень освітленості чи звукоізоляція, що готує їх до реалізації проєктів у реальних умовах.

У результаті роботи учні створюють проєкт, який можна виміряти, проаналізувати та контролювати, що додатково мотивує їх до самостійного вирішення завдань та проведення досліджень.

Обсяг навчального матеріалу з робототехніки тісно пов'язаний з алгоритмізацією та програмуванням. Без засвоєння основних понять алгоритму, ключових керуючих структур (слідування, розгалуження, цикли, допоміжні алгоритми) та їх практичного застосування у програмуванні неможливо ефективно керувати робототехнічними конструкціями або виконувати завдання, такі як переміщення робота в просторі, об'їзд перешкод за допомогою датчиків чи рух за заданою траєкторією.

Дослідницькі завдання можна залучати вже на початковому етапі вивчення робототехніки. Під час складання робота за готовою схемою учні знайомляться з основними деталями, способами з'єднання, принципами стійкості та іншими конструктивними особливостями, після чого переходять до більш складних завдань. Наприклад, їм можна запропонувати створити робота, здатного витримати певне навантаження, або робота з конкретними швидкісними характеристиками.

Після того як учні освоїли базові рухи робота вперед і назад, наступним завданням може стати навчання його повертатися на 90°. Для цього вони аналізують принципи повороту двоколісних механізмів, способи програмування руху та пропонують власні варіанти реалізації. Далі можна ускладнити завдання, запропонувавши інтегрований проєкт — створення робота, здатного знайти вихід із лабіринту.

Розширюючи можливості, можна залучати декілька роботів одночасно, додавати самохідний візок із мікропроцесорним управлінням або інтегрувати віртуального виконавця у середовище програмування.

Щодо вивчення алгоритмізації, доцільно поєднувати практичну роботу з реальним роботом, зібраним із освітнього конструктора (наприклад, LEGO Mindstorms EV3), з освоєнням алгоритмічних концепцій. При цьому важливо, щоб учитель не пропонував готових рішень. Учні повинні навчитися

формулювати запитання, обговорювати можливі варіанти, висувати гіпотези, проводити експерименти, аналізувати результати та перевіряти власні припущення.

Роль учителя полягає у спрямуванні пошуку рішень, участі в обговореннях, експериментах та аналізі результатів, демонструючи, що готових відповідей не існує. Важливо формувати у дітей впевненість у прийнятті рішень, навички аналізу причин проблем та вміння робити висновки з помилок. Учні повинні усвідомити, що головним у вивченні робототехніки є не оцінка, а практичний результат, досягнутий у процесі діяльності.

Проблемно-пошуковий підхід: вчитель не дає готового алгоритму, а створює ситуацію виклику (мозковий штурм) - усунення дефектів конструкції чи помилок у програмному коді (так званих «багів»).. Наприклад: "Як зробити робота найшвидшим, не змінюючи потужності двигуна?".

Складність застосування проблемного методу під час вивчення елементів робототехніки полягає в необхідності підвищеної уваги до техніки безпеки та правильного організування робочих місць учнів, як і при використанні інших активних методів навчання.

Освітній процес повинен проходити відповідно до чітко визначених правил. На початку заняття вчитель або його асистент роздає учням робототехнічні конструктори з контролерами та додатковими компонентами, які збираються наприкінці уроку. Через наявність великої кількості дрібних деталей (датчики, резистори, конденсатори, транзистори тощо) необхідно забезпечити їх належне зберігання та обережне використання.

Після отримання наборів учні приступають до складання робота. Вчитель, створюючи проблемну ситуацію, стимулює активну пошуково-дослідницьку діяльність учнів. Робота над прототипом може відбуватися за допомогою технологічних карток із алгоритмом складання або експериментально під час виконання завдання. На спеціально обладнаних зонах проводиться перевірка правильності програмного коду, який учні завантажують із комп'ютера у

контролер. У процесі перевірки вони мають змогу модифікувати як програму, так і конструкцію робота, що дозволяє удосконалити прототип.

Для ефективної організації уроку рекомендується створити три робочі зони:

- робоче місце з комп'ютером;
- зона для складання робота (електричних схем та простих механізмів);
- місце для тестування автономної роботи робота.

Після завершення роботи учні аналізують результати, оцінюють ефективність застосованих механізмів та програмного коду, що забезпечили оптимальне виконання завдання. Найуспішніші моделі фотографуються для створення бази, яка може використовуватися іншими учнями у майбутньому. Наприкінці заняття конструктори розбираються, комплектуються та повертаються вчителю.

Для залучення талановитих учнів до участі в конкурсах та змаганнях часто застосовується метод портфоліо. Якісно оформлені роботи — описи діяльності, фотозвіти, презентації, статті, моделі роботів — дозволяють відстежувати прогрес учня та його досягнення протягом навчального періоду. У цьому випадку роль вчителя трансформується від наставника до помічника та співавтора.

Найбільш мотивовані учні можуть працювати за методом модульного навчання, який передбачає індивідуальну траєкторію вивчення робототехніки. Вчитель формулює мету та завдання, створює умови для пізнавальної діяльності, а учень освоює матеріал поступово, поетапно. Перевагою цього підходу є можливість адаптації завдань під конкретного учня, що стимулює розвиток самостійності та творчості. Через організаційні складнощі метод модульного навчання зазвичай застосовується під час індивідуальних занять.

4. Інноваційні методи: Кейс-метод та метод портфоліо.

Кейс-метод (Case-study): пошук оптимального способу досягнення вже відомого результату. Учні отримують опис готового робота та мають відтворити його алгоритм або вдосконалити його, аналізуючи технічну документацію.

Метод портфоліо: фіксація індивідуального прогресу учня через фотозвіти, схеми та коди програм. Це особливо актуально для підготовки до змагань (МАН, Robotica).

Для реалізації зазначених методів освітній процес має бути структурований за принципом трьох функціональних зон (див. Таблицю 2.2)

Таблиця 2.2

Організація освітнього процесу

Назва зони	Обладнання	Вид діяльності	Освітній результат
Зона проєктування	Комп'ютери, планшети	Написання коду, 3D-моделювання	Алгоритмічне мислення
Зона конструювання	Конструктори, інструменти	Складання механізмів, схемотехніка	Інженерні навички
Зона випробувань	Треки, лабіринти, поля	Тестування та налагодження роботів	Критичне мислення

Найбільш продуктивним є інтегроване поєднання методів. Роль вчителя трансформується від транслятора знань до фасилітатора та співавтора, який формує у школярів відсутність страху перед помилками, здатність до критичного аналізу результатів діяльності та готовність до розв'язування практичних задач у межах STEM-освіти.

2.3. Методичні особливості вивчення робототехніки з урахуванням вікових категорій учнів

Методика викладання робототехніки в шкільному курсі інформатики базується на принципах наступності та концентричного навчання. Кожен віковий етап характеризується специфічними завданнями, набором інструментів (платформ) та очікуваними результатами навчання.

Молодша школа (6–10 років): пропедевтичний етап

На цьому етапі робототехніка інтегрується в пізнавальну діяльність через ігрові прийоми. Головна мета — формування пізнавального інтересу та розвиток базових логічних операцій.

Дидактичні завдання: розвиток дрібної моторики, просторової уяви, знайомство з поняттям «алгоритм» та «виконавець».

Методичні особливості: використання принципу «Все одне одному підходить». Освоєння таких категорій, як вага, форма, пропорція відбувається інтуїтивно. Навчання будується на сюжетних іграх, де кожне заняття завершується створенням діючої моделі.

Інструментарій: LEGO Education WeDo 2.0, «Перші механізми».

Програмування: візуальне (блочне) середовище, де дитина складає послідовність дій для мотора чи датчика без написання тексту.

Середня школа (11–15 років): етап системного моделювання

У підлітковому віці відбувається перехід від гри до вирішення технологічних задач. Робототехніка стає інструментом для вивчення фізичних законів (важелі, передачі, тертя) та складних алгоритмічних структур.

Дидактичні завдання: формування аналітичного мислення, розвиток інженерно-конструкторських навичок, опанування складних циклів та розгалужень.

Методичні особливості: впровадження «методу проєктів» та «задачного підходу». Важливо надати учням можливість багаторазового тестування та налагодження програми (debugging). Теорія стає інтерактивною: абстрактна математика та фізика знаходять наочне підтвердження в роботі сервоприводів та сенсорів.

Інструментарій: LEGO Mindstorms EV3, Spike Prime, базові набори Arduino.

Програмування: перехід від візуальних блоків до об'єктно-орієнтованого мислення, знайомство з елементами Python.

Старша школа (16–17 років): інженерно-дослідницький етап

У старших класах акцент зміщується на професійну орієнтацію та реалізацію складних міжпредметних проєктів.

Дидактичні завдання: опанування високорівневого програмування, вивчення основ мікроелектроніки та схемотехніки, розвиток «soft skills» (презентація проєкту, командне лідерство).

Методичні особливості: використання методу «кейсу» та індивідуальних освітніх траєкторій. Учні працюють як повноцінні інженерні команди, ведуть технічну документацію та інженерні книги. Важливим принципом стає багатоваріантність рішень: вчитель не дає готових схем, спонукаючи до творчого пошуку.

Інструментарій: Arduino, Raspberry Pi, TETRIS.

Програмування: текстові мови високого рівня (C++, Python).

Таблиця 2.3

Порівняльна матриця формування компетенцій

Вікова категорія	Провідна діяльність	Базова платформа	Рівень програмування
Молодші школярі	Гра-конструювання	LEGO WeDo	Лінійні алгоритми (блоки)
Середня ланка	Проектне моделювання	Spike Prime / EV3	Цикли, умови (блоки/Python)
Старшокласники	Інженерне дослідження	Arduino / TETRIS	Текстовий код (C++, Python)

Основні методичні принципи:

1. Принцип практичної спрямованості: розв'язання життєвих задач (наприклад, модель «розумного будинку» чи «еко-бота»).
2. Принцип командної роботи: моделювання ситуації професійної корпорації, де кожен має свою роль (конструктор, програміст, дизайнер).
3. Принцип рефлексії та презентації: обов'язковий публічний захист результатів, реклама власного продукту («soft skills»).

4. Принцип «від простого до складного»: поступовий перехід від збирання за інструкцією до авторського проектування з нуля.

Таким чином, освітня робототехніка виступає ефективним середовищем для формування індивідуальної освітньої траєкторії учня. Системний методичний підхід, що враховує вікові та психологічні особливості школярів, дозволяє трансформувати природну пізнавальну активність у стійку мотивацію до інженерної та технічної діяльності.

2.4. Інтеграція робототехніки з основними темами курсу інформатики

У сучасних умовах цифровізації освіти робототехніка постає не лише як самостійний об'єкт вивчення, а як потужний міждисциплінарний інструмент, що поєднує основи механіки, електроніки, програмування та елементи штучного інтелекту. У шкільному курсі інформатики вона виконує функцію дидактичного «містка» між абстрактними теоретичними поняттями та їх практичною реалізацією, забезпечуючи перехід від формального засвоєння знань до діяльнісного навчання.

Алгоритмізація та виконавці

Традиційне вивчення алгоритмів у шкільному курсі інформатики розпочинається з віртуальних виконавців, дії яких обмежені умовним середовищем. Інтеграція робототехніки дозволяє перейти до використання фізичного виконавця, що функціонує в реальному просторі та підпорядковується законам механіки і фізики.

Робототехнічні системи наочно демонструють причинно-наслідкові зв'язки між командою та результатом її виконання. Поняття лінійного алгоритму, циклу чи розгалуження набувають конкретного змісту під час виконання завдань на рух за траєкторією, об'їзд перешкод або реагування на зовнішні сигнали. Безпосередня фізична реакція робота на помилки в алгоритмі сприяє формуванню навичок налагодження програм (debugging), аналізу власних дій та корекції помилок, що є важливою складовою алгоритмічного мислення.

Програмування та обчислювальне мислення

Робототехніка створює сприятливі умови для поступового переходу від візуального програмування до текстових мов високого рівня. Початкове використання середовищ Scratch або Blockly дозволяє зосередити увагу учнів на логіці алгоритму, не перевантажуючи їх синтаксичними особливостями мов програмування. Подальше ускладнення завдань передбачає роботу з мовами Python або C++, що сприяє розвитку обчислювального мислення.

Застосування сенсорів (ультразвукових, інфрачервоних, гіроскопічних) вимагає розуміння змінних, типів даних, умовних операторів та функцій. Робот і його складові компоненти (двигуни, датчики, контролери) сприймаються учнями як об'єкти з певними властивостями та методами, що формує основу для засвоєння принципів об'єктно-орієнтованого програмування та підготовки до професійної діяльності в ІТ-сфері.

Моделювання та проєктування

Робототехнічні системи виступають ефективними інформаційними моделями реальних об'єктів і процесів. У процесі навчання учні проходять усі етапи моделювання — від формулювання задачі до аналізу відповідності створеного прототипу поставленій меті. Спочатку визначаються функціональні вимоги (наприклад, створення робота-кур'єра або автономного еко-бота), далі здійснюється проєктування механічної та електронної складових, після чого розробляється система керування, що ґрунтується на принципах зворотного зв'язку між сенсорами, контролером та виконавчими механізмами.

Завершальним етапом є тестування та аналіз отриманих результатів, під час якого учні оцінюють адекватність моделі реальним умовам функціонування. Такий підхід сприяє формуванню системного мислення та розуміння складних кіберфізичних систем.

Інформаційні технології та цифрова компетентність

Інтеграція робототехніки розширює уявлення учнів про інформаційні технології як інструмент збору, обробки та передачі даних з навколишнього середовища. У процесі роботи школярі навчаються зчитувати аналогові й

цифрові сигнали, аналізувати сенсорні дані та використовувати бездротові технології (Bluetooth, Wi-Fi) для дистанційного керування роботами.

Важливою складовою освітнього процесу є розвиток так званих «soft skills»: ведення інженерних щоденників, підготовка технічної документації, створення презентацій та публічний захист проєктів. Це сприяє формуванню комунікативної компетентності та навичок командної роботи.

Застосування робототехнічних комплексів у навчальному процесі має значний психолого-педагогічний потенціал. Воно сприяє формуванню регулятивних універсальних навчальних дій, зокрема цілепокладання, планування, прогнозування результатів діяльності та саморегуляції. Процес конструювання і програмування вимагає від учнів вольових зусиль, терпіння та готовності до подолання труднощів. Помилки в такому контексті розглядаються не як негативний результат, а як природний етап пізнання, що стимулює пошукову активність та критичне мислення.

Таблиця 2.4

Інтеграція робототехніки в курс інформатики

Напрямок інтеграції	Ключова компетентність	Практичний результат
Алгоритмізація	Логічне мислення	Створення коректних алгоритмів керування
Програмування	Технологічна грамотність	Робота з кодом мовами Python / C++
Моделювання	Системне мислення	Розробка та тестування працюючих прототипів
Комунікація	Соціальна компетентність	Ефективна командна проєктна діяльність

Отже, інтеграція робототехніки в курс інформатики формує розвивальне освітнє середовище, у якому учень переходить від ролі пасивного споживача інформації до активного творця кіберфізичних систем. Такий підхід не лише сприяє популяризації інженерних і технологічних професій, а й забезпечує

формування універсальних навчальних дій, необхідних для успішної соціалізації в умовах цифрового суспільства.

З огляду на варіативність навчальних програм, матеріально-технічного забезпечення закладів загальної середньої освіти та можливі формати організації освітнього процесу (очний, дистанційний, змішаний), доцільним є подання узагальнених прикладів інтеграції елементів робототехніки з основними темами курсу інформатики. Особливої актуальності це набуває в умовах цифровізації освіти та вимушеного переходу до дистанційного навчання, коли використання віртуальних симуляторів і онлайн-платформ стає повноцінною альтернативою фізичним робототехнічним наборам.

У таблиці 2.5 наведено приклади відповідності між класом навчання, темами чинної програми з інформатики, можливими робототехнічними проєктами та інструментами їх реалізації як у традиційному очному форматі, так і в умовах дистанційного навчання. Представлені приклади можуть бути адаптовані вчителем залежно від вікових особливостей учнів, навчальних цілей уроку та наявних ресурсів закладу освіти.

Таблиця 2.5

Приклади інтеграції робототехніки з темами курсу інформатики (очно та дистанційно)

Клас	Тема з програми інформатики	Робототехнічний проєкт	Інструмент реалізації (очно)	Інструмент реалізації (дистанційно)
5–6	Алгоритми та виконавці. Лінійні алгоритми	Робот, що рухається за заданою траєкторією	LEGO WeDo 2.0, Scratch, навчальний полігон	Scratch Online, Scratch + симуляції руху
6	Послідовність команд, повторення	Робот-художник (малювання фігур)	LEGO WeDo / mBot, Scratch	Scratch Online, Code.org

Клас	Тема з програми інформатики	Робототехнічний проєкт	Інструмент реалізації (очно)	Інструмент реалізації (дистанційно)
7	Алгоритми з розгалуженням	Робот-охоронець з датчиком відстані	LEGO Spike / mBot, Spike App	Tinkercad Circuits, MakeCode
7	Цикли та умови	Автономний робот для руху по лінії	mBot, датчики лінії	MakeCode, Open Roberta Lab
8	Моделювання та об'єкти	Модель «розумного перехрестя»	LEGO Spike, Scratch/Python	Tinkercad, Open Roberta Lab
8	Дані та їх обробка	Збір і аналіз даних з датчиків	Arduino, датчики, Excel	Tinkercad + Google Sheets
9	Основи схемотехніки	Автоматичний світлофор	Arduino Uno, макетна плата	Tinkercad Circuits
9	Програмування мовою C++	Система сигналізації з датчиком руху	Arduino, IDE Arduino	Tinkercad, Wokwi
10	Алгоритми керування	Робот-кур'єр (рух з перешкодами)	Arduino / ESP32, датчики	Wokwi, Proteus (демо)
10–11	Мережеві технології	Проєкт «Розумний дім»	ESP32, Wi-Fi модулі	Tinkercad, IoT-платформи (Blynk, ThingSpeak)

Запропоновані приклади інтеграції демонструють варіативність використання робототехніки залежно від віку учнів, рівня складності навчального матеріалу та формату організації освітнього процесу. Використання онлайн-симуляторів і віртуальних лабораторій забезпечує безперервність

навчання в умовах дистанційної або змішаної форми освіти, водночас зберігаючи практико-орієнтований характер курсу інформатики.

Висновки до розділу

У другому розділі було досліджено методичну систему навчання основ робототехніки в межах шкільного курсу інформатики, проаналізовано програмне забезпечення та визначено ключові підходи до організації навчального процесу. Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки:

1. Аналіз навчально-методичного забезпечення засвідчив, що в сучасній українській школі (НУШ) робототехніка інтегрується переважно через модельні навчальні програми з інформатики (авторства Н. Морзе, О. Барни, І. Завадського та ін.) або через міжгалузеві інтегровані курси («STEM», «Робототехніка. 5–9 класи»). Встановлено, що навчання будується за концентрично-лінійним принципом, де складність завдань зростає відповідно до вікових особливостей учнів.
2. Визначено, що ефективність вивчення робототехніки базується на поєднанні традиційних та інноваційних методів навчання. Провідне місце посідають проєктний та проблемно-пошуковий методи, які дозволяють реалізувати концепцію «навчання через дію». Використання задачного підходу забезпечує миттєвий зворотний зв'язок, що є критично важливим для формування навичок самоконтролю та корекції результатів.
3. Обґрунтовано методичні особливості навчання для різних вікових категорій:
 - у молодшій школі акцент робиться на пропедевтиці інженерії через ігрові форми та розвиток моторики;
 - у середній ланці — на системному моделюванні складних алгоритмічних структур;

- у старшій школі — на поглибленому вивченні мікроелектроніки та текстового програмування (Python, C++).

4. Доведено, що інтеграція робототехніки з основними темами курсу інформатики (алгоритмізація, програмування, моделювання) сприяє візуалізації навчального матеріалу. Робот у цьому контексті виступає фізичним виконавцем, що дозволяє учням перейти від теоретичного розуміння коду до практичного керування об'єктами в реальному середовищі. Це суттєво підвищує мотивацію до вивчення складних розділів інформатики.
5. Встановлено, що робототехніка сприяє формуванню цілісного комплексу компетентностей: не лише предметних (технічних), а й загальнонавчальних (soft skills), таких як командна взаємодія, критичне мислення, лідерство та здатність до саморегуляції в ситуаціях неспіху.
6. Констатовано, що головною перешкодою для масового впровадження запропонованих методик залишається нерівномірне матеріально-технічне оснащення закладів освіти та потреба у спеціально обладнаних робочих зонах (місцях для конструювання, програмування та тестування). Використання віртуальних симуляторів та онлайн-ресурсів визначено як перспективний шлях подолання цих бар'єрів.

РОЗДІЛ 3.

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

3.1. Огляд робототехнічних платформ та варіативних онлайн-курсів для школи

Ефективність упровадження робототехніки в освітній процес визначається не лише наявністю матеріально-технічної бази, а й рівнем методичного забезпечення, підготовленістю педагогів та доступністю структурованих освітніх ресурсів. На сучасному етапі розвитку цифрової освіти дедалі більшого значення набувають онлайн-курси та гібридні освітні платформи, які пропонують комплексні рішення для інтеграції робототехніки в шкільний курс інформатики, STEM-освіти та позакласної діяльності.

В Україні сформувалася розгалужена екосистема освітніх ініціатив, що поєднують апаратні робототехнічні платформи з дистанційними навчальними програмами, відеокурсами, віртуальними лабораторіями та методичними матеріалами для вчителів. Такий підхід дозволяє реалізувати принципи індивідуалізації навчання, наступності та варіативності освітніх траєкторій.

1. Платформи початкового рівня: формування технологічного мислення (LEGO WeDo 2.0, LEGO Boost)

Для учнів молодшого шкільного віку (6–9 років) пріоритетними є робототехнічні рішення, орієнтовані на розвиток наочно-образного мислення, базових інженерних уявлень та елементарних алгоритмічних структур. Платформи LEGO WeDo 2.0 та LEGO Boost у поєднанні з онлайн-курсами освітніх центрів (зокрема центру розвитку «Діалог») забезпечують поступове входження дітей у світ цифрових технологій через ігрову та проєктну діяльність.

Методична особливість таких курсів полягає у використанні коротких модульних занять, які завершуються створенням простого функціонального пристрою (модель тварини, транспортного засобу, автоматизованого механізму). Це дозволяє реалізувати педагогічний принцип «швидкого успіху», що

позитивно впливає на мотивацію молодших школярів та формує впевненість у власних пізнавальних можливостях.

Крім того, робота з LEGO WeDo сприяє розвитку:

- елементарного алгоритмічного мислення;
- навичок командної взаємодії;
- здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між дією та результатом.

2. Середня ланка: інтеграція візуального та текстового програмування (SPIKE Prime, Python)

На етапі навчання в 5–7 класах ключовим завданням є поступовий перехід від візуальних середовищ програмування до текстових мов високого рівня. Робототехнічна платформа LEGO SPIKE Prime у поєднанні з мовою MicroPython створює оптимальні умови для реалізації цього переходу.

Зокрема, курси, що реалізуються STEM-школою Inventor, поєднують блокове програмування з поступовим введенням синтаксису Python, що дозволяє учням:

- опановувати базові конструкції мови (змінні, умовні оператори, цикли);
- працювати з даними, що надходять від сенсорів (гіроскопів, датчиків кольору, відстані);
- декомпонувати складні інженерні задачі на послідовність алгоритмічних кроків.

З методичної точки зору важливим є те, що робот у цьому випадку виступає не лише об'єктом керування, а й інструментом експериментального навчання, що дозволяє перевіряти коректність алгоритмів у реальному фізичному середовищі.

3. Старша школа: інженерне проєктування та мікроконтролерні системи (Arduino)

Для учнів старшої школи (8–11 класи), особливо в умовах профільного навчання, найбільш доцільним є використання відкритих апаратно-програмних

платформ, зокрема Arduino. Онлайн-курси, запропоновані «Академією професій майбутнього» та проєктом Robo.House, орієнтовані на формування системного інженерного мислення та підготовку до майбутньої професійної діяльності у сфері ІТ та автоматизації.

Навчальні програми охоплюють:

- основи електроніки та схемотехніки;
- програмування мікроконтролерів мовою C++;
- використання симуляторів (Tinkercad) для моделювання електронних схем;
- інтеграцію бездротових модулів (Bluetooth, Wi-Fi);
- роботу з навігаційними та сенсорними системами (GPS, інфрачервоні датчики).

Окрему методичну цінність має залучення учнів до 3D-моделювання та друку корпусних елементів, що забезпечує міжпредметну інтеграцію інформатики, фізики та технологій.

Таблиця 3.1

Порівняльний огляд освітніх ресурсів для вивчення робототехніки

Організація / Платформа	Вік	Основний інструментарій	Ключова компетенція
STEM-школа Inventor	10–12 р.	SPIKE Prime, Python	Програмування на Python, інженерія
Youth Flow Academy	6–16 р.	Мікроконтролери, сенсори	Електроніка, 3D-моделювання
Академія Професій Майбутнього	12+ р.	Arduino, C++, 3D-друк	Професійна схемотехніка, IoT
Robo.House	5–18 р.	Scratch, Python, Arduino	Онлайн-екосистема, ІІІ

Використання варіативних онлайн-курсів та освітніх платформ у навчанні робототехніки надає вчителю інформатики низку дидактичних переваг, зокрема:

- доступ до готових методичних сценаріїв занять і проєктів;
- можливість організації дистанційного та змішаного навчання з використанням VoIP-технологій;
- забезпечення індивідуального темпу навчання учнів;

- реалізацію елементів профорієнтації у сфері високих технологій, інженерії та ІТ.

Таким чином, поєднання робототехнічних платформ з онлайн-освітніми курсами створює умови для формування в учнів цілісної цифрової компетентності, що охоплює програмування, інженерне мислення, роботу з даними та проєктну діяльність, і відповідає сучасним вимогам до підготовки випускника закладу загальної середньої освіти.

3.2. Модель поетапного впровадження робототехніки в курс інформатики на основі навчальних проєктів

Упровадження робототехніки в курс інформатики доцільно розглядати не як епізодичне використання технічних конструкторів, а як системний дидактичний процес, побудований на принципах наступності, міжпредметної інтеграції та проєктного навчання. Ефективною є модель, що передбачає поетапне ускладнення навчальних завдань та поступовий перехід від наочно-ігрової діяльності до інженерного проєктування й алгоритмічного аналізу.

Етап 1. Ознайомлювально-ігрові проєкти (початкова школа)

На початковому етапі робототехніка інтегрується в курс інформатики через короткотривалі мініпроєкти, спрямовані на формування базових уявлень про алгоритм, послідовність дій і причинно-наслідкові зв'язки. Типовими прикладами таких проєктів є:

- «Розумна тварина» (реакція на звук або рух);
- «Автоматичний вентилятор» (реакція на зміну температури);
- «Рухомий транспортний засіб».

У цих проєктах учні працюють із візуальними середовищами програмування (Scratch, LEGO WeDo), не заглиблюючись у синтаксичні особливості коду. Основна педагогічна мета полягає у розвитку логічного мислення, просторової уяви та навичок командної взаємодії.

Етап 2. Навчальні проєкти з елементами алгоритмізації (середня школа)

На рівні 5–7 класів робототехніка стає інструментом поглибленого вивчення алгоритмічних структур, зокрема циклів, умовних операторів і подій.

Навчальні проєкти ускладнюються за рахунок використання декількох сенсорів та необхідності аналізу даних.

Прикладами типових проєктів є:

- «Робот-лінійний слідкувач»;
- «Автоматизований шлагбаум»;
- «Сортувальник об'єктів за кольором».

У межах таких завдань учні вчаться декомпонувати загальну проблему на підзадачі, тестувати альтернативні алгоритми та оптимізувати керування рухом робота. Поєднання візуального програмування з елементами Python сприяє формуванню стійкого алгоритмічного мислення та підготовці до вивчення текстових мов програмування.

Етап 3. Інженерно-дослідницькі проєкти (старша школа)

Для учнів старшої школи характерним є перехід до довготривалих міждисциплінарних проєктів, що максимально наближені до реальних інженерних задач. Робототехніка на цьому етапі інтегрується з темами програмування, інформаційних технологій, фізики та математики.

Типові приклади навчальних проєктів:

- «Розумна система освітлення»;
- «Автоматизований полив із дистанційним керуванням»;
- «Мобільний робот для збору екологічних даних».

Проєкти на базі Arduino або Raspberry Pi передбачають повний цикл інженерної діяльності: постановку задачі, розробку апаратної схеми, програмування, тестування та презентацію результатів. Особлива увага приділяється роботі з датчиками, обробці сигналів і використанню бездротових технологій.

Освітній ефект проєктної моделі

Застосування проєктно-орієнтованої моделі впровадження робототехніки забезпечує:

- глибоке засвоєння понять алгоритмізації та програмування;
- формування навичок системного та критичного мислення;

- розвиток дослідницьких умінь і технічної творчості;
- підготовку учнів до усвідомленого вибору інженерних і IT-спеціальностей.

Таким чином, навчальні проєкти з робототехніки виступають не лише дидактичним інструментом, а й структуроутворюючим елементом курсу інформатики, що забезпечує його практичну спрямованість і відповідність вимогам сучасної цифрової освіти.

3.3. Методичні рекомендації щодо впровадження елементів робототехніки в шкільний курс інформатики

У ході дослідження було узагальнено методичні напрацювання, практичні рекомендації та навчальні матеріали з робототехніки, спрямовані на підвищення ефективності організації освітнього процесу. Робототехнічні навчальні комплекти можуть бути використані як інструмент для вивчення фізики, інженерних і технічних дисциплін, інформатики та математики, а також як засіб розвитку творчого мислення й реалізації проєктної діяльності як під час уроків, так і в позаурочний час. Крім того, такі комплекти орієнтовані на залучення учнів до практичної діяльності в системі додаткової освіти, формуючи навички критичного мислення, розв'язання проблем і продуктивної взаємодії в команді.

Досвід сучасних педагогів засвідчує, що використання елементів робототехніки в навчанні сприяє зростанню пізнавальної активності учнів, оскільки вони працюють над реальними практичними завданнями та створюють проєкти, що ґрунтуються на базових наукових і математичних закономірностях. Такий підхід дозволяє застосовувати теоретичні знання в практичній площині, краще розуміти принципи функціонування сучасних технологій та розвивати інженерне й творче мислення.

Особливу роль відіграє командна форма роботи, яка є невід'ємною складовою робототехнічних занять. У процесі спільної діяльності учні планують і програмують дії роботів, аналізують результати та шукають способи вдосконалення власних розробок. Це сприяє розвитку комунікативних умінь,

формуванню лідерських якостей і усвідомленню значущості колективної роботи, що є важливою компетентністю в умовах сучасного суспільства.

Ключовим завданням сучасної системи освіти є формування майбутніх фахівців, здатних успішно реалізувати себе в професійній діяльності. Заклади загальної середньої освіти мають закладати підґрунтя для розвитку практичних і професійних умінь учнів, готувати їх до реального життя, стимулювати саморозвиток, творчу самореалізацію та креативне мислення. Відповідно, школярі повинні опанувати базові компетентності, визначені концепцією «Нової української школи», зокрема мовну й математичну грамотність, розуміння природничих наук і технологій, уміння працювати з інформаційними та цифровими ресурсами, здатність до безперервного навчання, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурну та екологічну обізнаність, а також навички здорового способу життя.

Основна мета запропонованих рекомендацій полягає в забезпеченні умов для набуття учнями ґрунтовних теоретичних знань і формування ключових компетентностей особистості шляхом використання робототехніки як ефективного освітнього інструменту. Освітній процес у закладах загальної середньої освіти зазнав суттєвих позитивних змін у результаті впровадження реформи «Нова українська школа», яка з вересня 2022 року реалізується на рівні базової середньої освіти. Ці зміни орієнтовані на розвиток науково-дослідницьких та інженерних умінь, винахідницької й підприємницької діяльності, формування раннього професійного самовизначення та підвищення інтересу до технічних спеціальностей.

В умовах стрімкого технологічного прогресу спостерігається зростання потреби в кваліфікованих фахівцях у галузях програмування, інформаційних технологій, інженерії та високотехнологічного виробництва, що зумовлює актуальність упровадження робототехніки в освітній процес.

Ознайомлення з платформою Arduino

Опрацювання основ робототехніки передбачає наявність відповідної матеріально-технічної бази. Для ефективної організації освітнього процесу необхідно забезпечити навчальне середовище таким обладнанням:

- персональні комп'ютери (з розрахунку один комп'ютер на двох учнів);
- мультимедійний проєктор;
- інтерактивна дошка;
- мікроконтролерна плата Arduino;
- комплекти датчиків і допоміжних модулів для роботи з Arduino.

Arduino є багатофункціональним мікроконтролером, який широко застосовується для реалізації різноманітних навчальних і практичних проєктів — від простих електронних пристроїв (наприклад, годинників із будильником) до складних робототехнічних систем. Плата підтримує підключення широкого спектра периферійних компонентів, зокрема кнопок, мікрофонів, динаміків, датчиків температури, тиску та освітленості, світлодіодних елементів, електродвигунів, дисплеїв, сервоприводів, RFID- та NFC-зчитувачів, ультразвукових і лазерних далекомірів, а також модулів Bluetooth, Wi-Fi та Ethernet. Окрім цього, можливе використання зчитувачів SD-карт, GPS- та GSM-модулів, що значно розширює функціональні можливості платформи в навчальному процесі.

Платформа Arduino надає можливість наочно продемонструвати результат виконання програмного коду. Після завантаження програми на контролер учні можуть спостерігати безпосередній вплив коду на роботу реальних фізичних об'єктів, що значно полегшує розуміння принципів програмування та керування пристроями.

Хоча існує чимало універсальних мікроконтролерів, саме Arduino має низку суттєвих переваг:

- універсальність використання (підходить для реалізації навчальних проєктів як у початковій, так і в старшій школі, а також для дорослих користувачів);

- відсутність потреби у глибоких знаннях програмування на початковому етапі навчання;
- доступна вартість плати та основних комплектуючих;
- можливість придбання додаткових модулів і компонентів за помірними цінами;
- відкритість платформи (Arduino є повністю open-source проєктом);
- висока популярність і широка спільнота користувачів, що забезпечує наявність великої кількості бібліотек, схем і готових проєктних рішень.

Контролер Arduino Uno є ефективним засобом для навчання основ алгоритмізації та тестування програмних рішень. Завдяки відкритій архітектурі платформи можна легко поєднувати різноманітні електронні компоненти та створювати автоматизовані й роботизовані системи.

Під час проведення занять доцільно орієнтуватися на практико-орієнтований підхід, де розробка навчальних проєктів — як індивідуальних, так і групових — виступає ключовим елементом освітнього процесу.

Для початку роботи з контролером Arduino Uno необхідно завантажити та встановити актуальну версію середовища розробки Arduino IDE з офіційного ресурсу Arduino Software. Після інсталяції учні можуть ознайомитися з детальними інструкціями з налаштування програмного забезпечення для відповідної операційної системи, використовуючи довідкові матеріали Arduino Guide.

На початковому етапі роботи слід зібрати електричну схему відповідно до поставленого завдання, під'єднавши датчики, світлодіоди, резистори, з'єднувальні дроти та інші елементи. Важливо уважно проаналізувати схему, правильно підібрати компоненти та виявити можливі помилки ще на етапі моделювання. Після завершення складання необхідно підключити плату Arduino Uno до комп'ютера за допомогою USB-кабелю та перевірити правильність вибору плати (Arduino Uno) і порту підключення в меню «Інструменти» середовища Arduino IDE.

Наступним етапом є розробка програми (скетчу) в середовищі Arduino IDE. Після написання коду здійснюється його компіляція та передавання на мікроконтролер для подальшого виконання.

Після завершення практичних завдань учні мають проаналізувати результати своєї роботи та продемонструвати функціонування створеного проєкту, а також сформулювати відповідні висновки. За бажанням вони можуть удосконалити розроблений пристрій, наприклад, додавши додатковий світлодіод, запропонувати власні ідеї щодо модернізації проєкту або визначити можливі напрями його практичного застосування в повсякденному житті.

Програмування Arduino

Розробка програм для платформ Arduino здійснюється з використанням спрощеної версії мови програмування C++, яка містить набір вбудованих функцій для керування апаратною частиною контролера.

Найпростіша програма для Arduino складається з двох обов'язкових функцій:

```
void setup() { }  
void loop() { }
```

Функція `setup()` виконується один раз під час запуску або перезавантаження плати. Вона призначена для початкового налаштування: ініціалізації змінних, задання режимів роботи виводів, встановлення з'єднання з додатковими модулями та підключення необхідних бібліотек.

Функція `loop()` запускається після завершення `setup()` і працює в безперервному циклі. Усі інструкції, розміщені в цій функції, виконуються повторювано, забезпечуючи постійну обробку даних і реагування системи на зовнішні події.

До основних груп функцій Arduino належать:

- функції цифрового та аналогового введення/виведення;
- розширені функції введення/виведення;
- часові функції.

До цифрових функцій належать:

- `pinMode()` — встановлює режим роботи виводу (вхід або вихід);
- `digitalWrite()` — подає логічне значення HIGH або LOW на цифровий вихід; при значенні HIGH на виводі встановлюється напруга 5 В (або 3,3 В для плат з відповідним живленням), при значенні LOW — 0 В;
- `digitalRead()` — зчитує логічний стан (HIGH або LOW) з цифрового входу.

До аналогових функцій відносять:

- `analogWrite()` — формує на виході широтно-імпульсний сигнал із заданим рівнем;
- `analogRead()` — зчитує значення напруги з аналогового входу.

Розширені функції включають:

— `tone()` — створює на виході сигнал із заданою частотою та, за потреби, тривалістю;

— `noTone()` — зупиняє генерацію сигналу, запущену функцією `tone()`.

До часових функцій належать:

— `millis()` — повертає кількість мілісекунд, що минули з моменту запуску програми;

— `delay()` — призупиняє виконання програми на заданий проміжок часу в мілісекундах.

Додаткові матеріали та розширену інформацію щодо програмування Arduino можна знайти в навчальних ресурсах, зокрема на платформі «Програмування Arduino».

Емулятор роботи з Arduino

Tinkercad Circuits Arduino — це безкоштовний, інтуїтивно зрозумілий та водночас функціонально насичений онлайн-емулятор Arduino, який є доцільним для використання на початкових етапах навчання. Платформа надає можливість проєктувати та тестувати робототехнічні й електронні рішення без встановлення спеціального програмного забезпечення. Для роботи достатньо пройти реєстрацію та мати доступ до мережі Інтернет.

Онлайн-середовище Tinkercad Circuits Arduino дозволяє моделювати функціонування плат Arduino, створювати електронні схеми та перевіряти їхню працездатність у віртуальному режимі. Завдяки широкому набору інструментів платформа є особливо корисною під час вивчення основ робототехніки та електроніки, оскільки має такі переваги:

- веборієнтований формат роботи, що потребує лише браузера та стабільного інтернет-з'єднання;
- зручний візуальний редактор для проєктування електронних схем у графічному режимі;
- каталог популярних електронних компонентів, систематизованих за типами, які можна використовувати під час створення схем;
- симулятор електронних кіл, що дає змогу підключати віртуальні пристрої до джерела живлення та спостерігати за їх роботою;
- модулі імітації датчиків та вимірювальних інструментів, які дозволяють змінювати значення параметрів і аналізувати реакцію системи;
- вбудований редактор коду Arduino з підтримкою покрокового виконання програм і моніторингу портів;
- інтеграція з іншими сервісами Tinkercad, що відкриває можливості для створення корпусів та деталей з подальшим 3D-друком;
- наявність навчальних матеріалів і великої бібліотеки готових проєктів для навчання та самостійного опрацювання.

Для початку роботи з платформою необхідно зареєструватися на офіційному сайті Tinkercad. Після входу в систему користувач отримує доступ до середовища створення нового проєкту, а також може скористатися ознайомчим навчальним туром, що допомагає швидко освоїти основні можливості сервісу.

Крім того, існує значна кількість мобільних застосунків для роботи з платами Arduino на Android-пристроях, зокрема смартфонах і планшетах. Серед найбільш поширених можна виокремити такі програми:

- Arduino Bluetooth Controller;

- Bluetooth Controller 8 Lamp;
- BT Voice Control for Arduino;
- RemoteXY: Arduino Control;
- Virtuino;
- Blynk;
- IoT WiFi Controller.

Використання робототехнічних систем на основі платформ Arduino наближає навчальний процес до реальних умов роботобудування, оскільки програмування таких пристроїв здійснюється мовою C/C++. Це, у свою чергу, вимагає від учителя володіння базовими принципами об'єктно-орієнтованого програмування, що є необхідною умовою для розроблення якісних і змістовних навчальних проєктів.

Таким чином, опанування робототехніки в межах шкільного курсу інформатики ґрунтується на поєднанні програмування, моделювання та конструювання. Для ефективної інтеграції цих складових доцільно застосовувати проєктну діяльність, оскільки її ключовою особливістю є розв'язання конкретних практичних завдань із використанням сучасних інформаційних технологій.

Доцільно виокремити основні етапи організації освітнього процесу з використанням проєктної діяльності під час вивчення робототехніки:

- визначення цілей проєкту, що передбачає формування ідеї, мотивації та технічного завдання, чітке усвідомлення очікуваного результату й обґрунтування значущості проєкту;
- планування проєктної діяльності, тобто розроблення алгоритму дій: окреслення конкретних етапів роботи, встановлення їх послідовності, моделювання процесу реалізації та добір необхідного обладнання, матеріалів і інструментів;
- практична реалізація проєкту, яка включає конструювання та збирання пристрою, створення електричних схем, послідовне виконання запланованих дій,

написання програмного коду та його тестування, а також осмислення проміжних і кінцевих результатів;

— аналіз результатів проєктної діяльності, що передбачає узагальнення отриманих даних, перевірку працездатності створеного прототипу та фіксацію результатів для подальшого вдосконалення;

— закріплення результатів, яке полягає в усвідомленні досягнутих цілей, основних етапів і результатів виконаної роботи, документуванні використаного обладнання та матеріалів, а також формуванні й розвитку практичних навичок.

Проєктне навчання може реалізовуватися в різних формах: як індивідуальні проєкти, робота в малих групах або колективні проєкти для всього класу. Водночас його визначальною рисою є розв'язання конкретних практичних завдань із використанням навчальних робототехнічних комплектів. Основними завданнями вчителя в цьому процесі є формування в учнів умінь командної взаємодії, підвищення їхньої навчальної мотивації, розвиток здатності усвідомлювати поставлену задачу та самостійно знаходити ефективні шляхи її розв'язання.

Залучення робототехніки до освітнього процесу створює значні можливості для всебічного розвитку учнів і сприяє глибшому усвідомленню сучасних технологій, що є особливо актуальним у контексті цифровізації суспільства. Інтеграція робототехнічних елементів у навчання допомагає школярам зрозуміти принципи функціонування складних технічних систем, формує вміння аналізувати ситуації та знаходити практичні шляхи розв'язання завдань. Робота з робототехнікою відкриває простір для експериментування з різними ідеями, що активізує уяву й стимулює розвиток творчого потенціалу учнів.

Процес конструювання та програмування роботів сприяє формуванню важливих сучасних навичок, зокрема нестандартного мислення, уміння розглядати проблему з різних точок зору та знаходити інноваційні рішення. Учні вчаться виходити за межі шаблонних підходів, що є важливою передумовою для їх майбутньої інноваційної діяльності. Важливим мотиваційним чинником є

можливість спостерігати реальний результат власної роботи у вигляді функціонуючих пристроїв, що підвищує зацікавленість у навчанні та сприяє усвідомленню практичної цінності здобутих знань.

Робототехнічні проєкти також відіграють значну роль у розвитку комунікативних умінь, навичок співпраці та конструктивного розв'язання конфліктів. Під час командної роботи учні навчаються слухати одне одного, аргументовано висловлювати власні думки, усвідомлювати важливість компромісу та спільної відповідальності за результат. Така взаємодія дозволяє школярам відчувати себе повноцінними учасниками колективу, де внесок кожного є важливим для досягнення спільної мети. Спільна діяльність створює сприятливе середовище для обміну знаннями та взаємопідтримки, що позитивно впливає на ефективність навчання та особистісний розвиток.

Основною формою організації занять з робототехніки є групова робота. Розглянемо ключові етапи такої діяльності.

Формування груп. Учні об'єднуються в малі групи по 2–3 особи. Кожна команда працює над створенням власного проєкту автоматизованого пристрою. Роль учителя полягає в тому, щоб спрямувати учнів на максимально детальне опрацювання ідеї проєкту. У середині групи розподіляються ролі: одні учні відповідають за конструювання, інші — за програмування та налагодження моделі. Заплановані рішення фіксуються у вигляді блок-схем або текстових описів (у зошиті чи електронному документі).

Розробка робочої моделі. Після завершення теоретичного опису учні переходять до створення робочого прототипу. У разі виникнення труднощів учитель не надає готових відповідей, а спрямовує школярів на самостійний пошук рішень, підтримуючи розвиток навичок командної взаємодії.

Уточнення параметрів. У процесі роботи учні доповнюють та коригують схеми, ескізи й опис проєкту. За потреби вони змінюють параметри пристрою, спираючись на результати тестування або нові ідеї, що виникають у ході діяльності.

Програмування моделі. Після завершення складання учні переходять до реалізації запланованих функцій шляхом програмування. Учитель приділяє увагу формуванню вмінь пояснювати та аргументувати власні рішення, а учні паралельно вдосконалюють як конструкцію, так і програмний код.

Підготовка фінальної версії проєкту. На цьому етапі учні остаточно формулюють назву проєкту, готують презентаційні матеріали та планують захист своєї роботи. Важливою складовою є підготовка до публічного виступу.

Захист проєкту. Під час захисту учні систематизують результати своєї діяльності, фіксують ключові етапи роботи та презентують власні розробки. Основна мета цього етапу — сформувати навички публічного представлення технічних рішень і винаходів.

Ось варіанти учнівських проєктів з робототехніки, які доцільно впроваджувати на різних вікових етапах навчання:

1. Робот-художник (3–6 років)

Опис: нескладний робот, здатний наносити лінії або прості візерунки на папір. Конструкція може передбачати кріплення фломастерів чи олівців.

Мета: ознайомлення дітей з елементарними принципами механіки та конструювання, розвиток творчої уяви й дрібної моторики.

Матеріали: простий електродвигун, батарейки, основа (наприклад, пластиковий стаканчик), фломастери або олівці.

2. Робот для проходження лабіринту (7–10 років)

Опис: роботизований пристрій, який пересувається лабіринтом і уникає перешкод, орієнтуючись за допомогою сенсорів.

Мета: формування початкових навичок програмування з використанням умовних конструкцій типу «якщо – інакше», розвиток просторового мислення.

Матеріали: робот із датчиками перешкод (на базі LEGO Mindstorms або Arduino), програмне середовище для візуального або простого текстового програмування.

3. Метеостанція (11–14 років)

Опис: проєкт зі створення автономної метеостанції, що вимірює температуру, вологість і атмосферний тиск. Дані можуть відображатися на дисплеї або передаватися на комп'ютер.

Мета: розвиток інженерного мислення, ознайомлення з принципами роботи датчиків та основами Інтернету речей (IoT), вивчення програмування мікроконтролерів.

Матеріали: мікроконтролер (Arduino або Raspberry Pi), датчики температури й вологості, дисплей або модуль передавання даних.

4. Робот для сортування об'єктів за кольором (11–14 років)

Опис: робот, що визначає колір предметів і розподіляє їх за заданими категоріями (наприклад, кульки чи блоки різних кольорів).

Мета: засвоєння алгоритмів класифікації, робота з сенсорами, розвиток умінь конструювання механізмів.

Матеріали: робот із датчиком кольору (LEGO Mindstorms або Arduino-набір), механізм для сортування об'єктів.

5. Смарт-парковка (15–18 років)

Опис: розробка автоматизованої системи парковки, яка визначає наявність вільних місць та фіксує в'їзд і виїзд автомобілів.

Мета: вивчення алгоритмів обробки сигналів і розпізнавання подій, робота з електронними платами, програмування мовами Python або C/C++.

Матеріали: плата Arduino або Raspberry Pi, ультразвукові чи інфрачервоні датчики, дисплей або світлові індикатори.

6. Робот-прибиральник (15–18 років)

Опис: робот, здатний переміщатися та збирати сміття або дрібні предмети з поверхні, наприклад, як робот-пилосос.

Мета: ознайомлення з базовими алгоритмами навігації, розробка рішень для уникнення перешкод, знайомство з технологіями автономної робототехніки.

Необхідні матеріали: базовий набір для робототехніки (мотор, сенсори), платформа для прибирання, додаткові сенсори для орієнтації в просторі.

7. Робот-помічник для людей з обмеженими можливостями (15–18 років)

Опис: проєкт зі створення прототипу робота, який виконує корисні завдання для людей з обмеженими можливостями, наприклад, подає предмети.

Мета: розвиток інженерних навичок та емпатійного мислення, засвоєння базових принципів механіки та алгоритмів взаємодії з об'єктами.

Необхідні матеріали: платформа для робототехніки, датчики для виявлення предметів, програмне забезпечення для налаштування руху та взаємодії.

Такі проєкти сприяють розвитку технічних, логічних та соціальних компетенцій учнів, дозволяючи застосовувати знання в реальних умовах.

3.4. Реалізація проєктів за допомогою робототехнічних освітніх комплектів

3.4.1. Робототехнічний освітній комплект WeDo 2.0 для середніх школярів

Навчальна програма курсу «WeDo 2.0 Science»

Сучасне життя дітей відбувається в динамічному середовищі, що висуває до них високі вимоги. Курс «WeDo 2.0 Science» є міжпредметним модулем, який дозволяє учням комплексно застосовувати свої знання. Заняття орієнтовані на природний інтерес дітей до конструювання, програмування та створення різноманітних механізмів. Широкий асортимент конструкторів LEGO дає можливість працювати з учнями різного віку та з різних напрямів:

- Конструювання;
- Програмування;
- Моделювання фізичних процесів та явищ.

Курс побудований на цілісному сприйнятті навколишнього світу, який учні вивчають через власну діяльність. Конструювання як навчальна дисципліна має інтегративний характер і пов'язане практично з усіма предметами початкової школи.

Спрямованість програми

Програма передбачає використання освітніх конструкторів LEGO та апаратно-програмного забезпечення як інструменту для навчання школярів конструюванню, моделюванню та комп'ютерному керуванню під час занять.

Новизна програми

Заняття з LEGO-конструкторами дозволяють школярам у формі пізнавальної гри освоювати важливі концепції та розвивати життєво необхідні навички. Під час створення моделей діти стикаються з проблемами з різних галузей знань — від механіки до психології, що робить процес навчання комплексним та природним.

Актуальність програми

Програма спрямована на розвиток командної роботи та самостійної технічної творчості. Простота конструкцій у поєднанні з широкими можливостями LEGO дозволяє учням наприкінці уроку побачити власну працю у вигляді моделі, яка виконує поставлене завдання.




Кожне заняття курсу спрямоване на оволодіння основами програмування, моделювання та конструювання, а також на залучення дітей до активної пізнавальної та творчої діяльності. Навчальний процес будується на поєднанні цікавих і практичних методів, що сприяє розвитку творчих здібностей та засвоєнню знань і законів природничих наук.

План занять наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Планування задач на WeDo для середніх школярів

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
Складні механізми				
1	Мотор, тягове зусилля. Загальні відомості	Знайомство з поняттям «Мотор» Машина з приводом від мотора.	Вивчення нового	

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
2	Привід, передавальне зусилля, підйомник. Загальні відомості	Знайомство з поняттям «Вертушка. Приводний ремінь».	Вивчення нового	
3	Конструювання: Риба	Виготовлення конструкції «Риба»	Практикум	
4	Конструювання: Вертоліт	Виготовлення конструкції «Вертоліт»	Практикум	
5	Конструювання: Павук	Виготовлення конструкції «Павук»	Практикум	
6	Конструювання: Вантажівка для переробки відходів	Виготовлення конструкції «Вантажівка для переробки відходів»	Практикум	
7	Конструювання: Сміттєвоз	Виготовлення конструкції «Сміттєвоз»	Практикум	
8	Конструювання: Гусениця	Виготовлення конструкції «Гусениця»	Практикум	
9	Конструювання: Богомол	Конструювання: Богомол	Практикум	
10	Конструювання: Пристрій сповіщення	Виготовлення конструкції «Пристрій	Практикум	

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
11	Конструювання: Міст	Виготовлення конструкції «Міст»	Практикум	
12	Рульовий механізм. Конструювання: Вилучений	Виготовлення конструкції «Вилучений»	Практикум	
13	Конструювання: «Снігоочищувач»	Виготовлення конструкції «Снігоочищувач»	Практикум	
14	Конструкції типу «Трал». Конструювання: Очисник моря	Виготовлення конструкції «Очисник моря»	Практикум	
15	Конструювання: Підмітальна- прибиральна машина.	Виготовлення конструкції «підмітально- прибиральна машина»	Практикум	
16	Конструювання моделі зі зміною напрямку руху	Виготовлення конструкції «Вимірювання»	Практикум	

Проект «Запобігання повені»

Підготовчий етап:

- 1) Ознайомлення з темою та завданнями проекту.
- 2) Визначення методів реалізації проекту: використання навчальних матеріалів WeDo 2.0, таких як відео, розповіді або презентації.
- 3) Формулювання очікуваного результату проекту: параметри для демонстрації та створення документації.

Протягом століть люди винаходили різні пристрої для запобігання затопленням населених пунктів водою:

- 1) Опади протягом року мають різну інтенсивність і тип.
- 2) Іноді кількість води настільки велика, що річки та струмки не справляються з її утриманням.
- 3) Ерозія — природне явище, що часто спостерігається в районах із великою кількістю опадів.
- 4) Шлюзи (floodgates) — пристрої, які пропускають воду вниз по каналах або річках.
- 5) При регулярних опадах шлюзи відкриті для підтримки рівня води на низькому рівні.
- 6) Під час сильних опадів шлюзи закриваються, щоб наповнити резервуар додатковою водою (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Пристрої для запобігання повеням

Можна порівняти роботу шлюзів із заповненням ванни:

Відкриття шлюзів дозволяє воді текти вниз — як вода, що стікає з крана у ванну, а потім у каналізацію.

Закриття шлюзів зупиняє стік води, створюючи протитечію — як коли ванну наповнюють, а вода не зливається.

Завдання та питання для обговорення:

- 1) Опишіть рівень опадів у вашому регіоні за кожен сезон, використовуючи гістограму.

Відповідь залежить від вашого місцезнаходження. Використовуйте описові слова: дощ, сезон дощу, повінь. На графіку позначте високі, середні та низькі опади.

- 2) Як опади впливають на рівень води в річці?

Опади — не єдиний чинник, що визначає рівень води, проте:

- a) високі опади підвищують рівень води;
- b) низькі опади знижують рівень води.

- 3) Вкажіть способи запобігання повеням.

Можливі варіанти: дамби, греблі, окопи, лісовідновлення тощо.

- 4) Уявіть пристрій, який міг би запобігти повені.

Це завдання спрямовує учнів до процесу проектування.

- 5) Що таке водна ерозія?

Водна ерозія — природний процес, за допомогою якого вода змінює форму поверхні землі.

- 6) Як ваша гістограма відрізняється від тієї, що в іншому регіоні?

Відповідь залежить від місця проживання учня.

Етап конструювання, моделювання і програмування

Проектування та створення шлюзу. Ворота можна відкривати та закривати за допомогою двигуна. У модулі використовується конічна передача, яка змінює напрям обертання, дозволяючи регулювати положення шлюзу (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Модель шлюзу WeDo

Програмування моделі для відкриття та закриття шлюзу

Ця програма показує процес відкриття шлюзу та обертання двигуна в одному напрямку протягом 2 секунд. Після цього відображається процес закриття шлюзу, і двигун обертається в протилежному напрямку також протягом 2 секунд (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Програма для автоматизації шлюзу

За допомогою цієї моделі учні можуть додавати датчики, щоб шлюз реагував на умови навколишнього середовища. Можна використати принаймні один із наступних варіантів:

- 1) Встановити ручку датчика нахилу для керування воротами. Це дозволяє оператору на землі відкривати та закривати шлюз.
- 2) Додати датчик руху для виявлення підвищення рівня води. Датчик автоматично відкриває або закриває шлюз залежно від рівня води. Можна моделювати різні рівні води за допомогою рук або LEGO-цеглин.
- 3) Додати звуковий датчик для активації аварійного протоколу. Аварійний режим може включати звук, миготіння ламп, відправку повідомлень або закриття шлюзу.

Варто зауважити, що модель шлюзу може відрізнятися залежно від вибору учня, тому для цієї частини проєкту немає готових інструкцій чи зразків програм. Учні повинні самостійно розробляти додаткові рішення. Ці завдання є продовженням попередніх і призначені для старших або більш досвідчених учнів.

Повінь та ерозія

1. Намалуйте карту розташування шлюзу, враховуючи земельні ділянки та річкові райони:
 - а. Попросіть учнів створити карту або малюнок річки з додатковими об'єктами: гори, долини, міста тощо.

- б. Опишіть, де може бути використаний шлюз.
 - с. Покажіть, звідки надходить вода і куди вона стікає.
2. Знайдіть інші можливі варіанти використання шлюзу. Учні можуть запропонувати застосування шлюзу не лише для контролю води, а й як двері або ворота в інших умовах.

Пропозиції для командної роботи

- Модель шлюзу можна включити в сценарій навігації каналом. Об'єднайте команди, щоб учні змогли показати, що відбувається під час переміщення човна через шлюз.
- Запрограмуйте два шлюзи для контролю руху води в річці та з річки.
- Попросіть учнів описати та запрограмувати порядок дій для роботи обох шлюзів.

Програмування на Scratch (Рис. 3.3)

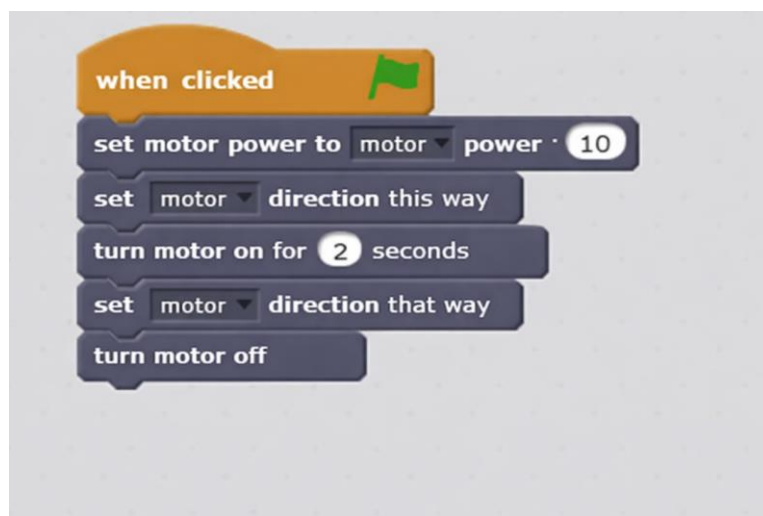


Рис. 3.3. Програма для шлюзу на Scratch

3.4.2. Робототехнічний освітній комплект LEGO® MINDSTORMS® EV3 для середніх і старших школярів

Навчальна програма LEGO® Education

Однією з головних складностей у вивченні шкільного курсу інформатики, зокрема програмування, є його переважно теоретичний характер. Насправді матеріал тісно пов'язаний із повсякденним життям, і тому інтерактивне навчання, яке поєднує теорію з практичними завданнями, значно підвищує мотивацію та ефективність уроків.

Візуальне середовище програмування LEGO дозволяє легко та зрозуміло створювати алгоритми, одночасно інтегруючи процес конструювання автоматизованих моделей та роботів. Це робить навчання більш захопливим і доступним для кожного учня.

Інтеграція робототехніки у курс інформатики є особливо актуальною, оскільки поєднує інформаційні та матеріальні технології, які зазвичай вивчаються окремо. Використання навчально-методичного комплексу LEGO MINDSTORMS EV3 допомагає учням усвідомити практичне значення програмування для вирішення різноманітних задач у повсякденному житті.

Учні отримують практичний досвід роботи з різними мовами програмування, а також навички проведення експериментів та досліджень.

Планування курсу наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Планування уроків EV3

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
1. Виконання розвороту в три прийоми	Створення програми розвороту в три прийоми в середовищі візуального програмування EV3. Введення в програмування. Прості переміщення автономного робота та повороти.	Поняття: виконавець, управління, сигнал, зворотний зв'язок, комп'ютер і мікроконтролер, програмне керування, алгоритм, лінійний алгоритм. Складання алгоритмів і програм для управління виконавцями. Словесний опис алгоритмів та блок-схеми.	- Управління рухом - Блок - ультразвуковий датчик - Звук
2. Використання ROBOTC для програми	Створення програми розвороту в три прийоми на текстовій мові	Алгоритмічна мова програмування. Системи програмування. Запис алгоритмів у	- Управління рухом - Блок - ультразвуковий датчик

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
	ROBOTC. Порівняння текстового і візуального програмування. Учні складають текстові програми.	вибраній мові. Документування програм. Складання опису програми за зразком.	- Звук
3. Рух робота заднім ходом	Складання програми управління роботом, який при зіткненні з перешкодою рухається назад. Використання програмних блоків для відображення графічного і світлового стану EV3.	Робототехніка – наука про розробку і використання автоматизованих систем. Автономні роботи. Сигнал. Зворотній зв'язок: отримання сигналів від цифрового датчика торкання. Виконавчі пристрої, датчики, система команд, конструювання і моделювання робота.	- Рульове управління - Блок - Датчик дотику
4. Освітлення автоматичних фар	Програмування включення «фар» при настанні темряви та вимикання при світлі. Вивчення роботи датчика кольору. Налаштування освітленості.	Умовний оператор: повна і неповна форми. Прості і складові умови. Конструкція «повторення»: цикли з заданим числом повторень, з умовою виконання, зі змінною циклу. Зворотній зв'язок: отримання сигналів від датчика кольору (освітленості).	- Датчик кольору - Час - Цикл - Датчик дотику - Переривання Багатозадачність
5. Світлофори і автоматизовані рейкові системи	Програмування зупинки робота при червоному сигналі світлофора та	Зворотній зв'язок: сигнали від датчика кольору. Приклади роботизованих систем управління	- Очікування - Датчик дотику - Ультразвуковий датчик - Дисплей

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
	відновлення руху при зеленому. Рух по лінії.	рухом. Конструкція «розгалуження» та «повторення». Умовний оператор: повна і неповна форми.	<ul style="list-style-type: none"> - Час - Кнопки інтелектуального блоку - Логіка - Перемикач - Цикл - Рух і рульове управління
6. Звуковий сигнал заднього ходу	Програмування робота для подачі попереджувальних гудків при наближенні до перешкоди та автоматичної зупинки. Вивчення ультразвукового датчика.	Зворотній зв'язок: сигнали від ультразвукового датчика. Приклади роботизованих систем, передача даних між блоками.	<ul style="list-style-type: none"> - Рух і рульове управління - Очікування - Ультразвуковий датчик - Цикл - Математика - Звук
7. Запуск двигуна автомобіля без ключа	Програмування запуску двигуна колісного робота при одночасному спрацьовуванні датчиків торкання і відстані. Вивчення систем автоматичного запуску.	Логічні операції: «і» (кон'юнкція), «або» (диз'юнкція), «не» (заперечення). Прості та складні висловлювання. Діаграми Ейлера-Венна. Правила пріоритетів логічних операцій. Використання блоку логіки з блоком перемикачів.	<ul style="list-style-type: none"> - Очікування - Датчик дотику - Ультразвуковий датчик - Дисплей - Час - Кнопки інтелектуального блоку - Логіка - Перемикач - Цикл - Рух і рульове управління
8. Круїз-контроль	Програмування прискорення та уповільнення колісного робота при натисканні на датчики торкання. Вивчення	Оператор присвоювання. Структури даних. Константи та змінні. Типи змінних: цілі, речові, символи, рядки, логічні.	<ul style="list-style-type: none"> - Очікування - Датчик дотику - Цикл - Перемикач - Змінна - Математика

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
	принципу роботи круїз-контролю.	Конструкція «розгалуження». Умовний оператор: повна і неповна форми. Виконання умови (істинність/хибність). Розробка багаторівневих програм. Підпрограма.	- Рух і рульове управління - Мої блоки / підпрограми

Проект «Автономне паркування»

Дизайнерські автомобілі, здатні безпечно припаркуватися без участі водія. Перед початком роботи над проектом можна переглянути відеосюжет про автомобіль BMW з автопілотом (Рис. 3.4).

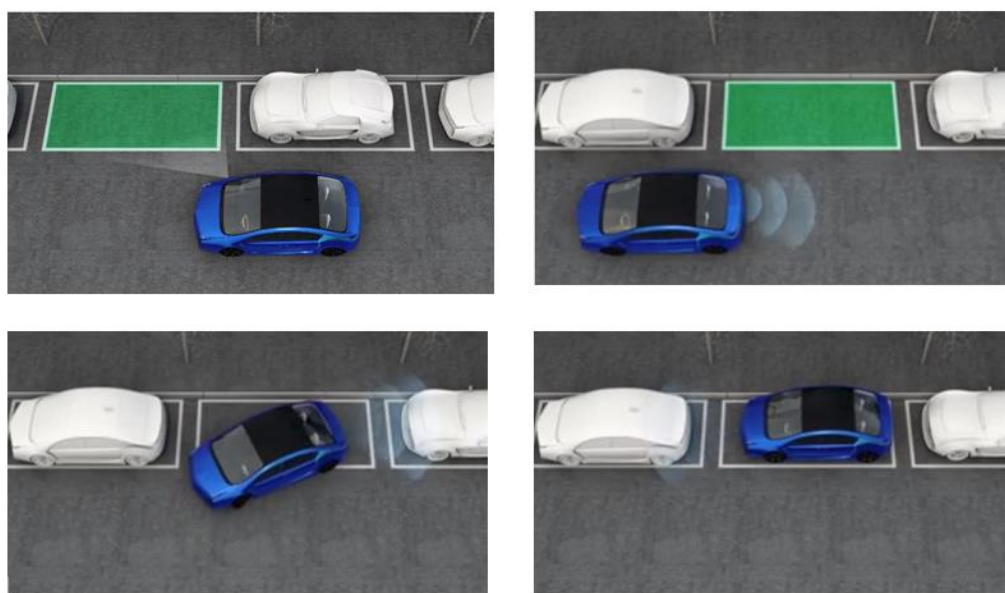


Рис. 3.4. Паркування автомобіля

Завдання

Проект передбачає роботу з ультразвуковим датчиком та ознайомлення з принципами роботи парковочних сенсорів, які подають попереджувальний звуковий сигнал при наближенні до перешкоди. У процесі виконання завдань учні створюють програми, що імітують роботу сучасних парковочних датчиків.

Одне з головних завдань – написати програму, яка подає попереджувальні звукові сигнали, частота яких зростає при наближенні робота до перешкоди.

Учні працюють з різними методами програмування та блоками: паралельне програмування (багатозадачність), цикли, перемикачі. Також вони знайомляться з математичними блоками та каналами передачі даних.

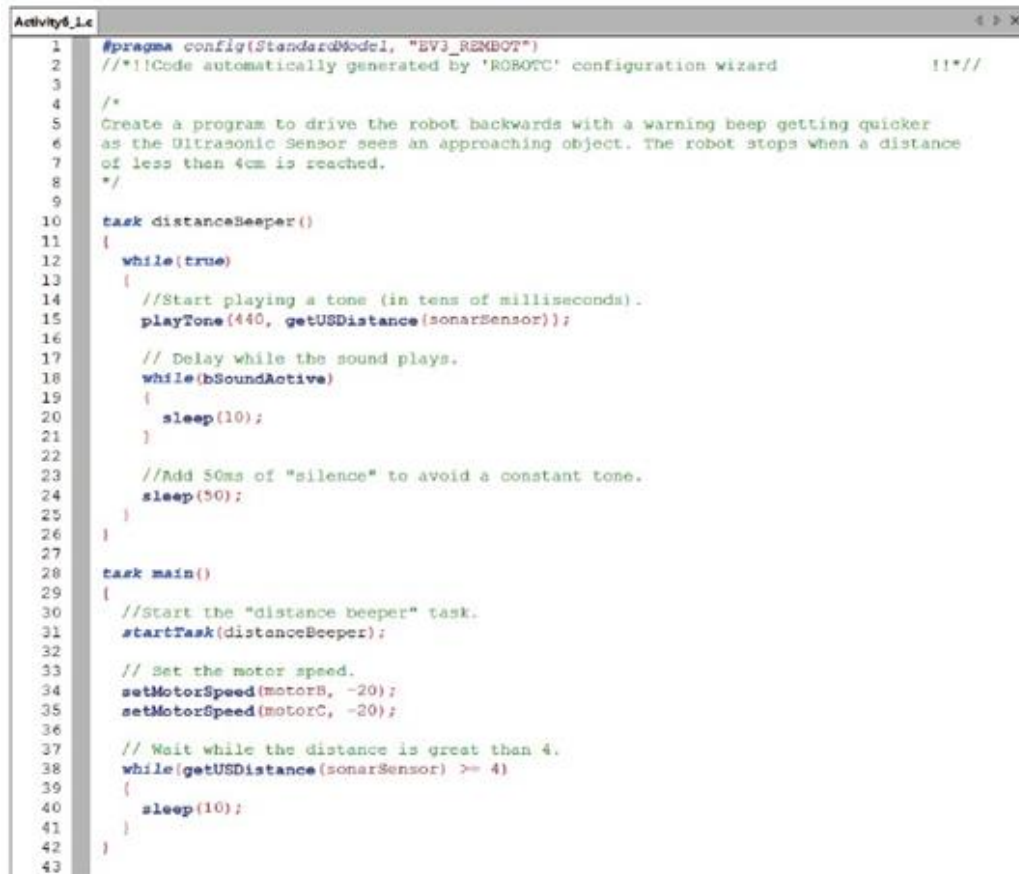
Результати

Після виконання проєкту учні повинні набути такі знання та навички:

1. Розуміти, що алгоритми дозволяють виконувати команди у певній послідовності;
2. Розширити знання з булевої логіки та навчитися застосовувати її на практиці;
3. Використовувати блок очікування для програмування датчика кольору;
4. Розуміти принцип роботи ультразвукового датчика на основі відбиття хвиль і вміти програмувати визначення відстані;
5. Програмувати колісного робота для руху заднім ходом, подачі звукового сигналу на певній відстані від об'єкта та зупинки на заданій відстані;
6. Розширено застосовувати блок циклу;
7. Вивчати поняття перемикача і застосовувати його для команд «істина» і «хиба»;
8. Освоювати математичні блоки та функції;
9. Використовувати можливість передачі даних між блоками через канал обміну.

Завдання 1

Для виконання цього завдання необхідно створити програму, яка дозволить колісному роботу подавати звуковий сигнал під час руху заднім ходом при наближенні до перешкоди. Чим ближче робот під'їжджає до об'єкта, тим частіше повинні лунати гудки. Робот також повинен автоматично зупинятися, коли досягне визначеної відстані від перешкоди.



```

1  #pragma config(StandardModel, "EV3_REMBOT")
2  /**!!Code automatically generated by 'ROBOTC' configuration wizard    !!**/
3
4  /*
5   Create a program to drive the robot backwards with a warning beep getting quicker
6   as the Ultrasonic Sensor sees an approaching object. The robot stops when a distance
7   of less than 4cm is reached.
8   */
9
10 task distanceBeeper()
11 {
12     while(true)
13     {
14         //Start playing a tone (in tens of milliseconds).
15         playTone(440, getUSDistance(sonarSensor));
16
17         // Delay while the sound plays.
18         while(bSoundActive)
19         {
20             sleep(10);
21         }
22
23         //Add 50ms of "silence" to avoid a constant tone.
24         sleep(50);
25     }
26 }
27
28 task main()
29 {
30     //Start the "distance beeper" task.
31     startTask(distanceBeeper);
32
33     // Set the motor speed.
34     setMotorSpeed(motorB, -20);
35     setMotorSpeed(motorC, -20);
36
37     // Wait while the distance is great than 4.
38     while(getUSDistance(sonarSensor) >= 4)
39     {
40         sleep(10);
41     }
42 }
43

```

Рис. 3.6. Виконання програми на C++

Завдання 2

Колісні роботи повинні імітувати поведінку реальних автомобілів під час руху заднім ходом. Звуковий сигнал має подаватися на певній відстані від перешкоди, а робот зупинятися на заздалегідь заданій дистанції.

На відміну від реальних автомобілів, які сповільнюють рух у міру наближення до перешкоди і вимикають попереджувальний сигнал під час гальмування, колісні роботи поки не виконують цієї дії. Тому програму необхідно вдосконалити, додавши дві функції: поступове уповільнення ходу та автоматичне вимкнення звукового сигналу при зупинці.

Для реалізації цього потрібно:

- використати додатковий математичний блок;
- зв'язати ультразвуковий датчик зі швидкістю руху робота, щоб він ініціював уповільнення при наближенні до перешкоди;
- додати блок переривання циклу, який вимикатиме звуковий сигнал після зупинки робота.

Реалізація проєкту наведена на рисунках 3.7 та 3.8.

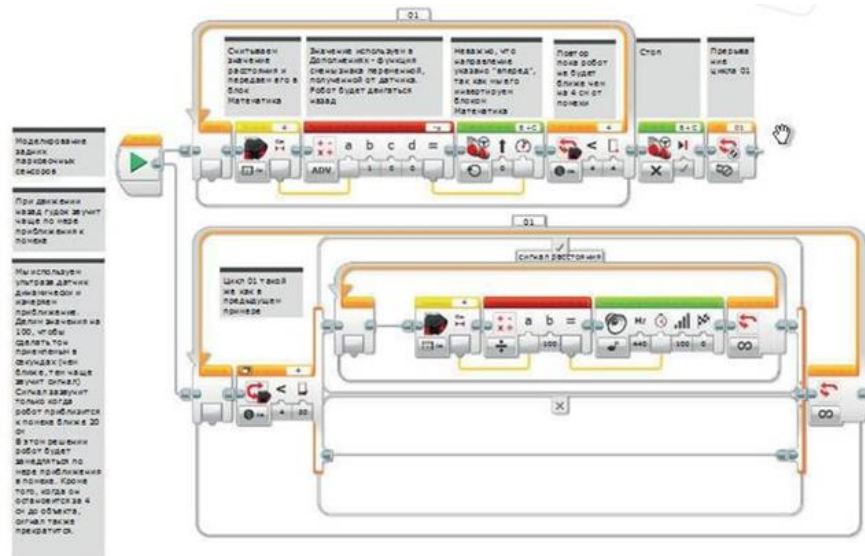


Рис. 3.7. Рух назад та попередження про перешкоду

```

1  #pragma config(StandardModel, "EV3_REMBOT")
2  /**!!Code automatically generated by 'ROBOTC' configuration wizard !!*/
3
4  /*
5   Create a program to drive the robot backwards with a warning beep
6   getting quicker as the Ultrasonic Sensor sees an approaching object.
7   The beep only sounds at a distance less than 20cm. The robot
8   slows down as it nears the object. The robot stops when a distance
9   of less than 4cm is reached as does the beeper.
10  */
11
12  task distanceBeeper()
13  {
14      while(true)
15      {
16          if (getUSDistance(sonarSensor) < 20) {
17
18              //Start playing a tone (length determined by distance).
19              playTone(440, (getUSDistance(sonarSensor)));
20
21              //Delay for the length of the tone.
22              //Wait while the sound is playing.
23              while (bSoundActive)
24              {
25                  sleep(10);
26              }
27
28              //Add 50ms of "silence" to avoid a constant tone.
29              sleep(50);
30          }
31      }
32  }
33
34  task main()
35  {
36      //Start the "distance beeper" task.
37      startTask(distanceBeeper);
38
39      while(SensorValue[sonarSensor] >= 4)
40      {
41          setMotorSpeed(motorB, -getUSDistance(sonarSensor));
42          setMotorSpeed(motorC, -getUSDistance(sonarSensor));
43          sleep(50);
44      }
45
46      //Set motor speed to 0 and stop the distanceBeeper loop.
47      setMotorSpeed(motorB, 0);
48      setMotorSpeed(motorC, 0);
49      stopTask(distanceBeeper);
50  }
51

```

Рис. 3.8. Виконання програми на C++

3.4.3. Робототехнічний освітній електронний конструктор Arduino для старших школярів

Електронний конструктор Arduino є зручною платформою для швидкої розробки різноманітних електронних пристроїв. Програмування здійснюється на спеціальній мові, заснованій на C/C++, а роботу створеного алгоритму учні можуть перевіряти безпосередньо на фізичному пристрої.

Платформа Arduino дозволяє не лише збирати та програмувати електронні пристрої, а й проводити експериментальні та дослідницькі лабораторні роботи, що стимулюють пізнавальну активність учнів. Заняття на Arduino базуються на таких принципах:

- Принцип Парето – близько 80% часу уроку відводиться практичним завданням. Кожен учень працює з власним набором Arduino і персональним комп'ютером, відповідаючи за результат.
- Наочність – кожен учень бачить результат роботи свого коду: програма не залишається в комп'ютері, а реальний пристрій виконує поставлене завдання. Це підвищує мотивацію і розуміння процесу програмування.
- Один урок – один пристрій – після завершення заняття кожен учень отримує робочий пристрій (наприклад, сигналізацію або парктронік). Навіть простий, але працюючий пристрій мотивує завершити програму до кінця.
- Горизонтальна підзвітність – учні бачать роботу пристроїв однокласників, що підвищує мотивацію та прагнення досягти результату.

Проект: «Arduino. Введення в робототехніку»

На початку уроку важливо пояснити план роботи, щоб учні розуміли свої завдання та могли уявити кінцевий результат.

План уроку:

Основи електротехніки;

Вступ до Arduino;

Платформа Arduino Uno;

Принцип роботи та функції світлодіода;

Призначення резистора;

Типи сполучних проводів;

Кнопка: призначення та спосіб підключення.

Теорія подається у вигляді наочного матеріалу, із використанням міжпредметних зв'язків та демонстрацією фізичних процесів. Схеми обов'язково супроводжуються ілюстраціями для кращого розуміння.

Наприклад, основи електротехніки пояснюють, що електрика – це рух заряджених частинок по провіднику в замкнутому ланцюзі від джерела струму до споживача (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Замкнутий електричний ланцюг

Постановка та виконання завдань

Завдань повинно бути декілька, щоб учні, які швидко справилися з попереднім, могли отримати наступне. Результатом кожного завдання має бути готовий невеликий Проект або пристрій, що виконує конкретну функцію. Особливо ефективно, якщо хоча б одне завдання оформлене у вигляді гри — це підвищує мотивацію та інтерес учнів до роботи.

Приклади завдань:

- 1) Вмикати світлодіод після натискання кнопки;
- 2) Змінювати стан світлодіода при натисканні на кнопку;
- 3) Гра на швидкість реакції: підключити додатковий світлодіод і кнопку. Коли загоряється світлодіод, потрібно натиснути кнопку. Хто швидше — той перемагає;

- 4) Підключити дві кнопки так, щоб світлодіод вмикався тільки при одночасному натисканні обох.

Приклад реалізації завдання:

Вчитель демонструє правильне підключення кнопки та світлодіода до Arduino (рис. 3.10).

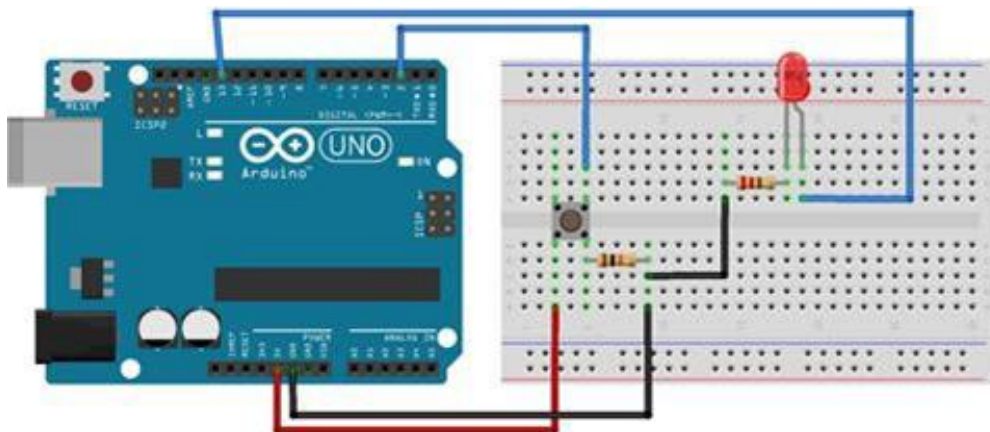


Рис. 3.10. Підключення кнопки та світлодіода

Після того, як учні виконали підключення, вчитель пояснює алгоритм роботи програми (рис. 3.11).

```

Button | Arduino 1.8.5
Файл Правка Схеми Інструменти Помічь
Button
1 void setup() // Функція викликається тільки один раз, коли вмик. Arduino
2 {
3   pinMode(13, OUTPUT); // вказуємо в якому режимі буде працювати порт
4   pinMode(2, INPUT);
5 }
6
7 void loop() {
8   if (digitalRead(2) == HIGH) // робимо умову, коли стан порту буде високий, то
9   {
10    digitalWrite(13, HIGH); // світлодіод горить
11  }
12  else
13  {
14    digitalWrite(13, LOW); // інакше світлодіод НЕ горить
15  }
16 }

```

Рис. 3.11. Алгоритм рішення завдання

Наприкінці уроку проводиться обговорення та контроль знань за допомогою запитань до групи учнів. Це допомагає закріпити матеріал, а також дає можливість кожному учню побачити, що він засвоїв під час уроку.

Запитання для учнів:

Що таке електричний струм?

Що таке замкнутий електричний ланцюг?

Що таке світлодіод і як його підключити?

Для чого потрібен резистор?

Для чого потрібна кнопка і як її підключити?

Які існують типи проводів?

Проект – «Лічильник»

Як і в попередньому прикладі, перед початком роботи потрібно ознайомити учнів із планом уроку.

План уроку:

Ознайомлення з принципом роботи семисегментного індикатора;

Вивчення організації циклів у мові C++;

Знайомство з принципами бездротової передачі сигналів;

Вивчення передачі даних через інфрачервоне випромінювання;

Створення власного прототипу «вибухівки» з популярної гри — лічильника з дистанційним керуванням.

Теоретична частина проекту «Лічильник» (Рис. 3.12)

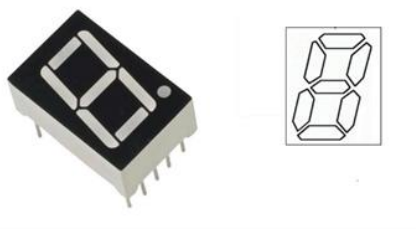


Рис. 3.12. Семисегментний індикатор

Якщо у вашому Arduino - проекті потрібно відображати лише цифри, семисегментний індикатор є оптимальним рішенням. Він складається з семи світлодіодів, розташованих у формі вісімки, простий у використанні та економний.

Семисегментні індикатори бувають двох типів: з загальним анодом та з загальним катодом. Внутрішня структура обох типів майже ідентична, різниця лише у полярності світлодіодів та загальному висновку.

У семисегментному індикаторі з загальним катодом (який використовувався в експериментах) катоди всіх семи сегментів та світлодіода

точки підключені до виводів 3 і 8. Щоб працювати з таким індикатором, корпус підключають до цих виводів, а на інші подають +5 В, щоб окремі сегменти загорілися.

Завдання для учнів:

- Включити всі сегменти семисегментного індикатора;
- Створити функції для відображення цифр від 0 до 9;
- Зробити лічильник, який рахує від 0 до 9, змінюючи цифру щосекунди;
- Збільшувати лічильник на 1 при прийомі сигналу з пульта;
- Створити годинник, що показує хвилини та секунди;
- Реалізувати «годинникову вибухівку» — підключити кнопку для запуску таймера (від 9 до 0). При завершенні таймера спрацьовує зумер, а для деактивації використовується ІК-пульт дистанційного керування.

Приклад виконання завдання №3:

Створення лічильника, який рахує до 9, змінюючи цифру семисегментного індикатора щосекунди (Рис. 3.13).

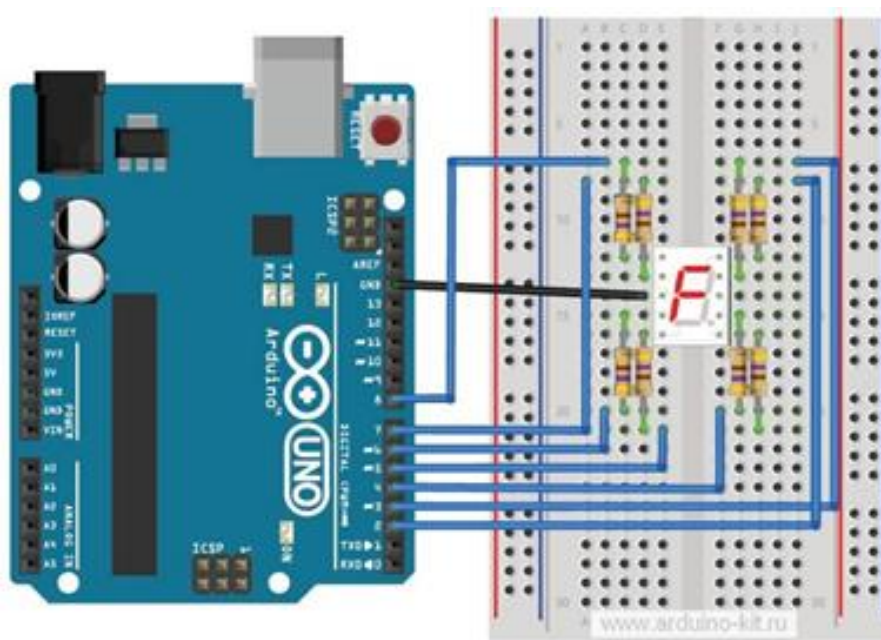


Рис. 3.13. Підключення семисегментного індикатора

```

void setup() {
  for(int i = 2; i < 10; i++)
    pinMode(i, OUTPUT);
}

void loop() {
  counter();
}

void counter()
{
  num0();
  delay(1000);
  num1();
  delay(1000);
  /*--//--+*/
  num9();
  delay(1000);
}

```

Рис. 3.14. Рішення завдання №3

Наприкінці уроку, протягом останніх 10 хвилин, проводиться закріплення матеріалу за допомогою запитань до учнів:

Запитання для учнів:

1. Для чого використовується семисегментний індикатор?
2. Як підключається семисегментний індикатор?
3. Як вивести цифру 2 на семисегментний індикатор?
4. За яким принципом працює пульт дистанційного керування?
5. Як підключити ІК-приймач до Arduino?
6. Проєкт – «Підсумкове заняття»

У межах цього проєкту детальний план уроку не передбачається, однак учитель має наголосити на важливості узагальнення та закріплення всього вивченого матеріалу. Учні виконують завдання самостійно, спираючись на раніше набуті знання та практичні навички. Таким чином, підсумкове заняття орієнтоване насамперед на індивідуальну роботу школярів.

Водночас доцільно заохочувати взаємодопомогу між учнями, що сприятиме розвитку командної взаємодії. При цьому вчителю необхідно контролювати процес, щоб виконання завдань не перекладалося повністю на одного учасника.

Завдання для учнів:

- Увімкнути світлодіод після натискання кнопки;
- Забезпечити автоматичне вмикання світлодіода за умов недостатнього освітлення;
- Вивести повідомлення «Hello, world» у монітор порту;
- Відображати на екрані дані, введені через послідовний інтерфейс (Serial);
- Виводити показники ультразвукового датчика на дисплей;
- Реалізувати керування машинкою зі зміною напрямку руху кожні 0,5 секунди;
- Створити парктронік: зупинка на відстані 12 см від перешкоди з одночасним увімкненням зумера.

Завдання розташовані за принципом зростання складності: від найпростіших до найбільш комплексних, що дозволяє поступово перевірити рівень сформованості навичок учнів.

Приклад виконання завдання №5 (Рис. 3.15, Рис. 3.16):

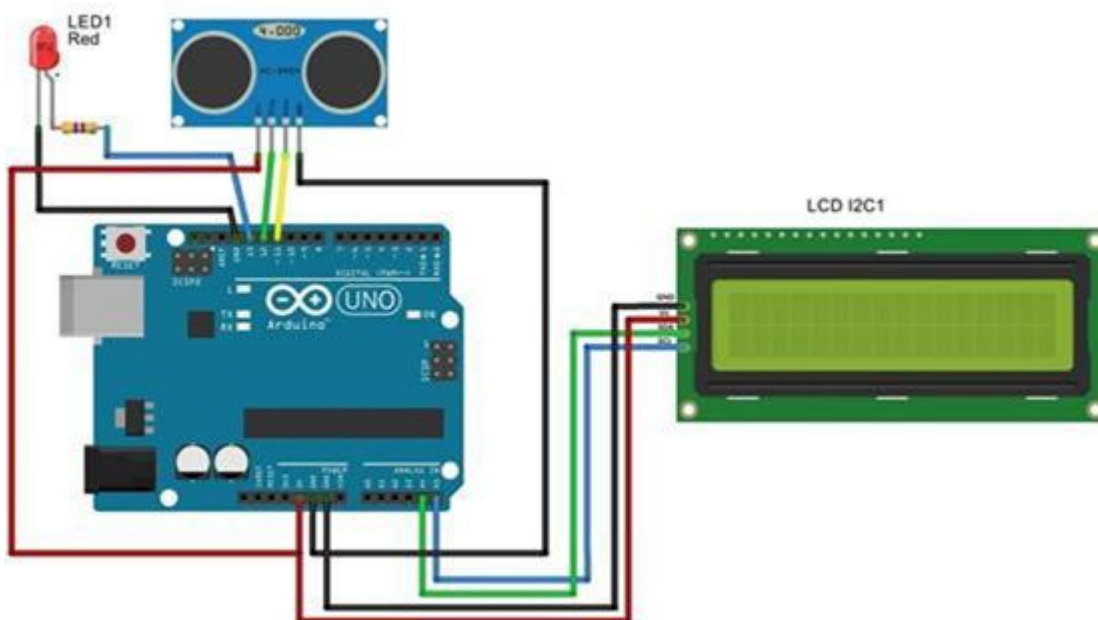


Рис. 3.15. Підключення ультразвукового датчика та дисплея

```

1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include "Ultrasonic.h"
4
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
6 Ultrasonic ultrasonic(12,11);
7 const int ledPin = 13;
8
9 void setup() {
10   pinMode(ledPin, OUTPUT);
11   Serial.begin(9600);
12   Wire.begin();
13   lcd.init();
14   lcd.backlight();
15   lcd.print("Distance:");
16 }
17 void loop() {
18   Serial.println(ultrasonic.Ranging(CM));
19   lcd.setCursor(10,0);
20   lcd.print(ultrasonic.Ranging(CM));
21   lcd.print("cm");
22   lcd.print(" ");
23
24   if (ultrasonic.Ranging(CM)<20)
25   {
26     digitalWrite(ledPin, 1);
27     lcd.setCursor(0,1);
28     lcd.print("Attention");
29   }
30   else
31   {
32     digitalWrite(ledPin, 0);
33     lcd.setCursor(0,1);
34     lcd.print("Normal  ");
35   }
36   delay(100);
37 }
38 }

```

Рис. 3.16. Рішення завдання №5

Висновки до розділу

У третьому розділі магістерської роботи було розглянуто практичні аспекти впровадження елементів робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої освіти в межах шкільного курсу інформатики. Основна увага була зосереджена на доборі робототехнічних платформ, розробці моделі їх поетапного впровадження та формуванні методичних рекомендацій щодо організації навчальної діяльності учнів.

У ході аналізу робототехнічних платформ і варіативних онлайн-курсів для школи встановлено, що сучасні освітні комплекти та цифрові ресурси забезпечують можливість диференційованого та поетапного навчання робототехніки відповідно до вікових і когнітивних особливостей учнів. Поєднання апаратних засобів із віртуальними навчальними середовищами та онлайн-курсами розширює дидактичні можливості вчителя, сприяє формуванню алгоритмічного мислення, базових інженерних навичок і стійкої навчальної мотивації школярів.

Запропонована модель поетапного впровадження робототехніки в курс інформатики на основі навчальних проєктів дозволяє забезпечити логічну послідовність засвоєння знань — від ознайомлення з базовими поняттями та простими конструкціями до розробки складніших програмно-апаратних рішень. Проєктна діяльність розглядається як ефективний інструмент інтеграції теоретичних знань і практичних умінь, розвитку командної роботи, творчого мислення та самостійності учнів.

Розроблені методичні рекомендації щодо впровадження елементів робототехніки в шкільний курс інформатики орієнтовані на гнучке використання робототехнічних засобів у межах чинних освітніх програм. Вони враховують організаційні, дидактичні та технічні умови навчання, а також можливості інтеграції робототехніки з основними темами інформатики, що сприяє підвищенню практичної спрямованості навчального процесу.

Практична реалізація навчальних проєктів із використанням робототехнічних освітніх комплектів WeDo 2.0, LEGO® MINDSTORMS® EV3 та Arduino підтвердила доцільність їх застосування на різних рівнях навчання. Комплект WeDo 2.0 є ефективним засобом формування початкових уявлень про робототехніку в середніх класах; LEGO® MINDSTORMS® EV3 забезпечує поглиблене вивчення основ програмування та керування роботами для учнів середньої та старшої школи; платформа Arduino створює умови для реалізації складних інженерних проєктів і розвитку дослідницьких навичок старшокласників.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження проблеми вивчення елементів робототехніки в шкільному курсі інформатики в контексті трансформацій сучасної освіти, зумовлених викликами четвертої промислової революції та впровадженням компетентнісної парадигми навчання. Проведене дослідження підтвердило актуальність інтеграції робототехніки в обов'язковий курс інформатики як ефективного засобу формування ключових STEM-компетентностей учнів.

Результати проведеного дослідження дають підстави сформулювати такі висновки:

1. Проаналізовано стан розвитку освітньої робототехніки. Встановлено, що в умовах четвертої промислової революції (Industry 4.0) робототехніка стає невіддільною складовою модернізації шкільної інформатичної освіти. Відбувається зміна освітньої парадигми від підготовки пасивного користувача до формування «творця-інноватора». Доведено, що вітчизняна методика навчання інформатики, спираючись на фундамент, закладений М. Жалдаком та Н. Морзе, нині активно трансформується, інтегруючи інженерний компонент у традиційний курс.

2. Визначено роль робототехніки в системі STEM-освіти. З'ясовано, що освітня робототехніка виступає технологічним ядром STEM-освіти, матеріалізуючи абстрактні алгоритмічні концепції через фізичні об'єкти. На основі аналізу робототехнічних платформ здійснено їх класифікацію за функціональними можливостями та дидактичним потенціалом, що дозволяє вчителю обирати засоби навчання відповідно до рівня підготовки учнів.

3. Здійснено аналіз навчально-методичного забезпечення. Виявлено суперечність між високою популярністю робототехніки в позашкільній освіті (гуртках) та недостатньою розробленістю методики її викладання в межах обов'язкового шкільного курсу інформатики. Більшість наявних матеріалів

орієнтовані на змагальну діяльність, тоді як шкільний курс потребує системного підходу, узгодженого з державною навчальною програмою.

4. Обґрунтовано методику та вікові особливості навчання.

Доведено, що ефективність вивчення робототехніки залежить від правильного вибору методів навчання (ігровий, проєктний, проблемний) відповідно до віку учнів. Запропоновано підхід до інтеграції робототехніки з основними темами курсу інформатики, такими як алгоритмізація, моделювання та програмування, що сприяє поглибленому розумінню теоретичного матеріалу.

5. Розроблено модель поетапного впровадження робототехніки.

Запропонована модель забезпечує неперервність навчання та наступність знань при переході між ланками школи. Вона передбачає поступове ускладнення інструментарію та завдань: від конструювання та візуального програмування в середніх класах до роботи зі складними електронними компонентами та текстовим кодуванням у старшій школі.

6. Розроблено практичні рекомендації та приклади проєктів. Для практичної реалізації методики розроблено серію навчальних проєктів з використанням найбільш поширених освітніх комплектів:

- **LEGO WeDo 2.0** — для формування базових інженерних навичок у учнів середнього шкільного віку;
- **LEGO MINDSTORMS EV3** — для поглибленого вивчення алгоритмізації та участі у змаганнях;
- **Arduino** — для вивчення основ електроніки та текстового програмування старшокласниками. Ці матеріали готові до впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жалдак М. І. Теоретичні та методичні засади навчання інформатики у загальноосвітній школі : монографія. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. 320 с.
2. Морзе Н. В. Методика навчання інформатики : навч. посіб. : у 4 ч. Київ : Навчальна книга – Богдан, 2003. Ч. 1–4.
3. Морзе Н. В. Компетентнісний підхід у навчанні інформатики // Інформаційні технології і засоби навчання. 2016. № 2(52). С. 12–24.
4. Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York : Basic Books, 1980. 238 p.
5. Papert S., Harel I. Constructionism. Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation, 1991. 193 p.
6. Bers M. U. Blocks to Robots: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom. New York : Teachers College Press, 2008. 154 p.
7. Wing J. M. Computational Thinking // Communications of the ACM. 2006. Vol. 49, No. 3. P. 33–35.
8. Барна О. В. STEM-освіта як інноваційний напрям розвитку природничо-математичної освіти // Фізика та астрономія в школі. 2017. № 2. С. 10–14.
9. Патрикеева О. О. STEM-підхід у навчанні інформатики: методичні аспекти // Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. № 5(67). С. 45–55.
10. Дзюба С. М. Освітня робототехніка як засіб формування STEM-компетентностей учнів // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2019. № 4. С. 112–120.
11. Bers M. U., Sullivan A. Robotics in the Early Childhood Classroom: Learning Outcomes from an 8-Week Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten through Second Grade // International Journal of Technology and Design Education. 2014. Vol. 24. P. 3–20.
12. Alimisis D. Educational Robotics: Open Questions and New Challenges // Themes in Science and Technology Education. 2013. Vol. 6, No. 1. P. 63–71.

- 13.Eguchi A. Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation // Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics. Padova, Italy, 2014. P. 27–34.
- 14.Робототехнічні системи: проектування і моделювання [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / М. М. Поліщук, М. М. Ткач; КПП ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112 с.
- 15.Arduino Documentation. URL: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage> (дата звернення: 05.12.2025).
- 16.Arduino Tutorial. URL: <https://www.tutorialspoint.com/arduino/index.htm> (дата звернення: 05.12.2025).
- 17.Mihelj M., Bajd T., Ude A., Lenarčič J. et al. Robotics. Springer International Publishing AG, 2019. 249 p.
- 18.Bräunl T. Embedded Robotics: From Mobile Robots to Autonomous Vehicles with Raspberry Pi and Arduino. Springer Nature, 2022. 519 p.
- 19.Brockett R. W. Robotic manipulators and the product of exponentials formula. International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems. Israel, 1983.
- 20.Budnyk O. Theoretical principles of using STEAM-technologies in the preparation of the teacher of the New Ukrainian school. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. 2018. 5(1). p. 23–30.
- 21.Correll N., Hayes B., Heckman C., Roncone A. Introduction to autonomous robots: mechanisms, sensors, actuators and algorithms. MIT Press, 2022.
- 22.Introduction to IoT (Cisco Networking Academy). URL: <https://www.netacad.com> (дата звернення: 06.12.2025).
- 23.Kevin M. Lynch, Frank C. Park. Modern robotics mechanics, planning, and control. Cambridge University Press, 2017. 642 p.
- 24.Pedersen B. K. M. K. et al. Taxonomy for Educational Robotics at Schools. Robotics in Education. RiE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, 515. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-12848-6_9

25. STEM Education: Preparing for the Jobs of the Future: report. April 2012. URL: http://www.jec.senate.gov/public/_cache/files/6aaa7e1f-9586-47be-82e7-326f47658320/stem-education---preparing-for-the-jobs-of-the-future-.pdf
26. Баранов С. С. Класифікація робототехнічних систем. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/2414-0325.2021.111/380> (дата звернення: 06.12.2025).
27. Безпоясний Б. С. Особливості вивчення робототехніки Lego Mindstorms EV3 (спецкурс для вчителів, тренерів, менторів програм Lego-education). Черкаси, 2017. 75 с.
28. Боровик Д. В., Вовковінська Н. В., Войченко О. П. Програма курсу «Технічна творчість. Робототехніка 5-9 класи». Комп'ютер у школі та сім'ї. Київ, 2017. №3. С. 12-17.
29. Бут Я. Спортивна робототехніка як перспективна складова системи освіти на прикладі руху FIRST. Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: збірник тез. Полтава: ПУЕТ, 2022. С. 90-95.
30. Бутурліна О. В., Артемеєва О. Є. Модельна навчальна програма «STEM. 7-9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для ЗЗСО. МОН, 2024.
31. Василюк А. Д., Клименко П. О., Ніфантаєв К. С. Програма курсу за вибором «Робототехніка» для учнів 8-9 класів. 2018.
32. Гезалова М. А. Навчальна програма з позашкільної освіти «Основи робототехніки та комп'ютерного моделювання». Запоріжжя, 2013. 12 с.
33. Глазова В. В., Полторацький О. В. Підготовка майбутніх учителів інформатики до організації занять з робототехніки. Зб. наук. пр. ДДПУ. Слов'янськ, 2020. Вип. 10. С. 98–103.
34. Глазова В. В., Сурков М. І. Використання робототехніки під час уроків інформатики. URL: <http://ddpu.edu.ua/images/fizmat/zbirnik/pp065-069.pdf>
35. Гуржій А. М., Нельга А. Т., Співак В. М. Основи автоматики та робототехніки: навч. посіб. Дніпро : «Гарант СВ», 2021. 243 с.
36. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/derzhavni-standarti>

37. Кабак І. П. Робототехніка як перспективна складова системи освіти на прикладі руху WorldSkills. Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: збірник тез. Полтава: ПУЕТ, 2022.
38. Коваленко О., Сапрунова О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США. Рідна школа. 2016. № 4. С. 46-50.
39. Кожем'яка Д. І. Навчальна програма курсу за вибором «Основи робототехніки» для вивчення у 5-9 класах. Лист ІМЗО від 04.12.2015 № 2.1/12-Г-106.
40. Концепція розвитку STEM-освіти до 2027 року. Розпорядження КМУ від 05.08.2020 № 960-р.
41. Кошель С. О., Ковальов Ю. А., Манойленко О. П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів. Центр учбової літератури, 2023. 256 с.
42. Крамаренко Т. Г., Банада О. С. Робототехніка як напрямок STEM-освіти та її зв'язок з математикою. Вісник Міжнародного дослідного центру. Кривий Ріг, 2018. 99 с.
43. Кривонос О. М., Кузьменко Є. В., Кузьменко С. В. Огляд платформи Arduino Nano 3.0 та перспективи використання під час навчального процесу. Інформаційні технології і засоби навчання. 2016. Том 56, № 6. С. 79-80.
44. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Човнюк Ю. В. Мехатроніка. Навчальний посібник. Київ, 2012. 357 с.
45. Луценко В. Ю. Використання засобів робототехніки при вивченні змістової лінії «Основи алгоритмізації та програмування»: метод. посібник. Вінниця : ММК, 2015. 38 с.
46. Лучковський А. І., Соколов В. А. Технічна обдарованість старшокласників: метод. рекомендації. Київ : ІОД НАПН України, 2018. 253 с.
47. Михайліченко М. В., Рудик Я. М. Освітні технології: навчальний посібник. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 583 с.

48. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2018. С. 178-187.
49. Морзе Н. В., Троценко Л. О., Гладун М. А. Основи робототехніки: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О. А., 2016. 184 с.
50. Навчальні програми з позашкільної освіти. Науково-технічний напрям / за ред. Шкури Г. А. Київ : УДЦПО, 2018. Вип. 3. 117 с.
51. Ніколайчук В. М. Основи робототехніки: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2008. 76 с.
52. Освітня робототехніка: зб. наук. пр. за матеріалами II Всеукраїнської науково-практичної конференції. Дніпро, 2022. 162 с.
53. Рябенський В. М., Ушкаренко О. О. Програмовані електронні системи керування, збору та обробки інформації. Миколаїв: Іліон, 2021. 490 с.
54. Саліхов М. М. Arduino – перспективний інструмент прототипування у робототехніці. Матеріали VIII Міжнародної конференції. Львів, 2023. С. 73–79.
55. Скрипник В. І., Скрипник О. О. Освітня робототехніка як напрям сучасної STEM-освіти. Управління школою. 2019. № 13-15. С. 2-10.
56. Струтинська О. В. Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки : монографія. Київ, 2020. 505 с.
57. Струтинська О. В. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. URL: <http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/254>
58. Трифонова О. М., Хомутенко М. В., Садовий М. І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів. Кропивницький, 2019. 120 с.
59. Цвіркун Л. І., Грулер Г. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. Дніпро : НГУ, 2017. 224 с.

60. Яшан Б., Скрипничук Н. Інтеграція курсу робототехніки як один із напрямків STEM освіти. Збірник тез конференції. Чернівці, 2021. С. 141-144.