

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра технологічної та професійної освіти

«До захисту допускаю»
завідувач кафедри технологічної
та професійної освіти,
доктор педагогічних наук, професор
_____ Леонід ОРШАНСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ
ОЗНАЙОМЛЕННЯ ШКОЛЯРІВ ІЗ ОСНОВАМИ
РОБОТОТЕХНІКИ У ПОЗАУРОЧНИЙ ЧАС

Спеціальність 014.10 Середня освіта (Технології)

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації – *вчитель технологій, вчитель інформатики*

Автор роботи: Мицак Віолета Миколаївна _____
підпис

Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент
Пагута Мирослав Вікторович _____
підпис

Дрогобич, 2025

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Зав. кафедри

24.10.2024 р.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ
на підготовку магістерської роботи

1. Тема: Організаційно-методичні аспекти ознайомлення школярів із основами робототехніки у позаурочний час.

2. Керівник: кандидат пед. наук, доцент Пагута Мирослав Вікторович.

3. Студент: Мицак Віолета Миколаївна.

4. Перелік питань, що підлягають висвітленню у кваліфікаційній роботі:

1) проаналізувати поняття «робототехніка» в контексті STEM-освіти, визначити її роль у формуванні сучасних технічних компетентностей школярів;

2) здійснити огляд сучасного стану впровадження елементів робототех.ніки в освітній процес закладів загальної середньої та позашкільної освіти;

3) визначити педагогічні можливості, обґрунтувати вимоги та розробити зміст роботи шкільного гуртка робототехніки;

4) розробити методичні рекомендації до викладання основ робототехніки в позаурочний час.

5. Список рекомендованої літератури:

Алексєєв О.П. Робототехніка. Київ: Вища школа, 2013. 284 с.

Архипов С. І. Методика навчання основам робототехніки: навч. посіб. К.: Ліра-К, 2020. 144 с.

Гололюбов В. З чого починаються роботи? Про проєкт Arduino для школярів. Київ: Фоліо, 2021. 230 с.

Грибенко Ю.С. STEM-освіта в школі: теорія і практика. Харків: Основа, 2019. 156 с.

Дидактика технологічної освіти: книга для вчителя / за ред. В.М. Мадзігона. Київ: Пед. думка, 2007. Ч. 1. 216 с.; 2008. Ч. 2. 168 с.; 2009. Ч. 3. 244 с.

Копосов Д.Г. Перший крок у робототехніку. Київ: Вища школа, 2021. 174 с.

Корендяєв О.І. Теоретичні основи робототехніки : в 2 кн. Київ: Наука, 2016. Кн. 1. 360 с.

Литвин А.В. Педагогічні та дидактичні можливості освітньої робототехніки. *Інновації в освіті*. 2012. № 1. С. 42 – 48.

Методика навчання технологій / за ред. В.К. Сидоренка. Глухів: Вид-во ГДПУ, 2008. 216 с.

Мякушко О.А., Колотова І.О., Сичинська Н.М., Смирнова Ю.В. Основи освітньої робототехніки: навч.-метод. посіб. Київ: Фоліо, 2024. 180 с.

Овсяницька Л.Ю., Овсяницький О.Д. Курс програмування робота Lego Mindstorms EV3: основні підходи, практичні приклади, секрети майстерності. Харків: ХІПТІ, 2018. 264 с.

Юркевич В.І. Основи робототехніки. 2-е вид. Харків: ХНУ, 2015. 240 с.

№ з/п	Назва етапу	Термін виконання	Термін звіту перед керівником, кафедрою
1.	Вивчення й аналіз псих.-педагогічної, методичної та спец. літератури; визначення вихідних положень дослідження (об'єкт, предмет, методи); формулювання мети; постановка завдань.	до 03.12.2024 р.	17.12.2024 р.
2.	Підготовка 1-го розділу роботи.	до 15.04.2025 р.	25.04.2025 р.
3.	Підготовка 2-го розділу роботи.	до 16.09.2025 р.	24.09.2025 р.
4.	Формування висновків. Оформлення роботи.	до 28.10.2025 р.	31.10.2025 р.
5.	Перевірка роботи на плагіат	до 14.11.2025 р.	21.11.2025 р.
6.	Попередній захист роботи і рецензування.	до 24.11.2025 р.	28.11.2025 р.

7. Дата видачі завдання – 24.10.2024 р.

8. Термін подачі роботи керівнику – 07.11.2025 р.

9. З вимогами до виконання роботи і завданням ознайомена _____ Мицак В.М.

10. Керівник _____ Пагута М.В.

ЗАХИСТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Тема : «Організаційно-методичні аспекти ознайомлення школярів із основами робототехніки у позаурочний час».

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою:

Коротка мотивація захисту:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

дата

Голова ЕК

ПІДПИС

прізвище та ініціали

Секретар ЕК

ПІДПИС

прізвище та ініціали

АННОТАЦІЯ

Мицак В. М. Організаційно-методичні аспекти ознайомлення школярів із основами робототехніки у позаурочний час. – Рукопис.

У дослідженні розглянуто концепцію робототехніки як ключового елементу STEM-освіти, що сприяє формуванню сучасних технічних компетентностей школярів. Проаналізовано поняття «робототехніка» у міждисциплінарному контексті, з'ясовано її роль у розвитку інженерного мислення, логіки, навичок програмування та роботи з електронікою. Проведено огляд сучасного стану впровадження елементів робототехніки в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України, виявлено тенденції та проблеми. Визначено педагогічні можливості шкільного гуртка робототехніки, обґрунтовано вимоги до його організації, запропоновано змістові модулі. Розроблено методичні рекомендації щодо викладання основ робототехніки в позаурочний час, які ґрунтуються на принципах STEM-інтеграції, проектної діяльності, кооперативного навчання та гейміфікації. Запропоновані матеріали можуть бути використані педагогами для модернізації гурткової технічної освіти та підвищення її ефективності.

Ключові слова: робототехніка, STEM-освіта, проектне навчання, шкільний гурток, зміст і педагогічні умови, методичні рекомендації.

SUMMARY

Mitsak V.M. Organisational and Methodological Aspects of Acquainting Schoolchildren with the Basics of Robotics in Extracurricular Time - Manuscript.

The study considers the concept of robotics as a key element of STEM education, which contributes to the formation of modern technical competences of schoolchildren. The concept of «robotics» in an interdisciplinary context is analysed, its role in the development of engineering thinking, logic, programming skills and work with electronics is clarified. An overview of the current state of implementation of robotics elements in general secondary and out-of-school education institutions of Ukraine is carried out, trends and problems are identified. The pedagogical possibilities of a school robotics club are determined, the requirements for its organisation are substantiated, and content modules are proposed. Methodological recommendations for teaching the basics of robotics in extracurricular time based on the principles of STEM integration, project activities, cooperative learning, and gamification have been developed. The proposed materials can be used by teachers to modernise technical education and improve its effectiveness.

Keywords: robotics, STEM education, project-based learning, school club, content and pedagogical conditions, methodological recommendations.

ЗМІСТ

ВСТУП	2
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З РОБОТОТЕХ- НІКОЮ УЧНІВ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	5
1.1. Поняття робототехніки: науково-технічна база і роль у технологічній та STEM-освіті	5
1.2. Психолого-педагогічні особливості ознайомлення школярів з робо- тотехнікою	12
1.3. Історія розвитку та сучасний стан впровадження робототехніки в освітній процес.....	22
1.4. Позаурочна діяльність як важлива форма ознайомлення школярів з основами робототехніки	27
Розділ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ШКІЛЬНОГО ГУРТКА РОБОТОТЕХНІКИ	37
2.1. Система вимог до організації гурткової роботи з робототехніки	37
2.2. Проєктування робочої навчальної програми шкільного гуртка робототехніки	46
2.3. Методичні рекомендації щодо організації занять у шкільному гуртку робототехніки	59
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Актуальність дослідження. У ХХІ столітті людство вступило в нову епоху технічного прогресу, у якій ключовими драйверами розвитку є штучний інтелект, автоматизація, цифровізація та робототехніка. Робототехніка, як міждисциплінарна галузь, об'єднує знання з програмування, електроніки, механіки, математики, фізики та інших науково-технічних дисциплін. Це робить її унікальним засобом інтегрованого навчання і потужним інструментом розвитку STEM-освіти, яка визначена одним із пріоритетних напрямів реформування сучасної системи освіти як в Україні, так і в усьому світі.

Згідно з Концепцією «Нова українська школа», однією з основних цілей сучасної загальної середньої освіти є формування в учнів ключових компетентностей, серед яких вагоме місце займають технічне мислення, інформаційно-комунікаційна грамотність, креативність та здатність до самостійного навчання. Робототехніка як навчальна діяльність повністю відповідає цим вимогам, оскільки стимулює учнів до дослідницької, експериментальної та проектної роботи, сприяє розвитку логіки, просторового мислення, навичок роботи в команді, уміння знаходити й реалізовувати нестандартні рішення.

Особливого значення набуває використання робототехніки в позаурочний час. На відміну від обмеженого обсягу навчального часу в рамках уроків, позаурочна діяльність дозволяє гнучко організувати навчання з урахуванням індивідуальних особливостей учнів, їхніх зацікавлень та рівня підготовки. Гуртки, факультативи, проєктні студії, секції та клуби з робототехніки створюють умови для глибшого занурення у предмет, розвитку самостійності, відповідальності й ініціативності учнів. Крім того, позаурочна діяльність сприяє формуванню мотивації до навчання, орієнтації учнів на технічні спеціальності, що є вкрай важливим у контексті потреб сучасного ринку праці.

Разом з тим, незважаючи на стрімке впровадження робототехніки в освітній процес, організаційно-методичні аспекти цієї діяльності залишаються недостатньо дослідженими. Зокрема, актуальними є проблеми ефективної організації позаурочної діяльності з урахуванням матеріально-технічної бази закладів освіти; добір форм і методів навчання, найбільш

доцільних на різних етапах засвоєння основ робототехніки; адаптація змісту навчання для учнів різного віку; забезпечення результативної співпраці між педагогами, батьками та учнями в процесі позаурочної роботи; розроблення навчально-методичного забезпечення, яке відповідатиме вимогам сучасної освіти.

Таким чином, необхідність дослідження організаційно-методичних підходів до ознайомлення школярів з основами робототехніки у позаурочний час зумовлена кількома ключовими чинниками: стратегічною важливістю формування технічного мислення та інженерної грамотності у молодого покоління; потребою в оновленні й осучасненні форм позаурочної діяльності; викликами, які постають перед системою освіти в умовах цифрової трансформації суспільства; необхідністю розроблення практичних рекомендацій для педагогів системи позашкільної освіти.

Відтак, тема магістерської роботи «**Організаційно-методичні аспекти ознайомлення школярів із основами робототехніки у позаурочний час**» є достатньо актуальною, соціально значущою, педагогічно обґрунтованою та практично орієнтованою, а результати дослідження можуть стати важливим внеском у розвиток сучасної системи освіти України, зокрема у контексті впровадження STEM-технологій в освітнє середовище закладів загальної середньої та позашкільної освіти.

Об'єкт дослідження – позаурочна діяльність школярів у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – зміст, форми, методи і засоби організації гурткових занять із робототехніки у закладі загальної середньої освіти.

Мета дослідження – обґрунтувати та розробити організаційно-методичні підходи до ефективного ознайомлення школярів з основами робототехніки у позаурочний час із метою формування в них технічного мислення, інженерної грамотності та зацікавлення до STEM-галузі.

Для досягнення реалізації мети були поставлені такі **завдання**:

1. Проаналізувати поняття «робототехніка» в контексті STEM-освіти, визначити її роль у формуванні сучасних технічних компетентностей школярів.

2. Здійснити огляд сучасного стану впровадження елементів робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої та позашкільної освіти.

3. Визначити педагогічні можливості, обґрунтувати вимоги та розробити зміст роботи шкільного гуртка робототехніки.

4. Розробити методичні рекомендації щодо викладання основ робототехніки в позаурочний час.

Теоретична значущість дослідження полягає в узагальненні, систематизації та поглибленні знань щодо організаційно-методичних засад ознайомлення школярів з робототехнікою в умовах позаурочної діяльності. У роботі розкрито: поняттєво-категоріальний апарат, пов'язаний з робототехнікою у контексті STEM-освіти та психолого-педагогічні особливості залучення учнів до технічної творчості. Дослідження доповнює науково-педагогічну теорію позаурочної діяльності, зокрема у сфері інноваційної, технічної та STEM-освіти, а також створює підґрунтя для подальших досліджень із питань методики викладання робототехніки в загальній середній освіті.

Практична значущість магістерської роботи полягає у підготовці методичних рекомендацій учителям трудового навчання та технологій щодо організації та проведення занять із робототехніки у позаурочний час; розроблення навчально-методичних матеріалів і програм гурткової роботи; впровадження ефективних методик навчання основам робототехніки; стимулювання інтересу учнів до технічної творчості та інженерних професій. Також результати дослідження сприятимуть удосконаленню змісту позаурочної STEM-освіти та підвищенню її ефективності.

Апробація результатів: виступ і тези доповіді «Ціннісні аспекти вивчення школярами основ робототехніки» в збірнику матеріалів XII Міжнародної науково-практичної конференції викладачів та студентів факультету ФМЕІТ «Актуальні проблеми сучасної науки».

Структура. Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів (7 підрозділів), висновків і списку використаних джерел (57 найменувань). Загальний обсяг становить 77 сторінок друкованого тексту, з яких 67 сторінок основного тексту. Робота містить 2 таблиці та 10 рисунків.

Розділ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З РОБОТОТЕХНІКОЮ УЧНІВ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Поняття робототехніки: науково-технічна база і роль у технологічній та STEM-освіті

Робототехніка – це міждисциплінарна галузь, яка об’єднує елементи механіки, електроніки, інформатики, сенсорних технологій та штучного інтелекту з метою створення, програмування і використання роботів для виконання різноманітних завдань. Згідно з визначенням Міжнародної організації зі стандартизації (ISO), робот – це автоматизований керований пристрій, здатний до програмованих дій у тривимірному середовищі (ISO 8373:2012). Таким чином, робототехніка як наука має ґрунтовну технічну базу, включаючи знання з фізики, математики, алгоритмізації, електроніки та інженерного проектування.

На сучасному етапі розвитку технологій робототехніка активно впроваджується в промисловість, медицину, аграрний сектор, логістику, сферу обслуговування, військову справу та, безумовно, в освіту. В останні десятиліття освітня робототехніка утвердилася як окремий, динамічно розвиваний напрям сучасної педагогіки, що базується на ідеях інженерно-технологічної підготовки учнів. Її головна мета – створити освітнє середовище, у якому дитина через практичну діяльність пізнає технічні процеси, навчається конструювати, програмувати та працювати з різними типами електронних пристроїв. Це не просто додатковий компонент навчання, а цілісна система формування ключових компетентностей, що поєднує технічну творчість, проектну діяльність та дослідницьку активність учнів.

Освітня робототехніка (англ. *educational robotics*) передбачає використання робототехнічних платформ, програмного забезпечення та методичних підходів для навчання школярів та студентів. Особливістю цього

напрямку є його спрямованість на розвиток критичного мислення, вміння працювати в команді, вирішувати складні проблеми, тобто саме тих навичок, які найбільше затребувані в сучасному суспільстві. Як наголошує Т. Семенова, «Освітня робототехніка – це не лише техніка, а й педагогіка, що змінює парадигму навчання: від пасивного споживання знань — до активного їх конструювання» [50, с. 112].

Освітня робототехніка включає три взаємопов'язані складові: конструкторську діяльність – складання роботів із різних модулів або деталей, що розвиває просторову уяву, точність, логіку й моторику; 2) програмування – написання алгоритмів для керування рухами робота, сенсорними реакціями, що сприяє розвитку алгоритмічного мислення; 3) проектування і тестування – створення власних розробок, їх модифікація та вдосконалення на основі аналізу результатів діяльності.

Практика показує, що залежно від віку учнів та рівня підготовки, використовуються різні платформи: для початкової школи – Lego WeDo, Bee-Bot; для середньої школи – Lego Mindstorms, Makeblock, Micro:bit; для старшої школи – Arduino, Raspberry Pi, роботизовані платформи з відкритим кодом. Таким чином, на кожному віковому етапі освітня робототехніка вирішує свої задачі: формування інтересу до техніки, закладання базових понять у молодших школярів; розвиток компетентностей і аналітичного мислення – у середній ланці; та професійна орієнтація, участь у науково-дослідницьких проєктах – у старшій школі.

Суттєвою перевагою освітньої робототехніки є його гнучкість і можливість організації як в урочній, так і в позаурочній формі. Позаурочна діяльність дозволяє вийти за межі типових навчальних програм, реалізовувати гурткову, секційну, факультативну або навіть міжшкільну взаємодію. Це особливо актуально в умовах недостатньої кількості годин на STEM-дисципліни в базовому навчальному плані.

Робототехніка – це ще й інструмент міждисциплінарного навчання, який дозволяє органічно поєднувати елементи математики, фізики,

інформатики, трудового навчання, а також англійської мови – у контексті роботи з інтерфейсами програм, технічною термінологією, документацією. Як влучно зазначає Н. Ільченко, «робототехніка є освітнім каталізатором, який змушує учнів не лише «вчити», а «розуміти», «застосовувати» та «творити» [21с. 96].

Сучасна освітня політика передбачає масове впровадження технологій у навчання, тому освітня робототехніка є прикладом ефективного поєднання теорії з практикою, цифровізації з діяльнісним підходом. Вона дозволяє забезпечити нову якість освіти, орієнтовану на результат, творчість і конкурентоспроможність випускника.

Крім того, у дослідженнях освітян наголошується, що робототехніка в освіті не лише сприяє засвоєнню технічних знань, а й формує навички розв’язання проблем, логічного мислення, командної взаємодії й відповідального ставлення до результатів своєї діяльності. Як зазначає С. Архипов, «робототехніка в освітньому процесі – це не лише засіб вивчення технічних дисциплін, а й потужний мотиваційний ресурс, здатний пробудити інтерес до наукової діяльності ще в школярському віці» [2, с. 18].

Науково-технічна база робототехніки охоплює декілька ключових галузей знань, кожна з яких робить вагомий внесок у створення, програмування та функціонування робототехнічних систем. Її міждисциплінарна природа дає змогу не лише застосовувати окремі знання, а й формувати інтегроване розуміння складних технічних процесів, що є основою сучасної інформативної та технологічної підготовки учнів.

1. Механіка та кінематика. Це фундаментальна галузь фізико-технічних знань, яка вивчає принципи побудови механізмів, передачі руху, обертання, переміщення тіла у просторі. У контексті робототехніки механіка відповідає за конструктивну частину роботи – шасі, важелі, приводи, редуктори, маніпулятори тощо, тобто ті елементи, які забезпечують рух. Учні засвоюють поняття моменту сили, тертя, центра мас, балансу, що безпосередньо застосовується під час складання та вдосконалення моделей

роботів. Практична робота з механічними елементами стимулює просторове мислення і навички технічного моделювання.

2. Електроніка та електротехніка. Ці здавалося «не шкільні» навчальні дисципліни забезпечують розуміння роботи електричних схем, джерел живлення, датчиків, світлодіодів, моторів та інших компонентів, що приводять механізми в дію. Робототехніка дає змогу наочно пояснити такі фізичні явища, як напруга, струм, опір, електромагнетизм та ін., а також знайомить учнів з принципами побудови реальних електронних пристроїв. Під час роботи над проєктами учні навчаються складати прості електричні схеми, користуватися мультиметрами, працювати з макетними платами (*breadboards*), що розвиває навички точності, відповідальності та безпеки.

3. Інформатика і програмування. Ці складові є центральними у сучасній робототехніці, оскільки будь-який робот – це програмований пристрій. Учні навчаються створювати алгоритми, користуються мовами програмування (Scratch, Python, C/C++), використовують середовища розробки (Arduino IDE, MakeCode, TinkerCAD, EV3 Lab). Під час складання програм для управління рухом, реакціями на сенсори, звуковими або світловими сигналами школярі засвоюють принципи логіки, циклів, умов, змінних – базові конструкції алгоритмів. Таким чином, формується не лише алгоритмічне мислення, а й здатність бачити зв'язок між програмним кодом і фізичними діями пристрою.

4. Сенсорні технології. Цей напрям охоплює роботу з пристроями зчитування інформації з навколишнього середовища: ультразвуковими датчиками, ІЧ-датчиками, гіроскопами, акселерометрами, датчиками температури, освітлення, кольору. В освітній робототехніці сенсори – це ключ до інтерактивної поведінки роботів, коли пристрій реагує на зміну середовища, обходить перешкоди, слідує за лінією, визначає відстань. Робота з такими технологіями вимагає від учня не лише точності, а й аналітичного мислення – учень має передбачити, як зміниться поведінка робота за різних умов, і оптимізувати програму.

5. Штучний інтелект і машинне навчання. У старших класах й у межах гурткової діяльності школярі можуть знайомитися з основами AI та ML, зокрема розпізнаванням образів, машинним зором (наприклад, OpenCV), управлінням на основі моделей. Робототехніка стає точкою входу у складні технології майбутнього, роблячи їх доступними і цікавими для учнів. Наприклад, використовуючи камеру й алгоритм на базі штучного інтелекту, робот може слідувати за об'єктом, розпізнавати жести або кольори.

6. Системне мислення і проєктування. Ознайомлення з роботами вимагає інтеграції всіх вищезгаданих компонентів у єдину функціональну систему. Учень повинен вміти бачити зв'язки між фізичними конструкціями, електронікою, програмним кодом і реальними результатами. Це формує системне, конструктивне мислення, здатність до самостійного планування, постановки задач і пошуку оптимальних рішень.

7. Інженерна графіка, моделювання та 3D-дизайн. Сучасні програми робототехнічної підготовки часто включають також компоненти цифрового проєктування – створення тривимірних моделей корпусів, деталей, сенсорних платформ тощо. Учні вивчають програми на кшталт Tinkercad, Fusion 360, FreeCAD, що дозволяє перейти від візуалізації до виготовлення моделей на 3D-принтері. Це поглиблює розуміння виробничих процесів, матеріалознавства та моделювання.

Усі ці компоненти в комплексі становлять науково-технічну основу робототехніки, яка виходить за межі окремої дисципліни і формує потужну платформу для розвитку інженерної культури учнів. Завдяки інтеграції робототехніки в шкільну освіту, знання з фізики, математики, інформатики, технологій перестають бути абстрактними – вони отримують реальне, практичне застосування, що підвищує мотивацію до навчання та полегшує засвоєння складних понять. Як підкреслює Є. Поліщук, «робототехніка в освітньому процесі трансформує знання з теоретичних у прикладні, формуючи новий тип освітнього середовища – від STEM-лабораторії до технічного гуртка» [41, с. 27].

Особливістю освітньої робототехніки є її тісний зв'язок з технологічною освітньою галуззю, тобто застосування знань через проєктно-технологічну діяльність [22]. Вона не обмежується лише теоретичним засвоєнням матеріалу, а акцентує увагу на практичному використанні знань у процесі створення конкретного продукту – робота. Створення навіть простого мобільного робота потребує від учня комплексного підходу до розв'язання поставлених завдань: конструювання, складання електричних схем, написання коду, тестування і корекції. Такий міждисциплінарний підхід поєднує знання і навички з фізики, математики, інформатики, інженерії та технологій, сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу та формуванню системного мислення.

Цей процес стимулює розвиток так званих *soft skills* – навичок співпраці, критичного мислення, гнучкості, креативності, відповідальності та самостійного навчання, що є невід'ємними складовими сучасної STEM-освіти. Учні вчаться працювати в команді, розподіляти обов'язки, приймати спільні рішення та долати труднощі, що виникають у процесі реалізації проєктів. Водночас, індивідуальна робота над кодом або механічними вузлами розвиває навички самоменеджменту та пошуку рішень у складних ситуаціях.

STEM-освіта, своєю чергою, є відповіддю на глобальні виклики XXI століття, коли стрімкий розвиток технологій вимагає від молодого покоління не лише базових знань, а й уміння їх застосовувати у нестандартних ситуаціях, генерувати нові ідеї та адаптуватися до змін. Усе частіше затребуваними стають професії, які поєднують знання з кількох галузей, зокрема ІТ, інженерії, біотехнологій, що передбачає відповідну підготовку ще зі школи.

В українському освітньому просторі STEM-освіта стала одним із пріоритетних напрямів реалізації реформи Нової української школи. Вона передбачає переорієнтацію освітнього процесу з передачі знань на розвиток компетентностей, необхідних у реальному житті. Робототехніка в цьому

аспекті посідає особливе місце, оскільки дозволяє на практиці реалізувати принципи міжпредметної інтеграції, формувати в учнів не лише академічні, а й практичні навички. Саме через освітню робототехніку учні можуть побачити реальні результати своєї діяльності, що підвищує мотивацію до навчання і формує усвідомлене ставлення до вибору майбутньої професії.

Як зазначає Ю. Грибенко, «робототехнічні проєкти стають ефективним майданчиком для формування ключових компетентностей, що відповідають вимогам Нової української школи» [10, с. 52]. Адже їх інтегративний характер робототехніки проявляється в тому, що учень під час створення проєкту поєднує знання з кількох шкільних предметів одночасно з: математики – обчислення координат, кутів повороту, пропорційності руху; фізики – основи електрики, магнетизму, механіки; інформатики – алгоритмізація, логіка, робота з кодом; технологій – інструментальна обробка матеріалів, створення макетів і моделей.

Крім того, робототехніка розглядається як засіб ранньої профорієнтації учнів у сфері інженерії, програмування, мехатроніки, ІТ-галузі. Уже в базовій середній школі учні можуть зрозуміти свої інтереси і здібності, долучившись до гуртків робототехніки, участі в олімпіадах, конкурсах, хакатонах тощо. Це дозволяє формувати технологічну культуру, технічне мислення, розуміння виробничих процесів і розвиток практичних кмінь і навичок, що надзвичайно актуально для сучасного ринку праці.

Позитивним є й те, що робототехніка – це доступна форма навчання: завдяки появі освітніх наборів (Lego Education, Arduino, Micro:bit тощо) учні можуть у зрозумілій формі опанувати складні проєктні й техніко-технологічні принципи. Такі набори зорієнтовані на різні вікові групи, що дає змогу розпочинати вивчення елементів робототехніки вже з початкової школи, поступово ускладнюючи завдання.

Науково-педагогічна спільнота України визнає значення робототехніки як елемента модернізації освітнього процесу. У методичних рекомендаціях Міністерства освіти і науки України щодо організації позаурочної діяльності

зазначено, що інтеграція елементів STEM та, зокрема, робототехніки є перспективним напрямом розвитку позашкільної освіти [34].

Таким чином, можна зробити висновок, що робототехніка в сучасному освітньому середовищі виступає не лише своєрідним навчальним предметом, а повноцінною освітньою платформою, яка поєднує знання, навички, творчість, технічну культуру та міжпредметну інтеграцію. Її впровадження у позаурочну діяльність сприяє формуванню різнобічно розвиненої особистості, готової до викликів сучасного цифрового і технологічного світу.

1.2. Психолого-педагогічні особливості ознайомлення школярів з робототехнікою

В умовах стрімкого науково-технічного прогресу все більшої актуальності набуває необхідність раннього ознайомлення учнів із цифровою технікою, виробничими процесами, проєктної-технологією діяльністю [32]. Від ефективності цього процесу значною мірою залежить не лише формування науково-технічного світогляду учнів, а й рівень їхньої готовності до свідомого професійного самовизначення. Водночас ефективне впровадження робототехніки у шкільну освіту вимагає урахування вікових, психологічних та педагогічних особливостей розвитку школярів, які впливають на мотивацію, сприйняття, засвоєння та застосування знань.

Психологічний розвиток учнів шкільного віку характеризується динамічністю, поступовим переходом від конкретно-образного до абстрактно-логічного мислення. Це безпосередньо впливає на здатність засвоювати технічні поняття, аналізувати явища та будувати причинно-наслідкові зв'язки.

У молодшому шкільному віці (6–10 років) домінує наочно-дійове й образне мислення, що обумовлює потребу в використанні наочності, практичної діяльності, моделей, фізичних об'єктів. Діти цього віку краще сприймають технічні знання через гру, експерименти, конструювання з

матеріалами, що легко піддаються маніпуляціям. «У процесі навчання вони ще не здатні до абстрагування, тому важливо пов'язувати нові поняття з життєвим досвідом та знайомими об'єктами» [5, с. 114]. Учні початкової школи переважно зорієнтовані на наочне і практичне пізнання світу. Саме тому на цьому етапі доцільно використовувати ігрові та конструктивні форми навчання. Наприклад, у початковій школі під час занять з предмета «Я досліджую світ» учні можуть працювати з наборами LEGO Education WeDo, де створення простого механізму — вітряка, вантажівки або звіра — дозволяє їм опанувати базові інженерні поняття (рух, вісь, шестерня) у зрозумілій, ігровій формі.

У середньому шкільному віці (10–14 років) спостерігається формування логічного мислення, зростає здатність до аналізу та синтезу, послідовного міркування, класифікації понять. Як зазначає М. Савчин, «учні середнього шкільного віку починають оперувати абстрактними категоріями, можуть встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, робити умовиводи» [4, с. 42]. Це відкриває нові можливості у вивченні технічних дисциплін: вони вже здатні не просто запам'ятовувати принцип дії механізму, а й осмислювати його структуру, розуміти логіку його роботи, моделювати технічні процеси на теоретичному рівні. В учнів середніх класів зростає інтерес до складних видів діяльності, і саме тут вперше можуть з'явитися заняття з основ робототехніки, моделювання чи основ програмування. Наприклад, у 5–7 класах на гуртках технічної творчості учні створюють діючі моделі мостів, ліфтів або світлофорів, використовуючи набори Arduino або Makeblock. Учень не просто збирає конструкцію — він вивчає, як працює сенсор або мікросхема, як запрограмувати її в середовищі Scratch або mBlock.

У старшому шкільному віці (14–17 років) переважає абстрактно-логічне мислення, з'являється схильність до аналізу складних систем, формалізації знань, використання алгоритмічного підходу. Учні здатні працювати з умовними позначеннями, схемами, технічною документацією,

використовувати символічну мову, зокрема в програмуванні чи математичному моделюванні. Вони можуть планувати експерименти, робити гіпотези, оцінювати ефективність обраних рішень, виявляти помилки та самостійно їх виправляти. Водночас у цьому віці важливо враховувати індивідуальні відмінності в когнітивному розвитку, стилі навчання, рівні мотивації та професійних інтересах. У старшому шкільному віці учні здатні до глибокого аналітичного мислення, що дозволяє вивчати технічні дисципліни більш структуровано. Наприклад, у старших класах учні беруть участь у всеукраїнських конкурсах, як-от «FIRST Tech Challenge» або «Всеукраїнська олімпіада з робототехніки», де мають створити автономного робота з програмованим маршрутом і виконанням завдань. Така діяльність вимагає комплексних навичок: від створення електронних схем і конструювання – до точного написання коду на мовах, як Python чи C++.

Таким чином, здатність учнів засвоювати технічні поняття, аналізувати явища, будувати причинно-наслідкові зв'язки формується поступово і потребує відповідного психолого-педагогічного підходу, що враховує етапи когнітивного розвитку на кожному віковому рівні.

Педагогічна практика доводить, що формування інтересу до робототехніки в учнів неможливе без створення відповідного освітнього середовища. Це середовище повинно бути стимулювальним, безпечним, інноваційним і відкритим до досліджень, а також має забезпечувати доступ до сучасних матеріалів, обладнання, цифрових технологій, сприяти розвитку самостійної пізнавальної діяльності та творчого підходу до вирішення технічних завдань.

Таке освітнє середовище повинно інтегрувати міжпредметні зв'язки – поєднувати знання з фізики, математики, інформатики, технології та ін. Важливо також, щоб воно стимулювало рефлексію, критичне мислення, командну роботу й відповідальність за результат. Наприклад, проєктно-орієнтоване навчання, де учень не лише засвоює знання, а й застосовує їх у створенні реального продукту (модель, прототип, робот), формує не лише

інтерес, а й внутрішню мотивацію до подальшого вивчення техніки. Крім того, освітнє середовище має бути адаптивним до різних рівнів підготовки учнів: включати як базові модулі для новачків, так і розширені завдання для учнів з високим рівнем зацікавленості. Сприятливим є середовище, в якому вчитель виступає не лише джерелом знань, а й наставником, консультантом, фасилітатором учнівської діяльності. Відтак, створення відповідного освітнього середовища – це необхідна передумова для якісного ознайомлення школярів з технічними дисциплінами, розвитку їхньої пізнавальної активності, професійної орієнтації та інженерного мислення.

Мотиваційна підтримка учнів є ключовим чинником успішного залучення до робототехніки. Мотивовані учні виявляють вищий рівень зацікавленості, активності та відповідальності в освітньому процесі. Для формування й підтримання мотивації важливо створювати навчальні ситуації, в яких учень бачить практичну значущість отриманих знань і розуміє, як їх можна застосувати в реальному житті. Наприклад, учні 6–8 класів Самбірського ліцею №1, вивчаючи принципи електричного струму, самостійно виготовили «розумний будинок» – макет, де світло вмикається за допомогою датчика руху. Це дало змогу не лише закріпити знання з фізики, а й відчутти їхнє практичне значення.

Крім того, педагогічно доцільно використовувати проєктну діяльність, елементи дослідництва, конкурси, змагання, навчальні ігри, моделювання життєвих ситуацій. Наприклад, у Самбірському КЗЛОП «Самбірський фаховий педагогічний коледж імені Івана Филипчака» у 16–17 квітня 2025 року проводився хакатон на тему «Розумне місто», в якому, крім студентів, брали участь учні самбірських закладів загальної середньої освіти. Опитування школярів показало, що мотивуючим чинником було не лише розроблення технічного рішення (наприклад, автоматизованої системи сортування сміття або вуличного освітлення на сонячних батареях), а й відчуття цінності, важливості своєї роботи для громади міста Самбір. Сам

факт демонстрації проєктів перед однолітками, батьками та представниками місцевої громади стало потужним мотиваційним фактором.

Відомо, що мотивацію значно підсилює можливість вибору: коли учні самостійно обирають теми проєктів, добирають інструменти для його реалізації, формат роботи (індивідуальна, групова тощо). Це сприяє розвитку внутрішньої мотивації, що ґрунтується на інтересі, допитливості, прагненні до самореалізації. Також важливим є позитивне підкріплення з боку педагога: визнання зусиль, підтримка навіть у разі помилок, створення атмосфери довіри та прийняття. Наприклад, учень, який вперше спробував запрограмувати мікроконтролер і зіткнувся з труднощами, потребує не критики, а заохочення до подальшого пошуку рішення. Поступовий успіх і схвалення з боку вчителя та однокласників формують впевненість у власних силах, що, у свою чергу, стимулює глибше занурення в технічні знання. Тому мотиваційна підтримка учнів у процесі ознайомлення з робототехнікою має бути системною, різнорівневою, емоційно забарвленою та орієнтованою на розвиток особистісної значущості знань, що здобуваються.

Особистісно-орієнтоване навчання є важливим принципом сучасної педагогіки, особливо у процесі ознайомлення учнів з робототехнікою. Воно «передбачає врахування індивідуальних особливостей кожного учня – його інтересів, здібностей, рівня підготовки, темпу навчання, стилю мислення та потреб у розвитку. Такий підхід дозволяє створити умови, за яких учень не лише здобуває знання, а й реалізує свій потенціал, формує впевненість у власних силах і виявляє ініціативу» [16, с. 69].

У процесі вивчення робототехніки особистісно-орієнтований підхід передбачає надання учням можливості обирати теми проєктів, способи виконання завдань, інструменти для реалізації задуму. Наприклад, у рамках вивчення основ робототехніки учням слід запропонувати декілька варіантів проєктів: один обирає розробку автономного транспортного засобу, інший – «розумну» метеостанцію, а третій – інтерактивну іграшку. Таким чином, кожен працює над тим, що йому цікаво, і це значно підвищує мотивацію та

залученість. Так, наприклад, у Самбірському ліцеї № 1, де популярний ІТ-напрямок, учнів старших класів часто поділяють на мінігрупи за інтересами: одні займаються програмуванням, інші – схемотехнікою, ще інші – дизайном корпусів у 3D-редакторах. Завдяки цьому учні працюють з максимальною зацікавленістю, обираючи те, що їм ближче.

Крім того, особистісно-орієнтоване навчання дозволяє враховувати різний рівень стартових знань й умінь учнів. У роботехніці це особливо актуально, адже хтось уже має досвід роботи з мікроконтролерами, а хтось тільки починає знайомство з основами схемотехніки. В умовах диференційованого підходу педагог може запропонувати завдання різного рівня складності: базові – для учнів-початківців, і поглиблені – для тих, хто прагне більшого виклику.

Важливим елементом такого підходу є індивідуальне наставництво. Педагог, який виступає не лише як джерело інформації, а й тьютором або фасилітатором, допомагає учням сформулювати власні освітні цілі, знайти шляхи до їх досягнення, підтримує у процесі самонавчання та рефлексії. Так, наприклад, старшокласники, які цікавляться 3D-друком, мають отримати підтримку у створенні власного макету механізму, який потім буде реалізовано на шкільному обладнанні. Таким чином, особистісно-орієнтоване навчання в галузі роботехніки не лише забезпечує ефективніше засвоєння знань, а й сприяє розвитку самостійності, відповідальності, творчості й індивідуального підходу до вирішення технічних завдань.

Використання міжпредметних зв'язків є однією з ключових умов ефективного ознайомлення школярів з робототехнікою. Такий підхід дозволяє подати навчальний матеріал цілісно, у контексті реального світу, де технічні задачі ніколи не розв'язуються у межах лише однієї галузі знань. Поєднання знань із фізики, математики, інформатики, хімії, технологій й навіть біології сприяє формуванню системного мислення й здатності застосовувати теоретичні знання на практиці. Наприклад, при вивченні електротехніки учні використовують математичні знання для обчислення

струму та напруги, знання фізики – для розуміння принципів дії електричних схем, а інформатику – для програмування мікроконтролерів, які керують тими ж схемами. Таким чином, технічне завдання стає міждисциплінарним проєктом, у якому знання з різних предметів зливаються в єдину практичну діяльність.

Таким прикладом є створення автоматизованої теплиці в Дрогобицькому ліцеї №2, де учні, реалізуючи цей проєкт, застосовували знання з біології (умови росту рослин), фізики (вимірювання температури й вологості), інформатики (програмування датчиків та контролера), технологій (виготовлення каркасу) та математики (розрахунок об'єму, площі, часу поливу). Такий проєкт не лише сприяв розвитку в учнів технічних навичок, а й сформував уявлення про взаємозв'язки між науками та їхнє практичне значення.

Застосування міждисциплінарних зв'язків також сприяє розвитку ключових компетентностей: уміння навчатися впродовж життя, критичного мислення, роботи в команді та вирішення комплексних проблем. Учні вчаться співпрацювати, розподіляти обов'язки, обговорювати різні підходи, обґрунтовувати свої рішення – усе це є необхідним як для подальшого навчання, так і для майбутньої професійної діяльності. Відтак міждисциплінарна інтеграція у навчанні технічних дисциплін не лише урізноманітнює освітній процес, а й підвищує його практичну спрямованість, мотиваційний потенціал та відповідність вимогам сучасного світу.

Застосування сучасних технологій в освітньому процесі суттєво змінює підходи до ознайомлення школярів з робототехнікою, роблячи навчання більш інтерактивним, наочним та ефективним. «Технології віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR), 3D-моделювання, хмарні платформи, цифрові симулятори, інтелектуальні навчальні системи відкривають нові можливості для глибшого засвоєння складних технічних понять» [22, с. 21].

У межах пілотного проєкту МОН України «STEM-школа» в Львівських школах № 43 та № 91 в 2024 році було створено VR-лабораторії, де учні

мають змогу віртуально зібрати, наприклад, двигун внутрішнього згоряння, змінюючи його параметри (наприклад, об'єм циліндрів, тип пального, спосіб охолодження) і миттєво спостерігаючи вплив цих змін на його роботу. Такий досвід є неможливим у традиційному шкільному кабінеті без дорогого обладнання, однак у віртуальному середовищі учні без ризику можуть експериментувати, вчитися на помилках та глибше розуміти механізми роботи складних технічних систем. Окрім VR, в цих львівських школах активно використовуються й інші цифрові інструменти. Наприклад, програми типу Tinkercad чи Fusion 360, які дозволяють учням створювати 3D-моделі деталей, які потім можуть бути надруковані на 3D-принтері. У поєднанні з Arduino чи іншими мікроконтролерами це дає змогу реалізовувати повноцінні технічні проєкти – від роботів до автоматизованих побутових пристроїв [47].

Крім того, сучасні технології сприяють персоналізації навчання: за допомогою освітніх платформ (наприклад, Google Classroom, Khan Academy, Code.org) учні можуть обирати свій темп роботи, проходити адаптивні тести, отримувати миттєвий зворотний зв'язок та рекомендації. Це особливо важливо, адже кожен учень може мати різний рівень підготовки і темп засвоєння навчального матеріалу. Застосування цифрових технологій не лише розширює дидактичний інструментарій педагога, а й формує в учнів навички, що є затребуваними у сучасному світі: цифрову грамотність, інженерне мислення, вміння працювати з великим обсягом інформації, адаптивність і здатність до самостійного навчання. Таким чином, сучасні технології не просто оновлюють форму подачі матеріалу, а трансформують саму сутність технічних знань з робототехніки, роблячи її більш доступною, практичною й інноваційною.

Організація практичної діяльності є невід'ємною складовою процесу ознайомлення школярів з робототехнікою. Саме «через практику учні не лише краще засвоюють теоретичний матеріал, а й розвивають ключові компетентності: технічне мислення, вміння аналізувати, планувати,

працювати з інструментами, застосовувати знання в реальних або змодельованих умовах. Практична діяльність є тим містком, який з'єднує абстрактне знання з конкретною дією» [3, с. 305].

Ефективна організація такої діяльності вимагає дотримання принципів поетапності, проблемності та наочності. Робота над кожним технічним проєктом – від найпростішого до складнішого – має будуватися за логікою: постановка завдання, аналіз умов, пошук рішень, конструювання, тестування й корекція. Наприклад, у межах гуртка робототехніки Дрогобицького Будинку дитячої та юнацької творчості учні розробили діючий прототип смарт-паркувальної системи на базі Arduino, що дозволяла автоматично рахувати вільні місця і відображати дані на екрані. Проєкт було представлено на регіональному етапі конкурсу «Мала академія наук» [47].

Досвід показує, що практична діяльність може бути організована у формі лабораторних і творчих робіт, STEM-проєктів, технічних експериментів, участі конкурсах технічної творчості, хакатонах тощо. Важливою є можливість співпраці: парна та групова робота сприяє формуванню навичок командної взаємодії, розподілу обов'язків і відповідальності за результат. Окрему увагу слід приділити технічному оснащенню: наявність навчальних майстерень, лабораторій, наборів для моделювання (наприклад, LEGO Education, Arduino, Raspberry Pi), 3D-принтерів, паяльного обладнання й іншого інструментарію значно розширює можливості практичної діяльності. Там, де таких ресурсів бракує, ефективним може бути використання віртуальних лабораторій і симуляторів.

Таким чином, організація практичної діяльності є не просто формальним елементом освітнього процесу, а й важливим дидактичним інструментом, що дозволяє учневі «пережити» навчальний матеріал через власну дію, творчість і досвід, зробити знання особисто значущими й функціональними.

Важливо зазначити, що крім розвитку спеціальних знань, знання й уміння у галузі робототехніки в учні формується широкий спектр ключових

компетентностей, які є основою сучасної освіти та необхідними для успішної адаптації в мінливому цифровому й технологічному світі. Робототехніка, крім поєднання в собі елементів інженерії, програмування, фізики, математики тощо, також вимагає навичок командної роботи, комунікації, критичного мислення та креативності. Завдяки цьому навчання робототехніці сприяє розвитку як предметних, так і надпредметних компетентностей. Зокрема, учні здобувають цифрову компетентність, працюючи з електронними компонентами, сенсорами, програмними середовищами (наприклад, Scratch, Arduino IDE, Python). Вони вчаться аналізувати дані, здійснювати пошук оптимальних рішень, виявляти та виправляти помилки в коді, що розвиває інформаційно-аналітичне мислення та уміння вирішувати проблеми.

Участь у колективних проєктах формує комунікативну та соціальну компетентність: школярі вчаться домовлятися, аргументувати власну думку, ділитися обов'язками, брати відповідальність за результат команди. Наприклад, під час розробки автономного робота-ліценника один учень може займатися схемотехнікою, інший – корпусом і дизайном, а третій – програмуванням. Спільна робота формує не лише технічні навички, а й навички співпраці, командної роботи.

Також робототехнічні проєкти сприяють екологічній та громадянській свідомості, коли школярі створюють рішення, що орієнтовані на користь суспільству або довкіллю. Наприклад, створення автоматизованої системи збору та сортування сміття або датчиків для моніторингу якості повітря – це не лише навчальний досвід, а й внесок у вирішення актуальних проблем громади. Не менш важливою є навчальна автономія – уміння вчитися самостійно, ставити цілі, планувати роботу, оцінювати результати. Учні, залучені до робототехніки, часто самі шукають інформацію, переглядають навчальні відео, читають технічну документацію, що формує навички самоосвіти й критичного відбору джерел.

Таким чином, робототехніка є надзвичайно потужним інструментом формування ключових компетентностей, які мають практичне значення не

лише в освітньому середовищі, а й у повсякденному житті та подальшій професійній діяльності і громадянській активності.

Отже, психолого-педагогічні особливості ознайомлення школярів з робототехнікою зумовлюють необхідність урахування вікових, індивідуальних, мотиваційних і когнітивних характеристик учнів. Ефективне навчання можливе лише за умов організації особистісно-орієнтованого, інтегрованого, практично спрямованого освітнього процесу. Реальні приклади освітньої практики в Україні доводять, що впровадження робототехніки – це не лише шлях до формування технічної грамотності, а й потужний інструмент для різнобічного розвитку особистості учня. Саме тому урочні та позаурочні заняття з робототехніки мають посісти гідне місце в структурі загальної середньої освіти як основа інноваційного майбутнього держави.

1.3. Історія розвитку та сучасний стан впровадження робототехніки в освітній процес

Історія розвитку та сучасний стан впровадження робототехніки в освітній процес відображають еволюцію педагогічних підходів у відповідь на виклики науково-технічного прогресу. Перші спроби використання робототехніки в освіті з'явилися у 80-х рр. XX ст., коли в навчальні програми деяких технічно орієнтованих шкіл США та Японії почали включати основи програмування та роботи з простими роботизованими системами [23].

Значного поштовху цьому напрямку надало створення освітніх робототехнічних наборів, зокрема LEGO Mindstorms, які поєднували конструювання з програмуванням у доступному для дітей форматі.

Наприкінці XX ст. робототехніка стала невід’ємною складовою концепції STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics), яка акцентує увагу на міждисциплінарному підході до навчання та підготовці учнів до викликів сучасного світу [41]. У цей період освітні системи багатьох країн Європи, Північної Америки та Азії почали активно інтегрувати робототехнічні компоненти у навчальні програми як у формальній, так і в неформальній освіті. Цей тренд був зумовлений зростаючою потребою в розвитку технічних і цифрових компетентностей, а також умінь творчого і критичного мислення. Водночас у цих регіонах почали активно розвиватися мережі навчальних центрів, гуртків, лабораторій і конкурсів з робототехніки, що стимулювало зацікавленість школярів і молоді до технічних професій. Використання таких платформ, як LEGO Mindstorms, Arduino, VEX Robotics, а також відкритих онлайн-курсів і симуляторів зробило навчання більш доступним і різноманітним. Завдяки цьому робототехніка не лише отримала статус навчального інструменту, а й стала потужним засобом формування практичних навичок і мотивації до подальшого навчання в STEM-напрямах.

У перших десятиліттях XXI ст., з бурхливим розвитком цифрових технологій, відкритих апаратно-програмних платформ (наприклад, Arduino, Raspberry Pi, Micro:bit), робототехніка отримала нове дихання – вона стала доступнішою, дешевшою й більш варіативною, що дало змогу активно інтегрувати її в освітній процес школи. Чимало країн розробили національні програми впровадження STEM- та робототехнічної освіти, передбачивши оновлення освітніх стандартів і програм, підготовку відповідних педагогічних працівників, оснащення закладів освіти відповідною технікою.

В Україні активне впровадження робототехніки в освітню галузь розпочалося приблизно з 2010-х рр., коли з’явилися перші гуртки та факультативи на базі закладів загальної середньої та позашкільної освіти. Наприклад, у 2012 р. в Києві на базі Малої академії наук було відкрито перший гурток робототехніки, де учні могли працювати з конструкторськими наборами LEGO Mindstorms та Arduino. Подібні ініціативи з’явилися і в

інших великих містах – Харкові, Львові, Дніпрі, Одесі – де при школах і технічних ліцеях відкривалися спеціалізовані класи та центри науково-технічної творчості [24].

Одним із знакових проєктів стало заснування у 2016 р. Всеукраїнської федерації робототехніки (UARF), яка систематизувала змагання з робототехніки, популяризувала освітні стандарти та проводила національні етапи міжнародних конкурсів, таких як FIRST LEGO League та World Robot Olympiad. У 2017 р. в межах реформи Нової української школи (НУШ), STEM-освіта була визнана одним із пріоритетних напрямів, а робототехніка – інструментом міжпредметної інтеграції [37]. З того часу було реалізовано низку пілотних проєктів (зокрема, «STEM-школа», «Фабрика STEM»), відкрито навчальні лабораторії, проведено олімпіади та конкурси з робототехніки, серед яких – FIRST LEGO League, Robotica, Всеукраїнська олімпіада з робототехніки. Крім того, на місцевому рівні прикладами можуть слугувати STEM-центри та лабораторії, створені у Львові, Дрогобичі, Стрию та Самборі, де школярі мають доступ до сучасного обладнання: 3D-принтерів, наборів Arduino та Raspberry Pi, робототехнічних конструкторів. У Львівській школі № 43 активно діє освітній простір «Robot School», що організовує курси та змагання з робототехніки для дітей різного віку.

Таким чином, за останнє десятиліття в Україні сформувалася мережа освітніх ініціатив, які сприяють популяризації робототехніки серед школярів, розвитку їх технічних і цифрових навичок, а також мотивації до вибору інженерних та ІТ-професій.

На сучасному етапі в Україні впровадження робототехніки відбувається як у формальній освіті – через інтеграцію робототехнічних елементів у шкільні уроки, факультативи, проєктної-технологічну діяльність та міжпредметні курси, так і в неформальній освіті – через діяльність технічних гуртків, літніх шкіл, тематичних таборів, хакатонів, онлайн-платформ і дистанційних курсів. Такий багатформатний підхід дозволяє охопити широку аудиторію школярів з різним рівнем підготовки та інтересів.

Сьогодні у багатьох вітчизняних закладах загальної середньої та позашкільної освіти створено STEM-лабораторії, які обладнані сучасною технікою: 3D-принтерами, наборами для робототехніки (LEGO Mindstorms, Arduino, Micro:bit), VR/AR-окулярами та симуляторами. Це дає змогу учням не лише отримувати теоретичні знання, а й одразу ж застосовувати їх на практиці, створювати власні проєкти, тестувати ідеї у віртуальному просторі, що значно підвищує ефективність навчання. Наприклад, у Дрогобицькому Центрі науково-технічної творчості за підтримки місцевих органів влади, меценатів й освітніх фондів було відкрито сучасну лабораторію – STEAM-hub, де учні мають змогу вивчати робототехніку, програмування, мехатроніку тощо у максимально наближених до реального виробництва умовах.



Рис. 1.2. Сучасна лабораторія «STEAM-hub»
у Дрогобицькому Центрі науково-технічної творчості

Однак, попри позитивні зрушення, в Україні зберігається значна нерівномірність у доступі до таких ресурсів: сільські школи та навчальні заклади в невеликих містах часто не мають необхідного обладнання або фахівців для викладання сучасних технічних дисциплін. Це створює виклики для рівності освітніх можливостей та повноцінного впровадження STEM-освіти по всій країні. Для подолання цих проблем необхідна системна державна підтримка, яка включає фінансування оновлення матеріально-технічної бази, розробку методичних рекомендацій, а також масштабні

програми підвищення кваліфікації педагогів з питань робототехніки, інноваційних технологій та інтерактивних методів навчання. Важливим також є розвиток партнерств із ІТ-компаніями, науковими установами та громадськими організаціями, що можуть надавати експертну допомогу, обладнання та організовувати профільні заходи для школярів і вчителів.

Таким чином, сучасний стан впровадження робототехніки в Україні є динамічним і перспективним, проте потребує подальшої координації зусиль на різних рівнях, щоб зробити інноваційну освіту доступною і ефективною для всіх учнів незалежно від їхнього місця проживання. Загалом, робототехніка поступово стає невід'ємною складовою сучасного освітнього процесу – як засіб формування технічних, інженерних та цифрових навичок і як ефективний метод залучення учнів до активного, практико-орієнтованого навчання.

1.4. Позаурочна діяльність як важлива форма ознайомлення школярів з основами робототехніки

Позаурочна діяльність відіграє ключову роль у процесі ознайомлення школярів з основами робототехніки, оскільки саме поза межами традиційних уроків учні отримують унікальну можливість зануритися у практичну, творчу та дослідницьку діяльність, яка часто не може бути повноцінно реалізована в рамках обмеженого часу і формату стандартної навчальної програми. Ця форма навчання «забезпечує більш гнучкий та індивідуалізований підхід, де школярі можуть обирати теми, які їм найбільше цікаві, та працювати у зручному темпі, що сприяє глибшому розумінню технічних концепцій» [2, с. 11].

Позаурочна діяльність створює надзвичайно сприятливі умови для формування стійкого і глибокого інтересу до робототехніки серед учнів, оскільки виходить за межі суто теоретичного вивчення і надає змогу

безпосередньо зануритися в практичну діяльність. Такий підхід активізує пізнавальну діяльність, розвиває ініціативність і зацікавленість школярів, які починають відчувати себе активними творцями, а не просто споживачами знань. Завдяки цьому у них виникає внутрішня мотивація до навчання, що є одним із ключових чинників ефективного засвоєння матеріалу. Учні не просто отримують інформацію, а здобувають уміння і навички, які можуть одразу ж застосувати у створенні реальних роботизованих систем – від конструювання механічних деталей до інтеграції електронних компонентів і написання програмного коду.



Рис. 1.3. Інтер'єр шкільної STEM-лабораторії, де проводяться заняття гуртка робототехніки (Самбірська гімназія № 1 імені Т.Г. Шевченка)

Важливо, що позаурочна діяльність дає можливість школярам проходити повний цикл проєктної роботи: від формулювання ідеї, розробки технічного завдання, пошуку рішень, складання і налагодження роботів, до тестування і вдосконалення власних розробок. Такий комплексний досвід дозволяє розвивати логічне і алгоритмічне мислення, вчить системному підходу до вирішення технічних задач, а також навчає критично оцінювати

результати своєї праці та приймати відповідні корективи. Застосування знань у реальних проєктах дає учням змогу побачити прямий зв'язок між теорією та практикою, що значно підвищує їх зацікавленість і бажання продовжувати навчання у технічних сферах.



Рис. 1.4. Інтер'єр шкільної STEM-лабораторії (Львівська ЗОШ № 43)

Крім того, позаурочна діяльність стимулює розвиток творчих здібностей, оскільки учні мають змогу експериментувати з різними підходами, створювати унікальні рішення, імпровізувати і втілювати свої інженерні ідеї в життя. Вона також формує навички командної роботи, оскільки реалізація складних робототехнічних проєктів часто потребує співпраці, обговорення, розподілу ролей і взаємодопомоги між учасниками групи. Завдяки цьому школярі отримують цінний досвід соціальної взаємодії, який важливий для їхнього подальшого особистісного і професійного розвитку. Відтак позаурочна діяльність у сфері робототехніки не просто розширює технічний світогляд учнів, а створює основу для формування глибоких компетентностей, необхідних у сучасному світі високих технологій, стимулюючи розвиток практичних навичок, креативності і прагнення до інновацій.

Заняття з робототехніки поза уроками найчастіше організовуються у форматі гуртків, студій, технічних секцій або спеціалізованих лабораторій,

що дає можливість створити комфортне та ефективне навчальне середовище для школярів. У таких групах зазвичай займаються невеликі колективи – від 5 до 15 учнів, що сприяє більш тісній взаємодії між учасниками, розвитку командної роботи, а також створенню атмосфери довіри і підтримки. Робота в малих групах дозволяє кожному учням брати активну участь у процесі, висловлювати власні ідеї, пропонувати нестандартні рішення та швидко отримувати зворотний зв'язок від однокласників і наставників.



Рис. 1.5. Інтер'єр STEM-лабораторії (ВПУ №3 м. Мукачево), в якій учні найближчих шкіл відвідують гурток робототехніки

Цей формат навчання дає можливість не лише оволодіти ґрунтовними теоретичними знаннями у сфері робототехніки, фізики, інформатики та математики, а й здобути безцінний практичний досвід спільної роботи над складними інженерними й технічними задачами. Така форма діяльності сприяє формуванню комплексного підходу до розв'язання проблем, адже учні не просто виконують окремі інструкції, а самостійно проходять усі етапи розробки проєкту – від генерації ідеї до реалізації й вдосконалення створеного пристрою. Це дає змогу глибше усвідомити зв'язок між теорією та практикою, сформувати навички системного мислення і технічної творчості.

У процесі командної роботи школярі вчаться глибоко аналізувати проблему, формулювати технічне завдання, розробляти план дій та послідовно його реалізовувати. Вони вивчають основи алгоритмізації, логіки, схемотехніки, моделювання й тестування. Надзвичайно важливим елементом

такого навчання є розподіл обов'язків: одні учні займаються програмуванням, інші – конструюванням або налагодженням електроніки. Така диференціація праці вимагає узгоджених дій і відповідальності кожного за свою частину проекту, що є ефективною підготовкою до роботи у справжніх інженерних командах.



Рис. 1.6. Командна робота під час хакатону

Також в учнів розвиваються навички аргументації власної позиції, вміння вести конструктивну дискусію, враховувати думки інших членів групи, критично переоцінювати запропоновані рішення. Це сприяє вихованню поваги до думки іншого, гнучкості мислення та готовності до компромісів – якостей, що мають особливу цінність у командній професійній діяльності. Під час обговорень і спільної реалізації проектів учні вдосконалюють свої комунікативні здібності, навчаються ефективної взаємодії, розвивають лідерські якості або навпаки — здатність до підтримки і допомоги, що є необхідним у багатьох сферах сучасного життя.

Крім того, у роботі над технічними проектами діти стикаються з реальними викликами, які вимагають терплячості, наполегливості, вміння працювати в умовах невизначеності та шукати альтернативні шляхи вирішення. Завдяки цьому в них формуються навички самоорганізації, управління часом, розподілу ресурсів — як інтелектуальних, так і

матеріальних. Здобутий досвід стимулює розвиток відповідальності, уважності до деталей, а також формує стійкість до помилок і вміння вчитися на власних невдачах.

Отже, участь у позаурочній робототехнічній діяльності в малих командах – це не лише шлях до глибшого засвоєння технічних знань, а й потужний інструмент формування особистісних і професійних компетентностей, які матимуть вирішальне значення для майбутнього успіху учнів у будь-якій сфері діяльності.



Рис. 1.7. Завершальний етап збирання робота

Важливою складовою позаурочної робототехнічної діяльності є індивідуальна підтримка з боку досвідчених наставників – педагогів, інженерів, а також волонтерів та спеціалістів з ІТ-сфери. Ці фахівці мають змогу не лише пояснювати складні технічні поняття, а й адаптувати навчальний матеріал відповідно до індивідуальних потреб, рівня підготовки та інтересів кожного учня. Вони надають персональні консультації, допомагають розв'язувати виникаючі проблеми, мотивують школярів до подальшого навчання і підтримують їх у процесі самостійного пошуку рішень. Такий індивідуальний підхід сприяє подоланню страху перед

складними технологіями, підвищує впевненість учнів у власних силах і створює умови для максимально ефективного засвоєння матеріалу.

Крім того, в межах гуртків і технічних студій часто застосовуються інтерактивні методи навчання – проєктна діяльність, робота з робототехнічними конструкторами (LEGO Mindstorms, Arduino, Micro:bit), моделювання та симуляції, що робить навчання більш захопливим і наближеним до реальних інженерних задач. Учні мають змогу тестувати власні проєкти, бачити результати своєї роботи, отримувати корисні поради від наставників і вдосконалювати створені системи. Позаурочна діяльність створює унікальне освітнє середовище, яке поєднує навчання, творчість і дослідження, формує у школярів не тільки технічні знання і практичні навички, а й розвиває такі важливі якості, як відповідальність, наполегливість, креативність і критичне мислення. Це забезпечує фундамент для подальшого професійного розвитку учнів у сферах інженерії, інформаційних технологій та науки загалом, готує їх до активної участі в інноваційній економіці і суспільстві майбутнього.

Гурткова форма навчання дозволяє більш гнучко підходити до підбору завдань і тем, що відповідають віковим особливостям, інтересам та рівню підготовки учнів, забезпечуючи індивідуалізацію освітнього процесу. На початкових етапах, зокрема для учнів 1–6 класів, акцент робиться на ознайомленні з основами технічної творчості через ігрові конструктори та візуальні середовища програмування. Наприклад, використання наборів LEGO WeDo дозволяє учням створювати моделі простих машин – шлагбаумів, вентиляторів, автівок – і керувати їх поведінкою за допомогою програм, складених із блоків на зразок «якщо-то» або «повторити». Такі заняття сприяють розвитку моторики, просторового мислення, логіки й уваги.

Окремо слід згадати платформу Micro:bit, яка дозволяє легко вводити молодших школярів у світ мікроконтролерів. Вона дає змогу створювати нескладні інтерактивні пристрої, наприклад, електронний компас, пульсометр або цифровий годинник, використовуючи простий візуальний

інтерфейс, а згодом і текстові мови програмування (наприклад, Python або JavaScript).

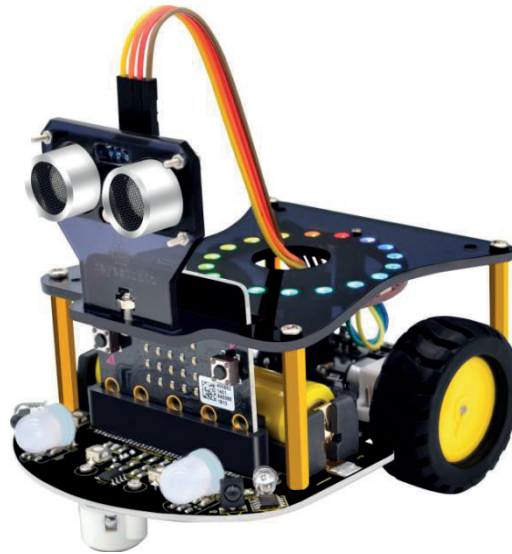


Рис. 1.8. Для учнів початкової школи – Micro:Bit Smart робо-платформа V2.0 від Keyestudio

У середніх класах (5–9 класи) рівень завдань у гуртках значно ускладнюється. Учні працюють із наборами LEGO Mindstorms (EV3, Spike Prime **Set**) або Arduino, де потрібно враховувати принципи роботи електродвигунів, датчиків, взаємодії компонентів у схемі, а також створювати повноцінні алгоритми управління роботами.



Рис. 1.9. Для учнів базової середньої школи – LEGO SPIKE Prime Set

Наприклад, у старшокласників популярністю користуються проекти автономних роботів, здатних об'їжджати перешкоди, слідувати лінії, реагувати на зміни освітлення чи температури. Робота з Arduino дозволяє розширити спектр завдань до побудови автоматизованих систем: розумного освітлення, погодних станцій, домашніх сигналізацій або роботизованих маніпуляторів. Це вимагає застосування не лише технічних знань, а й навичок розробки, тестування й оптимізації коду, створення електричних схем, використання формул і понять з математики, фізики та інформатики.

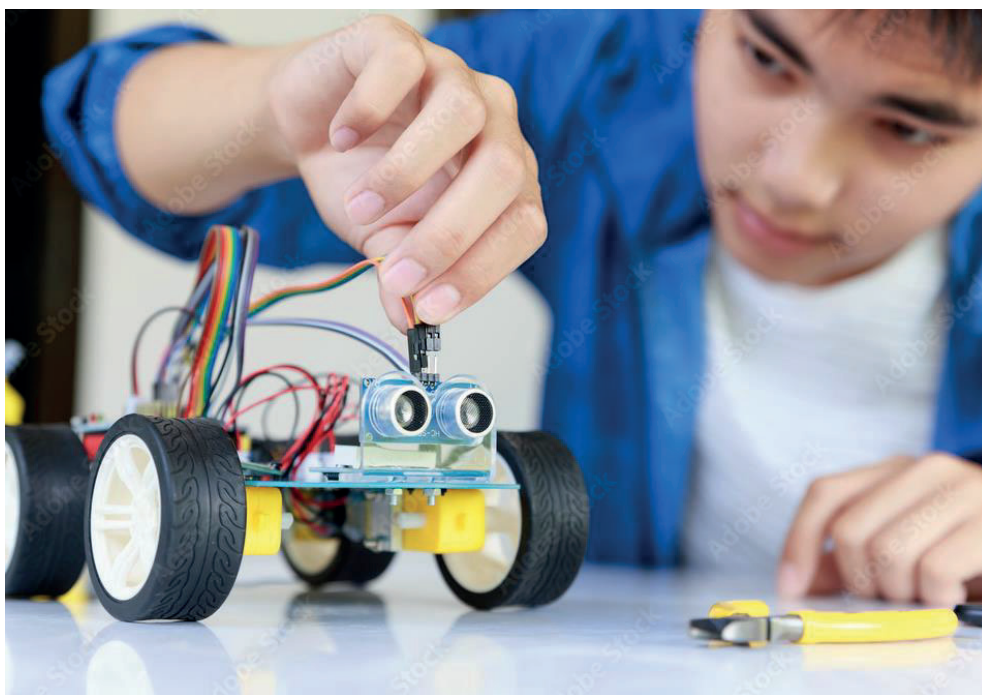


Рис. 1.10. Для старшокласників – Arduino Kid

Крім того, у межах гурткової роботи учні можуть самостійно обирати теми для проєктів, що підвищує їхню мотивацію та сприяє формуванню дослідницьких навичок. Наприклад, деякі учасники технічних гуртків працюють над участю в національних або міжнародних змаганнях з робототехніки (FIRST LEGO League, Robofirst, Всеукраїнські олімпіади), де реалізують власні проєкти в межах заданої тематики. Інші — зосереджуються на соціально значущих ініціативах: створюють моделі для допомоги людям з інвалідністю, розробляють екологічні рішення, автоматизовані системи сортування сміття тощо.

Позаурочна діяльність стимулює формування ключових компетентностей, необхідних для успішної діяльності в сучасному технічному світі: аналітичного мислення, вміння працювати в команді, комунікативних навичок, здатності до самостійного навчання і творчого пошуку. Заняття у гуртках робототехніки часто мають проєктний характер, що дозволяє учням не лише засвоювати теоретичний матеріал, а й розробляти власні проєкти — від простих роботів, які рухаються або виконують певні дії, до автоматизованих систем з використанням датчиків і програмного керування.

Позаурочна діяльність з робототехніки відкриває двері до участі у регіональних, національних і міжнародних конкурсах і фестивалях, таких як FIRST LEGO League, World Robot Olympiad та ін., що підвищує мотивацію учнів, сприяє їхній соціалізації та допомагає встановити контакти з іншими однодумцями і фахівцями. Для багатьох школярів саме ці заходи стають визначальними у виборі майбутньої професії у сфері інженерії, ІТ чи науки.

Таким чином позаурочна діяльність у форматі гуртків, студій та секцій з робототехніки є не просто доповненням до шкільної освітньої програми, а повноцінним середовищем для розвитку технічних компетентностей, соціальних навичок і творчого потенціалу учнів, що значною мірою впливає на їхню професійну орієнтацію і подальший життєвий успіх. Крім того, позаурочна діяльність є незамінним компонентом у формуванні фундаментальних знань і навичок з робототехніки, вона забезпечує глибше і більш комплексне засвоєння матеріалу, а також сприяє розвитку творчого потенціалу та інноваційного мислення молоді. Успішна організація такої діяльності потребує підтримки з боку школи, педагогів і батьків, а також відповідного матеріально-технічного забезпечення, що дозволить зробити ознайомлення з робототехнікою доступним і цікавим для якомога більшої кількості учнів.

Розділ 2.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ШКІЛЬНОГО ГУРТКА РОБОТОТЕХНІКИ

2.1. Система вимог до організації гурткової роботи з робототехніки

Як зазначалося у розділі 1, в сучасному інформаційному світі, що стрімко трансформується під впливом цифрових технологій та інновацій, розвиток технічної творчості учнів у позаурочний час стає не просто актуальним, а необхідним. Робототехніка як міждисциплінарна галузь об'єднує знання з фізики, математики, програмування, електроніки, проєктування, технологій та ін. Організація гурткової роботи з робототехніки в закладах загальної середньої та позашкільної освіти є ефективним способом розвитку ключових компетентностей учнів: різнобічного світогляду, технічного мислення, командної взаємодії, самостійності, креативності тощо. Проте досягнення результативності потребує чіткого дотримання педагогічних, технічних, організаційних, методичних і психологічних вимог.

1. Психолого-педагогічні вимоги до занять у гуртку робототехніки

Психолого-педагогічні вимоги до організації гурткової роботи з робототехніки становлять методологічну основу ефективної освітньої взаємодії в позаурочному середовищі. Вони спираються на принципи гуманної педагогіки, особистісно орієнтованого навчання, компетентнісного підходу, а також положення сучасної психології розвитку особистості. Основною метою цих вимог є створення умов для цілісного особистісного розвитку здобувачів освіти, формування в них ключових компетентностей та забезпечення максимальної реалізації їхнього творчого потенціалу.

Одним із провідних компонентів психолого-педагогічних вимог є *врахування вікових, когнітивних та психологічних особливостей учнів*. Це дає змогу адаптувати зміст, форми й методи навчальної діяльності до індивідуальних можливостей і потреб кожної вікової категорії. Наприклад,

«для молодших школярів доцільним є використання елементів ігрової педагогіки, візуалізації, інтерактивних завдань» [5, с. 138] із залученням робототехнічних моделей, що забезпечує підвищення інтересу й уваги до технічної діяльності. У середній та старшій школі акцент зміщується в бік «проблемно-орієнтованих, дослідницьких і проєктних форм роботи, що відповідає зростаючим інтелектуальним і мотиваційним запитам учнів підліткового віку» [5, с. 144].

Іншим важливим принципом є *диференційований та індивідуалізований підходи*, які спрямовані на врахування темпу навчання, стилю сприйняття, рівня сформованості попередніх знань і досвіду учнів. На практиці це означає розроблення індивідуальних освітніх маршрутів, гнучких програм й адаптованих завдань різного рівня складності. Застосування такої педагогічної стратегії сприяє зниженню тривожності, підвищенню рівня саморефлексії й упевненості учнів у власних силах.

Особливу роль у гуртковій роботі з робототехніки відіграє *мотиваційний компонент*. Формування внутрішньої навчальної мотивації досягається завдяки використанню прийомів позитивного підкріплення, підтримки ініціативності, організації змагань, фестивалів, виставок та участі в шкільних, регіональних і всеукраїнських конкурсах технічної творчості. «Впровадження внутрішньої системи заохочення (мотиваційні бали, рейтинги, символічні нагороди, сертифікати) сприяє формуванню ціннісного ставлення до навчальної діяльності та саморозвитку» [33, с. 212].

Педагогічна діяльність у галузі навчання школярів основам робототехніки має бути зорієнтована на *практичне застосування набутих знань*. Такий підхід забезпечує безпосередній зв'язок із реальними життєвими ситуаціями та сприяє підвищенню функціональної грамотності учнів. Зокрема, створення автоматизованих систем для побутових або навчальних потреб дає змогу учасникам гуртка робототехніки побачити результати власної праці і їхню прикладну цінність. Практико-орієнтованість

також реалізується через залучення учнів до розв'язання технічних проблем, що імітують професійні завдання (метод кейсів).

Нарешті, важливим елементом є *розвиток емоційного інтелекту, соціальних і комунікативних навичок*. Робота в малих командах, участь у дебатах, презентація проєктів, виконання рольових функцій у межах команди сприяють формуванню в учнів умінь взаємодіяти, вести діалог, розв'язувати конфлікти та нести відповідальність за спільний результат. Педагогічна підтримка цього процесу передбачає створення сприятливого мікроклімату, «дотримання принципів педагогіки партнерства і розвитку культури діалогу» [11, с. 26].

Усі вищенаведені психолого-педагогічні вимоги мають інтегруватися в діяльність гуртка як системного освітньо-розвивального середовища, спрямованого на формування технічної, креативної й соціальної компетентності учнів шляхом залучення до діяльності в галузі сучасної робототехніки.

2. Організаційні вимоги до гурткової роботи з робототехніки

Організаційний аспект є одним із ключових чинників ефективної реалізації гурткової діяльності з робототехніки. Він охоплює комплекс заходів, спрямованих на створення сприятливого середовища для навчання, творчості та міжособистісної взаємодії учнів. «Від якісної організації залежить як сталість функціонування гуртка, так і рівень досягнень його учасників» [50, с. 114].

Розробка детального річного плану роботи гуртка. Планування є основою системного підходу до освітньої діяльності. Річний план роботи гуртка робототехніки має бути структурованим за модулями, кожен із яких охоплює окремий тематичний блок (основи механіки, електроніки, програмування, дизайну тощо). Доцільно включати елементи проєктної діяльності, підготовку до участі в конкурсах, олімпіадах, виставках. План повинен містити: календар навчальних занять та заходів; визначення цілей і результатів кожного етапу; графік виконання підсумкових проєктів; систему

моніторингу знань (тематичні тести, портфоліо, презентації тощо); резервний час для коригування програми роботи гуртка.

Формування оптимального складу навчальних груп. Рекомендована чисельність учнів у групі – 10–15 осіб, що дає змогу забезпечити якісний зворотний зв'язок та індивідуалізацію освітнього процесу. Така чисельність сприяє ефективній організації командної роботи, забезпеченню рівного доступу до обладнання й участі кожного гуртківця в обговореннях і практичних завданнях. У разі великого попиту доцільно формувати групи різного рівня підготовки: початкового, середнього, просунутого.

Гнучкість розкладу занять. Успішна реалізація гурткової діяльності можлива лише за умови, якщо графік занять узгоджений із навчальним розкладом учнів. Доцільно планувати заняття у другій половині дня, вечірній час або у вихідні дні. Гнучкість дозволяє враховувати позаурочне навантаження, уникати перевантаження та знижувати ризик емоційного вигорання керівника гуртка. Розклад може бути змінним у періоди активної проєктної чи конкурсної діяльності.

Дотримання вимог безпеки та ведення документації. Перед початком практичної роботи обов'язковим є вступний інструктаж із техніки безпеки, який фіксується у відповідному журналі. У процесі навчання слід регулярно проводити повторні інструктажі, особливо при переході до роботи з новим обладнанням чи програмним забезпеченням. Необхідно регламентувати правила поведінки в STEM-лабораторії, інструкції щодо поводження з електронними компонентами, інструментами, пристроями тощо. Крім того, слід вести: журнал відвідувань занять учнями; журнал технічного стану обладнання; документи щодо виконання навчального плану та підсумкових проєктів.

Розширення освітнього простору через партнерство. Однією з сучасних вимог є залучення зовнішніх ресурсів до організації навчання. Це включає налагодження співпраці: по-перше, зі STEM-центрами та лабораторіями технічної творчості закладів позашкільної освіти; по-друге, із

зкладами професійно-технічної, фахової передвищої освіти, технічними та педагогічними університетами (участь студентів як менторів, асистентів керівників гуртків, доступ до наукової і навчальної інфраструктури цих закладів); по-третє, з приватними ІТ-компаніями, стартапами, які можуть виступати партнерами в реалізації навчальних проєктів, надавати технічну підтримку або запрошувати учнів на міні-стажування.

Таке партнерство розширює горизонти гурткової роботи, інтегрує учнів у сучасний технічний контекст, стимулює професійне самовизначення. Загалом, організаційні вимоги повинні формувати цілісну систему управління та підтримки освітнього процесу, сприяти розвитку в учнів відповідального ставлення до навчання у гуртку робототехніки, формуванню проєктного мислення, креативності, комунікативності тощо.

3. Технічні вимоги до організації гурткової роботи з робототехніки

Ефективне функціонування гуртка робототехніки потребує наявності сучасної технічної бази, яка забезпечує належні умови для навчання, експериментування, розробки та реалізації навчальних проєктів. Технічне оснащення має відповідати як базовим освітнім стандартам, так і вимогам безпечної експлуатації складних електронних і механічних систем. Основні технічні вимоги можна згрупувати за такими напрямками:

1. Різномірневе робототехнічне обладнання. Гурток має бути укомплектований набором робототехнічних конструкторів, що охоплюють різні рівні складності й вікові категорії учнів. Це дозволяє реалізувати послідовну дидактичну траєкторію навчання – від простих базових понять до складного програмування та системного проєктування. Зокрема, доцільним є використання таких платформ:

1) LEGO Spike Prime та LEGO Mindstorms EV3 – для початкового і середнього рівня, з акцентом на сенсори, мотори, графічне програмування;

2) Arduino Uno, ESP32 – для учнів, які переходять до вивчення мікроконтролерів, аналогово-цифрових сигналів, підключення зовнішніх сенсорів та елементів керування;

3) Raspberry Pi – як платформи для розгортання складніших роботизованих систем із використанням повноцінної операційної системи Linux, роботи з камерою, Wi-Fi та Bluetooth;

4) Micro:bit, STM32, Jetson Nano – як варіативні компоненти для розширення функціоналу.

2. *Комп'ютерне забезпечення та програмне середовище.* Кожен учасник гуртка повинен мати доступ до комп'ютера із сучасними технічними характеристиками (мінімум: 8 GB оперативної пам'яті, SSD-диск, двоядерний процесор). На комп'ютерах повинне бути встановлене відповідне програмне забезпечення: *Arduino IDE, PlatformIO* – для програмування мікроконтролерів; *TinkerCAD, Fusion 360* – для 3D-моделювання та прототипування; *Scratch, Python, MakeCode* – для вивчення мов програмування залежно від рівня підготовки; *LEGO Education Software, Spike App* – для роботи з LEGO-платформами; *SimulIDE, Proteus* – для симуляції електронних схем.

Також важливо забезпечити безперебійне підключення до Інтернету та можливість використання хмарних сервісів (*Google Workspace, Microsoft Teams, GitHub*) для зберігання навчальних проєктів і командної роботи.

3. *Засоби для 3D-моделювання та прототипування.* Важливо інтегрувати в освітній процес компоненти 3D-моделювання та цифрового виробництва. Наявність хоча б одного 3D-принтера (наприклад, *Crealty Ender 3* чи *Prusa i3*) дає змогу створювати індивідуальні корпуси, деталі для роботів, інструменти тощо. Учні здобувають практичні навички роботи з CAD-системами (*Tinkercad, Fusion 360, FreeCAD*), що формує технічне мислення, просторову уяву і розуміння принципів проєктування та конструювання.

4. *Організація матеріально-технічного простору.* Приміщення, в якому проводяться заняття, повинне бути облаштоване відповідно до санітарно-гігієнічних норм, з урахуванням технічних потреб:

- 1) достатня кількість робочих столів, організованих за командним принципом;
- 2) шафи, полиці або мобільні контейнери для зберігання конструкторів, електронних компонентів, інструментів;
- 3) зони для тестування та презентації роботів (наприклад, полігони, спеціальні столи з маркуванням);
- 4) майстер-зона з ручним інструментом (викрутки, плоскогубці, паяльники, термоклеї тощо) та зона для ремонту.

5. *Дотримання норм безпеки та ергономіки.* Організація технічного простору має передбачати: систему електробезпеки (захисні екрани, заземлення, використання низьковольтного живлення); відповідне освітлення робочих місць (не менше 300 лк); систему вентиляції та провітрювання приміщення; дотримання вимог до розміщення електроприладів, відстаней між робочими зонами та проходами; наявність аптечки, інструкцій з охорони праці та протипожежного захисту.

Таким чином, технічні вимоги до організації гурткової роботи з робототехніки мають бути комплексними, враховуючи як технологічну оснащеність, так і ергономіку, безпеку, адаптивність середовища до вікових і дидактичних потреб. Відповідність цим вимогам є передумовою успішного навчання, розвитку творчості та інженерної компетентності учнів.

4. Методичні вимоги до організації гурткової роботи з робототехніки

Методичне забезпечення гурткової діяльності має бути гнучким, інтерактивним, інноваційним і таким, що відповідає сучасним підходам STEM-освіти [2]. Ефективна методика організації гурткової роботи з робототехніки передбачає:

1. *Розробка авторських програм і курсів.* Керівник гуртка має створювати й оновлювати робочі навчальні програми з робототехніки, які поєднують базову теоретичну підготовку з творчими завданнями, спрямованими на розв'язання прикладних проблем. Особливий акцент

робиться на «проектно-технологічну діяльність, коли учні самостійно чи в команді реалізують власні ідеї, моделюють і створюють прототипи, тестують їхню працездатність» [22, с. 126]. Програми повинні бути адаптовані до різних рівнів підготовки та інтересів учнів.

2. *Використання сучасних освітніх технологій.* Інноваційність методики проявляється у впровадженні таких методичних підходів: гейміфікація навчання – використання елементів гри для підвищення мотивації; використання ментальних карт як інструментів структурування інформації та логічного мислення; перевернутий клас (flipped classroom) – коли теоретичні матеріали вивчаються самостійно, а на заняттях відбувається практичне опрацювання; проєктні та проблемно-орієнтовані підходи – формують навички аналізу, планування та командної роботи.

3. *Проведення освітніх подій і активностей.* Доцільно систематично організовувати: майстер-класи, воркшопи, хакатони, вебінари – для залучення фахівців із суміжних галузей, підвищення зацікавленості учнів; змагання з робототехніки (наприклад, FIRST LEGO League, Roborace, RoboCode) – як форму стимулювання до самостійного пошуку рішень і розробки власних проєктів; дні відкритих дверей та демонстраційні сесії – для поширення досвіду, популяризації технічної творчості серед широкої аудиторії тощо.

4. *Постійне оновлення методичних матеріалів.* Методичне забезпечення має постійно оновлюватися відповідно до появи нових технологій і змін у STEM-освіті. З цією метою активно застосовуються: відкриті освітні ресурси (OER) – онлайн-курси, платформи MOOC (Coursera, edX, Prometheus); YouTube-канали, симулятори, онлайн-платформи – для тестування коду та моделювання процесів (наприклад, Tinkercad, Wokwi, Fritzing); інструктивно-методичні комплекси, підготовлені як вітчизняними, так і зарубіжними фахівцями.

5. *Обмін досвідом та професійне зростання педагогів.* Підвищення кваліфікації педагогів є обов'язковою складовою якісної методичної роботи.

Це забезпечується через: участь у семінарах, тренінгах, конференціях, присвячених STEM-освіті, цифровим технологіям, педагогічним інноваціям; створення професійних спільнот педагогів, які працюють у сфері робототехніки, для обміну напрацюваннями, розв'язання спільних методичних задач; здійснення внутрішнього методичного обміну, тобто регулярних зустрічей керівників подібних гуртків для аналізу ефективності навчальних програм, обговорення інноваційних методичних підходів й оновлення навчального контенту.

6. Інтегративний підхід. Інтеграція гурткової роботи зі шкільними навчальними предметами забезпечує «додану вартість освітніх результатів, формуючи цілісний підхід до навчання та розвитку учнів» [26, с.39]. Проведення міжпредметних інтегрованих занять, у яких робототехніка виступає прикладом прикладного використання набутих учнями теоретичних знань зі шкільних предметів. Наприклад, під час вивчення основ механіки учні можуть проектувати та програмувати роботів, що демонструють рух тіл під дією сили. Алгоритмічні задачі з інформатики реалізуються через програмування логіки руху роботизованих моделей, що дає змогу глибше усвідомити принципи побудови алгоритмів і логічних структур.

Ефективним є використання робототехнічних моделей на уроках фізики, математики та інформатики як навчальних демонстраторів. Так, залучення реальних роботизованих пристроїв під час вивчення таких тем, як «Тертя», «Передача енергії», «Системи координат», «Цикли і умови в програмуванні» значно полегшує сприйняття абстрактного матеріалу. Наприклад, під час демонстрації руху по похилій площині робот може слугувати наочним прикладом дії сил і прискорення.

Позитивною є практика розроблення та реалізації навчальних STEM-проектів, де учні об'єднують знання з фізики, математики, інформатики, технологій для створення власних проектів – від автономних транспортних систем до «розумних будинків». Такі проекти сприяють розвитку критичного мислення, інженерного підходу, командної роботи та підприємницького

мислення, особливо коли передбачають презентацію проєктів на публіку або захист бізнес-ідеї. Крім того, це сприяє формуванню змагальної мотивації до навчання, розширенню світогляду та глибшому зануренню в предметну область. Участь у навчальних STEM-проєктах стимулює самоосвіту, вміння працювати в команді, швидко адаптуватися до нових умов і знаходити нестандартні рішення.

Отже, організація гурткової роботи з робототехніки вимагає системного підходу, що охоплює психолого-педагогічну організаційну, технічну та методичну складові. Лише за умови дотримання всіх вищенаведених вимог можна досягти високої ефективності навчання, зацікавлення учнів робототехнікою та формування у них життєвих і професійних компетентностей. Відтак, сучасний гурток робототехніки – це не просто місце навчання, а середовище розвитку майбутніх інженерів, програмістів, дослідників, новаторів, здатних змінювати сучасний високо-технологічний світ.

2.2. Проєктування робочої навчальної програми шкільного гуртка робототехніки

Сучасна освіта в Україні активно трансформується відповідно до вимог інформаційного суспільства та цифрової економіки. Зростає потреба в нових підходах, які поєднують знання, практичні навички та цінності. Одним із ефективних інструментів реалізації цих підходів є гурткова робота, зокрема у галузі робототехніки. Гурток з робототехніки є потужним засобом розвитку STEM-компетентностей, технічного мислення, підприємливості, командної взаємодії та здатності до вирішення складних технічних завдань. Зміст такої роботи гармонійно інтегрується в освітні реформи, зокрема в реалізацію Концепції «Нова українська школа» (НУШ) [37], Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [25], а також впровадження компетентнісного підходу до навчання.

Гурткова робота повністю підтримує філософію Нової української школи, адже передбачає:

1) орієнтацію на потреби дитини, адже учні працюють з мотиваційними проєктами – створення роботизованих моделей, які вирішують реальні проблеми (наприклад, робот-пожежник, датчик рівня води, автоматизований паркувальник); тематика занять враховує вікові особливості, рівень розвитку та індивідуальні інтереси;

2) діяльнісний підхід, коли в основі навчання лежить практична підготовка (складання моделей, монтаж електросхем, написання програм, тестування, вдосконалення тощо), а набуті учнями на уроках теоретичні знання одразу застосовуються на практиці: закони фізики – під час роботи з моторами, математика – при розрахунку руху, інформатика – під час написання алгоритмів, технології – для виготовлення деталей і корпусів технічних об'єктів;

3) інтегрованість і міжпредметність, позаяк в одному проєкті об'єднуються знання з фізики (кінематика, електрика), математики (вимірювання, логіка), інформатики (алгоритмізація, програмування), технологій (проєктування, конструювання, моделювання, виготовлення); наприклад, створення розумної теплиці об'єднує поняття вологості ґрунту (біологія), температури (фізика), мікроконтролерів (технології), автоматичного поливу (інформатика);

4) розвиток соціальних навичок (soft skills), адже учні працюють у командах, навчаються розподілу ролей, вирішенню конфліктів, спільному прийняттю рішень; крім того, на етапі презентації проєкту учасники гуртка навчаються публічним виступам, візуалізації ідей, конструктивній самооцінці.

Гурток з робототехніки є яскравим прикладом класичної реалізації STEM-моделі, яка забезпечує міждисциплінарний підхід, коли викладання не ізольоване по предметах, а тематично об'єднане у рамках спільної мети

(проєкту). Наприклад: проєкт «Розумний світлофор» вимагає розуміння логіки, електроніки, програмування та соціального впливу технологій.

На гурткових заняттях учні імітують роботу справжніх інженерів: від постановки задачі до створення готового технічного рішення, самостійно шукають помилки, аналізують несправності, вдосконалюють конструкції. Наприклад, у проєкті «Система безпеки дому» учні аналізують необхідність різних датчиків (руху, диму, відкриття дверей) і розробляють їх інтеграцію. Крім того, гуртківці формулюють гіпотези, перевіряють їх у симуляторах (Tinkercad, Proteus), знімають результати, створюють звіти. Наприклад, аналізують ефективність різних типів передачі енергії у створеному роботизованому автомобілі (робомобілі).

Важливим є те, що гурткова діяльність у галузі робототехніки формує ключові компетентності, визначені Державними стандартами базової та профільної середньої освіти [14; 15]. У таблиці 2.1 наведені приклади використання компетентнісного підходу до навчання у шкільному гуртку робототехніки.

Таблиця 2.1.

**Використання компетентнісного підходу до навчання
у шкільному гуртку робототехніки**

№ з/п	Компетентність	Приклади реалізації
1.	Математична	Розрахунок траєкторій, кутів повороту, швидкості руху робота
2.	Інформатична	Програмування в середовищах Scratch, Arduino IDE, Python
3.	Технологічна	Конструювання моделей, 3D-друк, збірка електросхем
4.	Підприємливість та ініціативність	Розробка власного стартап-проєкту на основі IoT
5.	Навчання впродовж життя	Онлайн-курси, самостійне освоєння нових сенсорів чи середовищ
6.	Комунікативна	Робота в команді, пітчінг проєктів, презентації на конкурсах
7.	Соціальна та громадянська	Участь у хакатонах, волонтерських технічних ініціативах, екологічних проєктах

Гурткова робототехніка не лише навчає, а й орієнтує учня у майбутньому професійному світі завдяки зустрічам з інженерами, IT-фахівцями, викладачами технічних і педагогічних вишів; екскурсіям на підприємства, у технологічні хаби, лабораторії; участі у змаганнях, виставках, конференціях (First Lego League, RoboChallenge, хакатони); створенню портфоліо учня з проєктами, фото- та відеоматеріалами, відгуками журі

Отже, інтеграція принципів Нової української школи, STEM-підходу та компетентнісного навчання забезпечує глибоку мотивацію учнів, розвиток критичного мислення, творчості, технічних навичок та усвідомленого професійного самовизначення. Такий формат освіти – це місток між шкільною партою і майбутнім інженерним, науковим або підприємницьким шляхом гуртківця.

Розроблення навчальної програми гуртка з робототехніки повинно відповідати сучасним освітнім вимогам, державним стандартам та сприяти формуванню в учнів ключових компетентностей. На основі аналізу навчально-методичної літератури [2; 10; 16; 21; 26; 33] нами відібрані **критерії** розроблення програми шкільного гуртка з робототехніки:

1. *Відповідність нормативним документам та освітнім політикам:* урахування засад Концепції «Нова українська школа»; інтеграція положень Концепції STEM-освіти в Україні; орієнтація на компетентнісний підхід до навчання; угодженість із державними стандартами базової та повної загальної середньої освіти.

2. *Структурна логіка програми:* наявність повного переліку розділів: пояснювальна записка, навчальний план, календарно-тематичне планування, очікувані результати навчання, методичне забезпечення; розподіл навчального навантаження за роками, модулями і темами; чітко окреслена мета та завдання програми.

3. *Компетентнісний зміст:* формування ключових компетентностей: природничої, математичної, технологічної, інформатичної, комунікативної,

підприємницької; практична орієнтація: проєктна діяльність, реальні завдання, командна робота; розвиток soft skills: критичне мислення, креативність, відповідальність, тайм-менеджмент.

4. *STEM-спрямованість*: інтеграція знань і навичок з різних шкільних предметів: фізики, математики, інформатики, технологій; використання сучасного обладнання: мікроконтролери, сенсори, 3D-принтери, програмні середовища; створення інженерних рішень на основі аналізу, моделювання, програмування та тестування.

5. *Наступність та поетапність*: розподіл на рівні складності: початковий – базовий – поглиблений; забезпечення поступового ускладнення завдань; збереження навчальної логіки на кожному етапі програми.

6. *Проєктна та дослідницька діяльність*: включення індивідуальних і групових проєктів у кожен навчальний рік; формування дослідницької компетентності через планування, експерименти та аналіз результатів; демонстрація продукту діяльності через участь у конкурсах, виставках, змаганнях тощо.

7. *Гнучкість й адаптивність*: можливість адаптації програми до умов конкретного закладу загальної середньої освіти; варіативність тематики проєктів відповідно до інтересів учнів і запитів громади; відкритість до інновацій та впровадження новітніх технологій.

8. *Профорієнтаційна спрямованість*: ознайомлення з перспективами професій в ІТ-сфері, інженерії, дизайні та ін.; організація зустрічей з фахівцями, відвідування технопарків, ІТ-компаній, STEM-лабораторій, участь у профорієнтаційних заходах; стимулювання до створення особистих проєктів або стартап-ідей.

9. *Система оцінювання*: залучення до оцінювання учнівських досягнень через захист проєктів, демонстрацію моделей, участь у конкурсах, самооцінювання та взаємооцінювання; формування індивідуального портфоліо гуртківця.

Практика показує, що ці критерії забезпечують ефективне поєднання освітньої, технічної та виховної складових гурткової діяльності та можуть бути використані як орієнтир для освітян при створенні або оновленні навчальних програм у сфері робототехніки.

На основі вищенаведених критеріїв нами розроблена робоча навчальна програма гуртка «Робототехніка».

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ШКІЛЬНОГО ГУРТКА «РОБОТОТЕХНІКА»

Пояснювальна записка

Назва програми: Робототехніка (3-річний цикл)

Цільова аудиторія: Учні 6 – 10 класів закладу загальної середньої освіти

Форма навчання: Гурткова робота, очна

Тривалість програми: 3 роки (420 годин)

Навчальне навантаження: 4 години на тиждень (140 годин на рік, 35 навчальних тижнів)

Мета програми: Надати учням системні знання з основ робототехніки, програмування, технічного моделювання, мікроелектроніки, мехатроніки, штучного інтелекту, сформувані ключові компетентності у STEM-галузі, розвинути технічне мислення, креативність та цифрову грамотність.

Завдання програми:

1. Ознайомити учнів із принципами побудови автоматизованих і роботизованих систем.
2. Розвинути практичні навички проєктування, моделювання, монтажу та програмування технічних об'єктів.
3. Сформувані базові знання в галузях електроніки, мехатроніки, програмування і 3D-моделювання.
4. Забезпечити інтеграцію зі шкільними уроками через практичне застосування знань з фізики, математики, інформатики та технологій;

5. Розвинути навички командної взаємодії, управління проєктами та публічного представлення результатів.

6. Сприяти формуванню професійних орієнтирів у галузі інженерії, ІТ та виробничих технологій.

7. Готувати гуртківців до активної участі в конкурсах, олімпіадах, хакатонах, проєктах та інших видах активностей.

Навчальний план

Рік навчання	Назва рівня	Загальна кількість годин	Основні модулі
I рік	Початковий	140	Основи робототехніки, блочне програмування, базова електроніка, прості моделі
II рік	Базовий	140	Arduino, програмування C/C++, сенсори, мехатроніка, інженерні проєкти
III рік	Поглиблений	140	ІоТ, штучний інтелект, автономні системи, 3D-моделювання, комплексні проєкти

Календарно-тематичне планування

№ з/п	Теми	Кількість годин
1 рік навчання		
1.	Вступ до робототехніки. Безпека під час роботи Мета: ознайомити учнів з основами робототехніки, цілями гуртка та правилами безпечної роботи. Зміст: 1. Що таке робототехніка: визначення, історія, сфери застосування. 2. Типи роботів: промислові, побутові, освітні. 3. Огляд можливостей LEGO-роботів. 4. Правила техніки безпеки: електробезпека, робота з інструментами, поведінка в команді. Методи: мультимедійна презентація, відео, інтерактивна бесіда, тестування на знання правил безпеки. Практика: оформлення інструктажу з техніки безпеки, демонстрація моделей роботів.	6
2.	Основи технічного креслення і моделювання Мета: сформувати навички простого технічного креслення, розуміння схематичних зображень конструкцій. Зміст: 1. Види креслень: вигляд, розріз, проекції. 2. Умовні позначення в робототехніці. 3. Робота з інструкціями з LEGO. 4. Основи 3D-моделювання (на вибір: TinkerCAD або LEGO Digital Designer). Методи: демонстрація зразків, самостійна робота з інструкціями, графічні	10

	вправи. Практика: створення креслення моделі; моделювання простих механізмів на папері та в 3D.	
3.	Компоненти та структура роботів Мета: ознайомити учнів з базовими елементами конструктора, типами механізмів та логікою побудови роботів. Зміст: 1. Основні деталі: балки, з'єднувачі, осі, шестерні, мотори, датчики. 2. Принципи побудови каркасу, стабільність конструкції. 3. Типи передач (редуктори, важелі). 4. Збирання базових платформ. Методи: демонстрація, розбір реальної моделі, конструювання за схемами. Практика: побудова базового робота, експерименти з передачею руху.	10
4.	Конструювання моделей з LEGO/наборів Мета: розвивати практичні навички збирання роботів різного функціонального призначення. Зміст: 1. Збирання простих роботів (маніпулятори, мобільні платформи, сортувальники). 2. Тестування та вдосконалення конструкцій. 3. Робота за інструкцією та творче конструювання. Методи: командна робота, метод проєктів, змагання. Практика: поетапне ускладнення конструкцій, модифікація моделей для певних завдань.	30
5.	Основи алгоритмізації та програмування (Scratch, EV3-G) Мета: навчити дітей будувати алгоритми та програмувати поведінку роботів. Зміст: 1. Вступ до Scratch або EV3-G (визначається наявним ПЗ). 2. Основні блоки: рух, умови, цикли, змінні. 3. Програмування дій за алгоритмом. 4. Реакція на дії, керування сенсорами. Методи: інструкції, демонстрації, робота з планшетом/комп'ютером. Практика: написання програм для руху по лінії, об'їзду перешкод, виконання команд.	30
6.	Ознайомлення з датчиками: світла, відстані, дотику Мета: вивчити роботу датчиків та їх застосування в робототехніці. Зміст: 1. Датчики світла/кольору: визначення кольору, яскравості. 2. Датчик відстані (ультразвуковий): вимірювання дистанції. 3. Датчик дотику: натискання, зіткнення. 4. Комбінування сенсорних даних для автономної поведінки. Методи: експериментальні вправи, програмування з умовами. Практика: реалізація алгоритмів «їзди по лінії», «зупинка перед перешкодою», «старт за натисканням».	20
7.	Інтегровані STEM-завдання (фізика/математика) Мета: продемонструвати міжпредметні зв'язки робототехніки з природничими науками. Зміст:	20

	1. Вивчення законів механіки (інерція, сила, тертя). 2. Математичне моделювання руху. 3. Вимірювання швидкості, прискорення, траєкторії. 4. Робота з координатами, обчислення кутів повороту. Методи: міні-дослідження, математичне моделювання, аналіз відеоекспериментів. Практика: програмування руху за математичними розрахунками, проведення фізичних дослідів із роботами.	
8.	Командна проєктна робота: створення дослідницького робота Мета: реалізувати командний проєкт від ідеї до презентації. Етапи: 1. Вибір теми (напр. «робот-дослідник лабіринту», «робот для сортування об'єктів»). 2. Планування: поділ обов'язків, створення схеми. 3. Конструювання, програмування, тестування. 4. Презентація результату (відео, демонстрація, постер). Методи: інтерактивне навчання, проєктна діяльність, самостійна робота. Практика: розробка власного робота з визначеним функціоналом, робота в командах по 2–4 учнів.	14
2 рік навчання		
9.	Електронні компоненти: резистори, транзистори, діоди, контролери Мета: ознайомити учнів із базовими електронними компонентами, їхнім призначенням та способом підключення. Етапи: 1. Вступ до електроніки. 2. Теоретичні відомості про компоненти. 3. Визначення номіналів і умов підключення. 4. Вимірювання і тестування компонентів. Методи: лекція, демонстрація, обговорення, робота в парах Практика: визначення номіналів резисторів за кольоровим кодом; побудова простих схем з діодами/транзисторами, підключення простого мікроконтролера до ланцюга	15
10.	Пайка, макетування на breadboard Мета: навчити основ пайки та макетування електронних схем без постійного з'єднання. Етапи: 1. Ознайомлення з інструментами. 2. Техніка безпеки при пайці. 3. Макетування без пайки на breadboard. 4. Пайка постійних з'єднань. Методи: демонстрація, самостійна робота, мікрогрупи. Практика: збирання ланцюгів на breadboard, паяння провідників, компонентів, створення базових пристроїв (світлодіод, кнопка, резистор)	10
11.	Ознайомлення з платформою Arduino, підключення сенсорів Мета: засвоїти основи роботи з Arduino: підключення сенсорів, базове програмування, вивід даних. Етапи: 1. Вступ до Arduino IDE. 2. Робота з цифровими/аналоговими входами. 3. Зчитування з сенсорів (температури, руху, освітлення).	30

	4. Передача даних на ПК/екран. Методи: лекція, моделювання, практичні експерименти Практика: проекти: «Світло за рухом», «Термометр з дисплеєм», зчитування сенсорних даних та логічна обробка.	
12.	Основи програмування мовою C/C++ Мета: ознайомити з синтаксисом мови C/C++, що використовується в Arduino. Етапи: 1. Типи даних, змінні, оператори. 2. Умовні конструкції, цикли. 3. Функції, масиви. 4. Робота з бібліотеками Методи: робота на ПК, розбір прикладів, міні-завдання Практика: написання власних скетчів Arduino, створення меню, логіки роботи пристрою, побудова циклів обробки сенсорних даних	30
13.	Механіка, редуктори, типи приводів Мета: дати базові знання про механіку, редуктори та типи приводів у мехатроніці. Етапи: 1. Види передач: зубчасті, черв'ячні. 2. Механічні елементи: осі, шестерні, важелі. 3. Приводи: серво-, крокові, DC-двигуни. Методи: макетування, демонстрація, аналіз готових механізмів Практика: збирання передач на моделях, підключення приводів до Arduino, рух за командою (керування двигуном)	15
14.	Мехатронні вузли та автоматизовані системи Мета: інтегрувати механіку, електроніку і програмування для створення автоматизованих пристроїв. Етапи: 1. Комбінування сенсорів і приводів. 2. Логіка автоматики: «умова – дія». 3. Введення в керування за зворотним зв'язком Методи: побудова моделей, тестування, покроковий розбір Практика: побудова автоматичних шлагбаумів, дозаторів, логічне керування зворотним зв'язком (наприклад, температура – вентилятор).	20
15.	Інтегровані проекти (вентиляція, освітлення, сигналізація) Мета: реалізація повноцінних автономних систем на базі Arduino. Етапи: 1. Проектування логіки керування. 2. Підключення реальних пристроїв (реле, ламп, сирен). 3. Тестування та відлагодження Методи: проектний метод, робота в парах, презентація Практика: побудова сигналізації за рухом, автоматична вентиляція за температурою, нічне освітлення за рівнем освітлення.	10
16.	Командний STEM-проект: «Розумна теплиця» або «Автоматизований будинок» Мета: об'єднати всі здобуті знання для створення реального застосовного проекту. Етапи: 1. Вибір ідеї, розподіл обов'язків.	10

	2. Створення схеми, алгоритму. 3. Побудова, програмування, налагодження. 4. Презентація проєкту. Методи: STEM, командна робота, захист проєкту. Практика: створення повного пристрою (контроль температури, освітлення, полив), датчики, механіка, інтерфейси, захист проєкту перед аудиторією	
3 рік навчання		
17.	Основи Інтернету речей (IoT): архітектура, плати ESP8266/ESP32 – год Мета: ознайомити учнів з концепцією IoT, мережевими протоколами, мікроконтролерами ESP8266/ESP32. Етапи: 1. Основи IoT: сенсори, хмара, взаємодія пристроїв. 2. Архітектура IoT-систем. 3. Мережеві можливості ESP8266/ESP32. 4. Програмування та підключення до Wi-Fi. Методи: презентації, моделювання, інтерактивна робота з платами Практика: підключення ESP8266 до Wi-Fi, надсилання даних на веб-ресурс, побудова базової IoT-схеми: температура – надсилання в хмару.	20
18.	Збір, передача та візуалізація даних (Blynk, MQTT, Firebase) Мета: навчити учнів обробляти та візуалізувати дані з IoT-пристроїв. Етапи: 1. Вступ до платформ Blynk, MQTT, Firebase. 2. Створення візуальних інтерфейсів. 3. Налаштування передачі даних. 4. Моніторинг та керування в реальному часі. Методи: робота з онлайн-платформами, проєктний підхід, групова робота Практика: відправлення даних сенсора на Blynk, керування пристроєм через Blynk, візуалізація історичних даних у Firebase.	15
19.	Вступ до штучного інтелекту: розпізнавання образів, машинне навчання Мета: ознайомити учнів з основами штучного інтелекту та машинного навчання. Етапи: 1. Основи: класифікація, навчання, розпізнавання 2. Робота з готовими моделями (Teachable Machine). 3. Розпізнавання зображень, мови, рухів. 4. Застосування AI у мікропроєктах. Методи: інтерактивне навчання, застосування хмарних сервісів, експерименти Практика: створення моделі на Teachable Machine, інтеграція з Arduino або ESP через Edge Impulse, демонстрація AI-контрольованого пристрою (наприклад, керування жестами)	20
20.	3D-моделювання (Tinkercad, Fusion 360) та друк деталей Мета: навчити основам 3D-моделювання і виготовлення корпусів або деталей на 3D-принтері. Етапи: 1. Основи дизайну у Tinkercad. 2. Перехід до Fusion 360: креслення, параметри. 3. Підготовка до друку (формат STL, слайсинг).	20

	4. Основи експлуатації 3D-принтера. Методи: робота в CAD-середовищі, практичні завдання, обговорення проєктів Практика: моделювання корпусу для мікросхеми, дизайн кріплення для сервоприводу, друк та збирання деталей у реальний прототип	
21.	Побудова автономних систем: робот-кур'єр, лабіринт, слідувальник Мета: розробити повноцінні автономні системи з елементами навігації та керування. Етапи: 1. Конструювання мобільних платформ. 2. Програмування логіки навігації. 3. Робота з сенсорами лінії, відстані, GPS (за наявності). 4. Тестування, адаптація в умовах середовища. Методи: STEM, проєктування, тестування в групах. Практика: побудова робота, який переміщається по лініях, програма обходу перешкод, тестування в ігровому лабіринті або маршрутній зоні	20
22.	Участь у конкурсах, змаганнях, хакатонах Мета: розвинути навички командної співпраці, креативного вирішення проблем. Етапи: 1. Ознайомлення з умовами конкурсів. 2. Розподіл ролей у команді. 3. Побудова та презентація рішення. 4. Підготовка до виступу/захисту. Методи: робота в командах, мозковий штурм, agile-підхід. Практика: проєкти за умовами змагання (наприклад, обмеження по часу/деталях), тестування рішень перед журі або іншими командами.	15
23.	Профорієнтаційні заходи: екскурсії, зустрічі з фахівцями Мета: надати учням уявлення про сучасні технічні професії, знайомство з IT-ринком. Етапи: 1. Візити до IT-компаній, лабораторій. 2. Майстер-класи та лекції запрошених спікерів. 3. Обговорення майбутнього вибору професії. Методи: дискусія, спостереження, рефлексія. Практика: ведення щоденника спостережень, аналіз ролей в технічних командах, складання власної освітньої траєкторії.	10
24.	Підсумковий проєкт і його захист Мета: синтезувати набуті знання і вміння для реалізації складного технічного рішення. Етапи: 1. Вибір теми (Smart Home, Smart City, AI-гаджет). 2. Проєктування: схема, логіка, корпус. 3. Створення, програмування, друк деталей. 4. Захист перед аудиторією або журі. Методи: проєктна діяльність, презентація, само оцінювання. Практика: створення повнофункціонального пристрою, підготовка презентації, постера або відео, захист у форматі стендової презентації або демонстрації	20

Очікувані результати навчання

Наприкінці навчання учень **зможе**: 1) розуміти та пояснювати базові принципи роботи роботизованих систем; 2) здійснювати монтаж простих схем і програмувати мікроконтролери; 3) працювати з датчиками й актуаторами різних типів; 4) створювати та використовувати 3D-моделі для виготовлення деталей; 5) розробляти, оформлювати та захищати STEM-проекти; 6) успішно виступати на технічних конкурсах та змаганнях; 7) застосовувати набуті знання у навчальному процесі та щоденному житті; 8) усвідомлювати власні професійні інтереси, володіти навичками профорієнтації.

Матеріально-технічне та методичне забезпечення

1. Освітні набори: LEGO Mindstorms, MakeBlock, Arduino Kits, ESP32, набори сенсорів.

2. Комп'ютери або ноутбуки з виходом в Інтернет.

3. Програмне забезпечення: Scratch, EV3-G, Arduino IDE, Tinkercad, Fusion 360, Blynk, Python IDE.

4. 3D-принтер, інструменти для моделювання та паяння, макетні плати, мультиметри.

5. Навчальні плакати, методичні посібники, відеоінструкції

6. Методи навчання: практичні та лабораторні заняття, проєктно-технологічна діяльність, моделювання ситуацій та проблемне навчання, командна робота з презентацією результатів, інтеграція зі шкільними навчальними предметами

7. Форми контролю й оцінювання: поточне оцінювання практичних робіт, контрольні завдання з програмування та схемотехніки, захист проєктів, демонстрація роботів, участь у хакатонах, конкурсах, виставках, олімпіадах.

Учні можуть залучатися до роботи в лабораторіях, гуртках на базі закладів професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти, а також партнерських ІТ-компаній; Після завершення навчання за цією програмою учні отримують сертифікати участі.

2.3. Методичні рекомендації щодо організації занять у шкільному гуртку робототехніки

Як зазначалося у попередніх підрозділах, робототехніка у закладах загальної середньої освіти виступає потужним інструментом для розвитку ключових компетентностей учнів. Практика показує, що гурткова робота у цьому напрямі вимагає чітко сформованої методики, що враховує сучасні освітні тренди: STEM-підхід, міждисциплінарність, проєктну діяльність та цифрову трансформацію.

Як зазначає Є. Поліщук, методика роботи шкільного гуртка робототехніки ґрунтується на принципах:

- 1) міждисциплінарності, що об'єднує знання з фізики, інформатики, математики, технологій;
- 2) дослідницького підходу, спрямованого на самостійне відкриття учнями нових знань;
- 3) інтеграції з реальними проблемами, що дає змогу учням бачити практичну користь від створених рішень [41].

При цьому головною метою такого і подібних гуртків є формування в учнів аналітичних, комунікативних і креативних навичок, розвиток технічного мислення та здатності розв'язувати складні прикладні задачі у команді.

Аналіз науково-методичної літератури [2; 10; 16; 21; 24; 34; 41; 47; 50] показав, що ефективне заняття з робототехніки має відповідати логіці навчального процесу і поділятися на кілька чітко окреслених **етапів**:

1. Мотиваційно-ознайомчий етап

Мета – зацікавити учнів та поставити практично значуще завдання. Методи: техніка «Точка інтересу» (демонстрація готового пристрою); питання на кшталт «А що, якщо...?», що стимулюють фантазію; перегляд коротких відеофрагментів або кейсів із життя.

2. Теоретичний блок

Коротка мінілекція, зорієнтована на розуміння суті завдання. Застосовуються: презентації, візуальні схеми; моделі або 3D-об'єкти; інтерактивні вправи (заповнення шаблонів, тестування гіпотез).

3. Практична частина

Учні збирають схеми, програмують пристрої, тестують і налагоджують роботу. Особливості: робота в парах або групах з чітким розподілом ролей; застосовується принцип «гуртківець – наставник», коли сильніші допомагають слабшим; використання реального обладнання: Arduino, ESP, сенсори, 3D-принтери.

4. Підсумковий етап

Мета – рефлексія, аналіз, закріплення знань. Форми: обговорення в колі; міні-звіти або презентації команд; усна або письмова рефлексія: «Що вдалося / що не вдалося / що покращити?».

5. Розширення діяльності

Для розвитку самостійності пропонуються: домашнє дослідження або міні-проект; самостійна робота на онлайн-платформах (Blynk, Tinkercad, Arduino Cloud); пошук нових способів застосування отриманих знань.

У навчальному процесі Т. Семенова рекомендує комбінувати такі методичні прийоми та підходи [50]:

1. *STEM-інтеграцію*, яка передбачає роботу на перетині кількох предметів, адже STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) – це не просто набір дисциплін, а підхід, що поєднує їх у комплексній, практично орієнтованій діяльності. На заняттях гуртка робототехніки учні застосовують фізичні закони (наприклад, при побудові механізмів), математичні обчислення (вимірювання, алгоритми), технології (електроніка, IoT, 3D-друк) та інженерні принципи (механіка, технічне мислення). Така інтеграція формує системне бачення задач, допомагає розуміти, як знання з різних предметів взаємодіють у реальному світі.

2. *Проектна діяльність*, коли кожне заняття наближає до кінцевого результату – готового пристрою. Проектна форма роботи передбачає, що учні

поступово створюють повноцінний пристрій або систему, розбиваючи складне завдання на менші етапи. Наприклад, упродовж кількох занять створюється робот-прибиральник: від ідеї, 3D-моделі й електричних з'єднань – до програмування логіки його дій. Такий підхід підвищує мотивацію, розвиває навички планування, дозволяє гуртківцям відстежувати прогрес і бачити практичний результат своєї праці.

3. *Кооперативне навчання* шляхом спільної роботи в групах із чітким розподілом ролей. Кооперативне навчання – це організація навчального процесу, за якого учні працюють у командах і відповідають не лише за свою роботу, а й за внесок у загальний результат. Ролі можуть бути такими: інженер, програміст, дослідник, презентатор тощо. Такий розподіл сприяє розвитку ключових якостей і компетентностей: відповідальності, комунікації, навичок управління часом, командної взаємодії в команді тощо.

4. *Гейміфікація* шляхом застосування бальної системи за виконання робіт, досягнень, конкурсів для підвищення мотивації. Гейміфікація перетворює навчання на процес, схожий до гри. Учні можуть отримувати бали за активність, успішне виконання завдань, креативність у вирішенні проблем. Також можна використовувати «таблиці лідерів», рівні складності, бейджі, міні-змагання. Це створює позитивну конкуренцію, підвищує інтерес і залученість, особливо серед учнів середньої та старшої школи.

5. *Діалогове навчання* передбачає використання таких методичних прийомів, як запитання, дебати, аргументація. Цей вид навчання активізує критичне мислення через постійну взаємодію: запитання до учнів, спільне обговорення варіантів рішень, дебати щодо вибору коду або компонента. Учні навчаються формулювати й обґрунтовувати свої погляди, слухати інших, аналізувати альтернативні думки та ідеї. Діалогове навчання – це не лише про знання, а й про культуру наукового спілкування.

6, *Інтерактивне навчання*: мозковий штурм – генерація якомога більшої кількості ідей, навіть найсміливіших, з подальшим відбором реалістичних для реалізації; кейс-метод – робота з реальною або

змодельованою проблемною ситуацією (наприклад, «Система поливу не працює – знайди причину»); моделювання – створення схематичних або віртуальних моделей пристрою, прогнозування його поведінки до складання реального зразка; дизайн-мислення – поетапне розв’язання проблеми з орієнтацією на потреби користувача: дослідження – ідеяція – прототипування – тестування – вдосконалення.

Ці методичні прийоми в комплексі створюють насичене освітньо-розвивальне середовище, яке стимулює учнів до самостійного навчання, експериментів та творчості, формуючи не лише технічні знання, а й гнучкі навички Моніторинг якості навчання: акцент на процес і розвиток

Важливим завданням педагога є оцінювання ефективності роботи учнів у гуртку робототехніки, яке ґрунтується не лише на кінцевому результаті (створеному об’єкті – пристрої чи програмному продукті), а й на процесі навчальної діяльності, особливо з огляду на динаміку розвитку гуртківця як дослідника, конструктора, програміста, співтворця. Відтак моніторинг слід здійснювати системно, охоплюючи як об’єктивні показники, так і суб’єктивні враження учасників освітнього процесу.

Нами відібрані основні індикатори ефективності методичних прийомів:

1. Рівень залученості учнів у всі етапи заняття. Аналіз участі в міні-дискусіях, активність під час практичних дій, ініціативність у прийнятті рішень та пропозиції щодо вдосконалення проєктів. Висока залученість вказує на відповідність методів віковим та інтересовим потребам учнів.

2. Самооцінювання учасників: що вони навчилися робити самостійно. Учні регулярно залучаються до оцінки власного прогресу через чек-листи, міні-щоденники, рефлексивні запитання типу: «Що я сьогодні навчився?», «Що було найважчим і як я це подолав?», «У чому мені ще потрібна допомога?». Такі підходи формують метапізнання – здатність школяра аналізувати власний навчальний прогрес.

3. Ступінь автономності у розв’язанні технічних задач. Відстежується здатність учня: самостійно читати та інтерпретувати схеми, добирати

компоненти, відлагоджувати програмний код, критично перевіряти результати своєї роботи без постійної допомоги керівника гуртка. Автономність свідчить про глибину засвоєння матеріалу та сформованість практичних навичок.

4. Функціональність і складність створених пристроїв. Рівень реалізованих проєктів демонструє не лише технічні знання, а й уміння інтегрувати кілька технологій: електроніку, програмування, механіку, дизайн. При цьому критерії оцінювання можуть включати: стабільність роботи, ефективність виконання завдання, оригінальність рішення, документацію до пристрою (інструкції, пояснення, схеми) та ін.

5. Результати участі у конкурсах, хакатонах, виставках. Участь у подіях поза межами гуртка робототехніки є показником соціалізації знань і здатності працювати над проєктами з реальним викликом. Досягнення на конкурсах свідчать про здатність гуртка створювати інноваційно мислячих, цілеспрямованих та командно зорієнтованих учасників.

6. Рефлексія як інструмент педагогічного аналізу. Регулярне застосування рефлексивних методів (усна рефлексія, письмові міні-есе, «гарячий стілець», коло вражень) дозволяє глибше аналізувати не лише засвоєні знання, а й емоційно-психологічний стан учнів, їхні інтереси, внутрішню мотивацію. Це дає змогу виявити труднощі, з якими стикаються учні на різних етапах навчання, оцінити доцільність обраних методичних підходів, а також адаптувати освітні стратегії під потреби окремих учнів або міні-груп. Такий підхід робить освітній процес динамічним, відкритим до змін, орієнтованим на учня та його поступовий розвиток.

Нами підготовлені методичні поради керівникам гуртків робототехніки, які функціонують у закладах загальної мередньої та позашкільної освіти:

1. Загальні поради для керівника гуртка

Створіть надихаюче середовище для роботи, використовуючи постери, моделі роботів, інструкції.

Починайте з простих завдань, поступово ускладнюючи матеріал.

Розвивайте м'які навички: комунікацію, командну роботу, лідерство.

Підтримуйте учнів у разі невдач – заохочуйте до пошуку рішень та аналізу помилок.

2. Організація занять

Структуруйте заняття: коротка теорія – практична частина – обговорення.

Залучайте індивідуальні завдання для учнів різного рівня підготовки.

Проводьте міні-змагання, інтерактивні челенджі, командні вправи.

Використовуйте журнал проєкту або онлайн-дошку для відстеження прогресу.

3. Робота з конструкторами та програмування

Пояснюйте принципи дії кожної деталі чи механізму.

Навчайте учнів читати інструкції, а не просто копіювати.

Використовуйте проєктний підхід: від завдання до результату.

Пояснюйте застосування алгоритмів у реальному житті.

4. STEM-підхід у гуртку

Інтегруйте математику і фізику через практичні завдання (обчислення, вимірювання).

Пояснюйте принципи роботи сенсорів на прикладах з повсякденного життя.

Заохочуйте учнів створювати експерименти з використанням роботів.

Формуйте вміння ставити дослідницькі питання: «Що буде, якщо...?».

5. Проєктна діяльність і презентація

Розбивайте реалізацію проєкту на етапи: ідея, план, розробка, тестування, презентація.

Давайте учням можливість обирати теми проєктів за інтересами.

Навчайте оформленню проєктної документації: схема, код, опис.

Проводьте демонстрації або фестивалі для представлення результатів роботи.

6. Практичні поради

Підготуйте все необхідне до заняття: заряджені акумулятори, запасні деталі, інструкції.

Навчайте учнів організованості: сортування деталей, зберігання моделей.

Застосовуйте цифрові інструменти для управління навчальним процесом (Google Клас, Trello тощо).

Отже, заняття у шкільному гуртку робототехніки мають стати не лише технічною, а й педагогічно продуманою діяльністю. Їх ефективність зростатиме при використанні гнучкої структури занять, STEM-підходу, інтеграції з сучасними освітніми платформами та цифровими ресурсами, а також орієнтації на особисту участь, дослідження та розвиток кожного учня. Грамотне поєднання методичних прийомів дозволить шкільному гуртку робототехніки перетворитися на справжній «educational hub for innovative thinking» – освітній хаб інноваційного мислення.

ВИСНОВКИ

Аналіз поняття «робототехніка» в контексті STEM-освіти показав, що робототехніка є інтегрованим навчальним напрямом, який поєднує знання з інформатики, фізики, математики, електроніки та технологій. Вона виконує роль каталізатора розвитку технічних компетентностей учнів, забезпечуючи практикоорієнтоване навчання, яке стимулює технічне мислення, здатність до моделювання, командну роботу та проєктно-технологічну діяльність. Робототехніка в освіті є ефективним інструментом формування ключових компетентностей XXI століття.

Огляд сучасного стану впровадження елементів робототехніки в освітній процес засвідчив, що в Україні спостерігається поступове зростання інтересу до використання робототехніки як у загальній середній, так і позашкільній освіті. Водночас виявлено низку проблем: нерівномірність забезпечення матеріально-технічними ресурсами, відсутність єдиної державної програми з робототехніки, нестача кваліфікованих педагогів, фрагментарність підходів до методичного забезпечення. Проте окремі заклади освіти демонструють інноваційний досвід, зокрема через гурткову роботу, проєктну діяльність, участь у конкурсах, виставках, хакатонах тощо.

Педагогічні можливості шкільного гуртка робототехніки полягають у створенні умов для занурення учнів у повноцінний цикл проєктно-технологічної діяльності – від постановки завдання до створення робочого прототипу. У ході дослідження обґрунтовано дидактичні вимоги до змісту такої гурткової роботи: міждисциплінарність, поетапність, проєктність, доступність, варіативність. Розроблено проєкт робочої навчальної програми шкільного гуртка робототехніка, розрахованого на 3 навчальні роки із кількістю 420 годин: 4 години на тиждень (140 годин на рік, 35 навчальних тижнів). Програма містить теми з основ електроніки, програмування мікроконтролерів, основ механіки, сенсорики та IoT.

Методичні рекомендації до викладання основ робототехніки в позаурочний час охоплюють принципи організації занять, підходи до

поетапного формування технічних компетентностей учнів, а також приклади конспектів занять з актуальних тем (Arduino, IoT, керування сервоприводами, Blynk-платформа тощо). Особливу увагу приділено інтеграції сучасних педагогічних технологій – STEM-інтеграції, проєктному та кооперативному навчанню, гейміфікації, рефлексивному аналізу. Розроблені зміст і методичні рекомендації апробовано в умовах шкільного гуртка робототехніки, який функціонує в Самбірській гімназії №1 імені Т.Г. Шевченка, що підтвердило їхню ефективність.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність і педагогічну цінність використання робототехніки як форми технологічної та STEM-освіти, яка сприяє різнобічному розвитку школярів, формуванню у них технічного мислення, мотивації до навчання та самореалізації в технологічній та інформатичній галузях. Розроблені теоретичні та методичні підходи можуть бути використані для модернізації позашкільної освіти та розширення методичного інструментарію педагогів у цій галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєєв О.П. Робототехніка. Київ: Вища школа, 2013. 284 с.
2. Архипов С. І. Методика навчання основам робототехніки: навч. посіб. К.: Ліра-К, 2020. 144 с.
3. Бєлих Ю. Сутність і цілі технологічної освіти учнів. *Актуальні проблеми сучасної науки*: зб. VI міжнар. наук.-практ. конф. / за ред. М.Б. Паласевича, П.В. Скотного. Дрогобич: РВВ ДДПУ, 2019. С. 305 – 307.
4. Вікова психологія: навч. посіб. / М. В. Савчин, Л. П. Василенко. Київ: Академвидав, 2006. 360 с.
5. Вікова та педагогічна психологія: навч. посібник / О. В. Скрипченко та ін.. Київ: Каравелла, 2007. 412 с.
6. Газейкіна А.І., Пронін С.Г. Формування когнітивних універсальних навчальних дій при навчанні робототехніці учнів загальноосвітньої школи. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2015. № 5. С. 38–42.
7. Гололюбов В. З чого починаються роботи? Про проєкт Arduino для школярів. Київ: Фоліо, 2021. 230 с.
8. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 376 с.
9. Гребнєва Д.М. Вивчення елементів робототехніки у базовому курсі інформатики. URL: [http:// festival.1september.ru/articles/623491](http://festival.1september.ru/articles/623491).
10. Грибенко Ю.С. STEM-освіта в школі: теорія і практика. Харків: Основа, 2019. 156 с.
11. Гук І. Т. Метод проєктів як педагогічна технологія. *Трудова підготовка в рідній школі*. 2013. № 2. С. 24–27.
12. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Козяр М. М., Шевченко Л.С. Інноваційні технології навчання в умовах інформатизації освіти: навч. посіб. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. 396 с.
13. Гуревич Р.С. Сучасні інформаційні засоби навчання / Гороль П.К., Гуревич Р.С., Коношевський Л.Л. : навч. посіб. Київ. Освіта України, 2007. 536 с.
14. Державний стандарт базової середньої освіти: *Постанова Кабінету міністрів України* за № 898 від 30 вересня 2020 року. URL: [https:// osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/)
15. Державний стандарт профільної середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-derzhavnoho-standartu-profilnoi-serednoi-osvity-851-250724>
16. Дидактика технологічної освіти: книга для вчителя / за ред.

- В.М. Мадзігона. Київ: Пед. думка, 2007. Ч. 1. 216 с.; 2008. Ч. 2. 168 с.; 2009. Ч. 3. 244 с.
17. Довідник учителя трудового навчання та креслення в запитаннях та відповідях / упоряд.: С. Дятленко, Б. Терещук, Н. Лосіна. Харків: Веста, Вид-во «Ранок», 2006. 608 с.
 18. Енциклопедія педагогічних технологій та інновацій / автор-укладач Н.П. Наволокова Харків, 2009. 176 с.
 19. Єршов М.Г. Робототехніка як об'єкт вивчення в курсі фізики середньої школи. *Фізика в школі*. 2011. №3. С. 21 – 24.
 20. Журбинський О.Ф. Формування технологічних знань і вмінь під час підготовки до продуктивної праці учнів 7 – 9 класів: монограф. Київ: [б.в.], 2012. - 184 с.
 21. Ільченко Н. М. Робототехніка в освіті як засіб формування компетентностей. *Наукові записки НПУ ім. М. Драгоманова*. 2021. №2. С. 95 – 101.
 22. Інноваційні педагогічні технології у трудовому навчанні: навч.- метод. посібник / Гетта В.Г., Гуревич Р.С., Коберник О.М. та ін. ; за ред. О.М.Коберника. Умань : СПД Жовтий, 2008. 212 с.
 23. Історія розвитку робототехніки. URL: <https://nanitrobot.com/history-robotics/>
 24. Козаченко С.Г. Робототехніка та мікроелектроніка в школі: питання підготовки вчителів трудового навчання та інформатики. *Інформаційні та комунікаційні технології в науці й освіті: зб. праць Всеукр. наук.-практ. конф. (6-7 квітня 2018 року)*. Дніпро : ДНУ, 2018. С. 146–148.
 25. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
 26. Копосов Д.Г. Перший крок у робототехніку. Київ: Вища школа, 2021. 174 с.
 27. Корендясев О.І. Теоретичні основи робототехніки : в 2 кн. Київ: Наука, 2016. Кн. 1. 360 с.
 28. Курлянд З.Н. Дидактика. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. / З.Н. Курлянд, Р.І. Хмелюк, А.В. Семенова. 2-ге вид. Київ. Знання, 2005. 256 с.
 29. Лепинський С.С., Капська О.В. Комп'ютер в загальноосвітній школі: навч. посіб. Житомир: ЖІППО, 2013. 264 с.
 30. Литвин А.В. Педагогічні та дидактичні можливості освітньої робототехніки. *Інновації в освіті*. 2012. № 1. С. 42 – 48.
 31. Максимюк С.П. Педагогіка: навч. посіб. Київ, 2005. 667 с

- 32.Марчук Г.І. Магістралі технічного прогресу: книга для вчителя. Київ: Освіта, 2015. 348 с.
- 33.Методика навчання технологій / за ред. В.К. Сидоренка. Глухів: Вид-во ГДПУ, 2008. 216 с.
- 34.Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році. Лист ІМЗО № 21/08-1242 від 12.08.24 р. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/92801/
- 35.Мякушко О.А., Колотова І.О., Сичинська Н.М., Смирнова Ю.В. Основи освітньої робототехніки: навч.-метод. посіб. Київ: Фоліо, 2024. 180 с.
- 36.Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013/print1472788461667940>
- 37.Нова Українська Школа. URL: <https://mon.gov.ua/tag/nova-ukrainska-shkola?&type=all&tag=nova-ukrainska-shkola>
- 38.Овсяницька Л.Ю., Овсяницький О.Д. Курс програмування робота Lego Mindstorms EV3: основні підходи, практичні приклади, секрети майстерності. Харків: ХПТІ, 2018. 264 с.
- 39.Перхун Л.Б. «Технології» – новий шкільний предмет. Київ: Перун, 2013. 148 с.
- 40.Полат Є.С. Метод проєктів. *Трудова підготовка в рідній школі*. 2002. № 3. С. 12 – 18.
- 41.Поліщук Є.С. Освітня робототехніка: методичні орієнтири. Київ: ІМЗО, 2021. 126 с.
- 42.Предко М. 123 експеримента з робототехніки. Львів: Свічадо, 2017. 544 с.
- 43.Про освіту: *Закон України* від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
- 44.Про повну загальну середню освіту. *Закон України* № 16.01.2020 № 463-IX URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>
- 45.Роботи. Історія створення. Ч 1. URL: http://androbots.ru/istoriya_robototehniki/istoriya_sozdaniya/robotov_1.php
- 46.Роботи. Робототехніка. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php>
- 47.Робототехніка в школі – це реально! URL: <http://ies.org.ua/компанія-інноваційні-освітні-рішення/>
- 48.Романів О.В., Симбратович І.Н. Формування нового інформаційного простору технологічної освіти. *Трудова підготовка в рідній школі*. 2016. № 2. С. 12 – 18.

- 49.Селевко Г. К. Сучасні освітні технології: навч. посіб. Київ: Пед. освіта, 2000. 260 с.
- 50.Семенова Т.О. Освітня робототехніка у шкільному середовищі: виклики і перспективи. *Педагогічний альманах*. 2020. №3. С. 110 – 115.
- 51.Сучасні технології в освіті. Ч. 1. Сучасні технології навчання : наук.-допом. бібліогр. показч. Вип. 2 / упоряд.: Філімонова Т. В., Тарнавська С. В., Орищенко І. О. та ін. ; наук. консультант Антонова О. Є. ; наук. ред. Березівська Л. Д. Київ, 2015. 377 с.
- 52.Технічна творчість. URL: [http://fcttu.stankin.ru/index.php?option=com_content &view=article&id=57&Itemid=27](http://fcttu.stankin.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=27).
- 53.Тхоржевський Д.О. Методика трудового і професійного навчання. Ч.1: Теорія трудового навчання. Київ: РННЦ «ДІНІТ». 2000. 321с.
- 54.Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехніка / пер. із англ. О.А. Сармін, О.В. Градецький, М.Ю. Рачков. Київ: Фоліо, 2018. 316 с.
- 55.Шинкарук В.І., Філософський енциклопедичний словник. Київ : Абрис, 2002. 742 с.
- 56.Шолохов С.П. Інформаційні технології у трудовому навчанні. *Трудова підготовка в рідній школі*. 2019. № 1. С. 23–28.
- 57.Юркевич В.І. Основи робототехніки. 2-е вид. Харків: ХНУ, 2015. 240 с.

ДОДАТКИ

ЗРАЗКИ ПЛАНІВ-ОНСПЕКТІВ ЗАНЯТЬ У ШКІЛЬНОМУ ГУРТКУ РОБОТОТЕХНІКИ

ТЕМА: КЕРУВАННЯ СВІТЛОДІОДОМ ЧЕРЕЗ МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК BLYNK ТА ПЛАТУ ESP8266

Цілі заняття:

Навчальні: ознайомити з принципами роботи платформи Blynk; навчити налаштовувати з'єднання між ESP8266 та мобільним застосунком; сформувати вміння писати прості скетчі для ESP8266.

Розвивальні: розвинути навички алгоритмічного мислення; сформувати вміння налагоджувати з'єднання та шукати помилки; розвинути командну роботу, логіку, технічне мислення.

Виховні: сформувати відповідального ставлення до технічної роботи; виховати наполегливість, акуратність, бажання до самонавчання.

Обладнання:

1. ESP8266 NodeMCU (мін. 1 на 2 учнів),
2. Breadboard, світлодіоди, резистори (220 Ом),
3. USB-кабелі, ноутбуки з встановленою Arduino IDE,
4. Мобільні телефони з Blynk IoT app,
5. Доступ до Wi-Fi.

Хід заняття:

Етап	Час	Діяльність
1. Організаційний момент	5 хв	Привітання. Мотивація: «Як керувати пристроєм зі смартфона?». Запитання для обговорення: <i>"Чи можу я вмикати лампу з іншого міста?"</i>
2. Актуалізація знань	10 хв	Мікролекція: IoT, роль ESP8266, що таке Blynk, як працює хмарне керування. Учні переглядають приклади IoT-інтерфейсів.
3. Інструктаж і підготовка	15 хв	Пояснення схеми з'єднання: ESP8266 – LED – резистор. Учні збирають схему на breadboard. Демонстрація бібліотеки Blynk у Arduino IDE.
4. Практична робота	35 хв	Учні створюють акаунт у Blynk, додають віртуальну кнопку. Пишуть код із шаблону, прошивають ESP, тестують. Визначення помилок (невірне з'єднання, Wi-Fi, токен).
5. Презентація результатів	10 хв	Учні демонструють, як зі смартфона вмикають світлодіод. Обговорюють труднощі: що не працювало, чому, як вирішили.

6. Підсумки і рефлексія	10 хв	Коло рефлексії: «Що я зробив / чого навчився / що хочу спробувати далі?»
7. Домашнє завдання	5 хв	Запропоновано вдома спробувати підключити до ESP інший компонент (реле, сервопривод). Записати коротке відео з демонстрацією (опціонально).

Очікувані результати: гуртківець знає, що таке IoT і як працює Blynk, вміє зібрати просту схему з ESP8266, написав та протестував скетч для керування світло діодом, застосував цифрову платформу для управління реальним об'єктом.

Форми та методи контролю: спостереження за роботою в групі; аналіз коду (структура, помилки), момент перевірки функціонування схеми, усна рефлексія.

ТЕМА: ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ: РЕЗИСТОРИ, ДІОДИ, ТРАНЗИСТОРИ

Цілі заняття:

Навчальні: ознайомити з видами електронних компонентів; навчити читати та складати базові електронні схеми; сформувані уявлення про струм, напругу, полярність.

Розвивальні: розвивати уважність, логічне мислення, навички моделювання схем.

Виховні: формувати інтерес до технічної творчості, відповідальне ставлення до роботи з електронікою.

Обладнання:

1. Breadboard, резистори, діоди, транзистори, світлодіоди;
2. Мультиметри, схеми-зразки, презентація;
3. Ноутбук або проєктор, маркери/схеми для пояснення.

Хід заняття:

Етап	Час	Діяльність
1. Організаційний момент	5 хв	Вітання, мотиваційне запитання: «Що всередині телефону або ноутбука?».
2. Актуалізація знань	10 хв	Мікролекція з презентацією: що таке резистор, діод, транзистор; їхнє призначення; читання символів на схемі.
3. Інструктаж	10 хв	Пояснення базової схеми живлення та правил складання кіл на breadboard. Демонстрація схеми "Діод + резистор".
4. Практична	30 хв	Учні у парах збирають схеми: 1) резистор і

частина		світлодіод; 2) схема з транзистором як перемикачем.
5. Презентація результатів	10 хв	Демонстрація роботи схем, пояснення принципу дії.
6. Рефлексія і підсумки	10 хв	Обговорення: які труднощі виникли, що нового дізналися. Складання короткого алгоритму дій для повторення вдома.
7. Домашнє завдання	5 хв	Намалювати схему живлення світлодіода з транзистором. Подумати, де це може використовуватись.

Очікувані результати: учні розуміють функції базових компонентів, можуть зібрати просту схему на breadboard.

Контроль: спостереження за роботою, аналіз схеми, тестування працездатності.

ТЕМА: ПЕРША ПРОГРАМА З ARDUINO: КЕРУВАННЯ СВІТЛОДІОДОМ

Цілі заняття:

Навчальні: ознайомити з платформою Arduino та її можливостями; навчити писати скетч Blink; сформувати базові навички програмування.

Розвивальні: розвинути алгоритмічне мислення, самостійність, навички відлагодження коду.

Виховні: виховати відповідальність, терпіння в роботі з технікою.

Обладнання:

1. Arduino UNO, кабелі, світлодіоди, резистори;
2. Ноутбуки з встановленою Arduino IDE;
3. Схема Blink на слайді.

Хід заняття:

Етап	Час	Діяльність
1. Організаційний момент	5 хв	Вступне запитання: «Що ми можемо змусити робити плату Arduino?».
2. Актуалізація знань	10 хв	Демонстрація Arduino IDE, принцип написання скетчу, функції setup() і loop().
3. Інструктаж	10 хв	Демонстрація схеми підключення світлодіода до піну 13.
4. Практична частина	35 хв	Завантаження та запуск скетча Blink, зміна затримки, підключення зовнішнього світлодіода.

5. Презентація результатів	10 хв	Демонстрація результатів: блимання, пояснення коду.
6. Підсумки та рефлексія	10 хв	Опитування: «Який код змінює частоту блимання?», обговорення труднощів.
7. Домашнє завдання	5 хв	Модифікувати код так, щоб світлодіод блимав задану кількість разів.

Очікувані результати: учень знає базову структуру скетчу, може самостійно запрограмувати просту дію.

Контроль: робота за комп'ютером, усна перевірка, візуальний результат.

ТЕМА: КЕРУВАННЯ СЕРВОПРИВОДОМ З ARDUINO

Цілі заняття:

Навчальні: ознайомити з принципом роботи сервоприводу; навчити керувати кутом повороту через Arduino.

Розвивальні: сформувані уявлення про актуатори, точність та обмеження механіки.

Виховні: розвивати наполегливість у виконанні завдання, акуратність у підключенні компонентів.

Обладнання:

1. Arduino, сервоприводи, Breadboard, дроти, зовнішнє живлення;
2. Бібліотека Servo.h, зразки коду.

Хід заняття:

Етап	Час	Діяльність
1. Організаційний момент	5 хв	Мотивація: «Як робот рухає рукою?».
2. Актуалізація знань	10 хв	Мікролекція: що таке сервопривід, принцип PWM, обмеження руху.
3. Інструктаж	10 хв	Демонстрація схеми та підключення сервоприводу до Arduino.
4. Практична робота	35 хв	Збірка схеми, підключення, завантаження скетчу. Експеримент з кутом повороту.
5. Демонстрація	10 хв	Кожна пара демонструє, як її сервопривід рухається з заданим кутом.
6. Рефлексія	10 хв	Обговорення труднощів: не вистачало живлення, неправильно підключено сигнальний провід.

7. Домашнє завдання	5 хв	Придумати модель, де потрібен обмежений поворот: шлагбаум, кришка, реле тощо. Намалювати або змодельювати.
---------------------	------	---

Очікувані результати: учень розуміє, як керувати рухомими частинами, використовує Arduino для точного керування.

Контроль: перевірка схеми, правильність коду, обговорення результату.