

Звіт про оригінальність

● Оцінка схожості

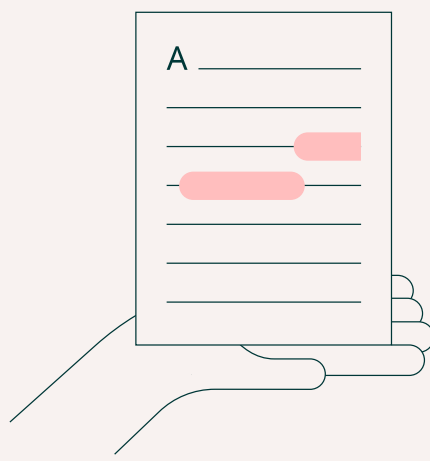
%17

● Ризик плагіату

НАЙВИЩИЙ

👤 nana 🕒 2026-01-11 13:06

Посилання на звіт: 14zHz / Посилання користувача: opld



Ось вона – Ваша звіт про оригінальність!

Ми раді повідомити, що перевірка вашого документа завершена, і результати вже готові! Наші алгоритми старанно працювали, щоб знайти збіги в наших базах даних.

На наступних сторінках ви знайдете результати перевірки:

Бали

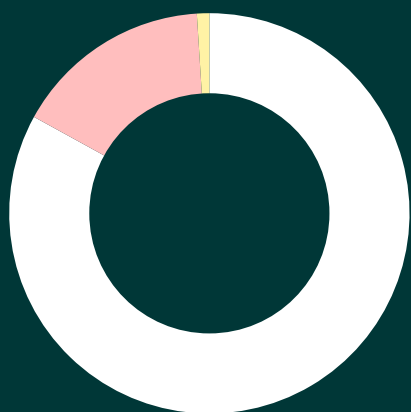
Збіги

Посилання

Ваш документ було перевірено за такими джерелами:

- ☒ База даних інтернет-джерел
- ☐ База даних наукових статей
- ☐ Глибока перевірка (наш вдосконалений алгоритм)

Бали



● Збіги тексту	16%
● Перефразування	1%
● Цитований текст	0%
● Неправильне цитування	0%
● Збігів не знайдено	83%

Ризик плагіату

НАЙВИЩИЙ

Ризик плагіату вказує, як збіги тексту розподілені по документу. Вищий ризик виникає, коли збіги з'являються близько один до одного, наприклад, у тому самому абзаці або розділі.

Оцінка схожості

Оцінка схожості показує, скільки слів або символів у вашому документі збігаються з текстами інших документів, включаючи перефразовані тексти або неправильні цитати.

% 17

Збіги

ВСТУП

Сучасний етап розвитку українського суспільства характеризується стрімкою інтеграцією у світовий технологічний простір, що зумовлює кардинальні зміни в парадигмі освіти. Перехід до Індустрії 4.0, цифровізація економіки та зростаючий попит на фахівців інженерно-технічного профілю ставлять перед закладами загальної середньої освіти нові виклики. Урок технологій, як ключова освітня галузь, трансформуються з дисципліни, орієнтованої на формування ремісничих навичок, у потужний інструмент розвитку проєктно-технологічної компетентності, креативності та інженерного мислення.

Нормативно-правовим підґрунтям модернізації **8** технологічної освіти є Закон **4** України «Про освіту», Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, а також Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. **70** Згідно з Державним стандартом **8** базової середньої освіти, метою технологічної освітньої галузі є реалізація творчого потенціалу учня **70** через проєктну діяльність. У цьому контексті впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» набуває особливого значення, оскільки саме цей напрям дозволяє органічно поєднати віртуальне моделювання з реальним конструюванням, забезпечуючи практичну реалізацію міжпредметних зв'язків.

Однак, попри високий соціальний запит, практика роботи закладів освіти засвідчує наявність суперечностей між необхідністю **6** формування в учнів сучасних технічних компетентностей та недостатнім методичним забезпеченням викладання робототехніки в умовах шкільних майстерень, особливо у сільській місцевості. Більшість існуючих методик орієнтовані на спеціалізовані гуртки, тоді як адаптація складного інженерного матеріалу до уроків технологій **26** потребує наукового обґрунтування.

26 Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю **85** розв'язання суперечності між зростаючою потребою суспільства у випускниках, які володіють навичками автоматизації та алгоритмічного мислення, та застарілими підходами до

організації технологічної підготовки в школі. Сутність проблеми 36 полягає в обґрунтуванні та розробці методичної системи, яка дозволить ефективно інтегрувати робототехніку в інваріантну та варіативну складові навчальної програми, використовуючи потенціал STEAM-освіти для розвитку учнів.

16 Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці 14 методики навчання варіативного модулю «Основи автоматики і робототехніки» учнів базової школи з використанням технологій STEAM-освіти для формування предметних та ключових 6 компетентностей.

6 Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання дослідження:

6 Здійснити 28 аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, нормативних документів 55 задля з'ясування стану розробленості проблеми впровадження робототехніки 83 в освітній процес та 83 уточнення понятійного апарату дослідження.

65 Визначити 65 зміст, форми та методи навчання модулю «Основи автоматики і робототехніки», обґрунтувати структуру календарно-тематичного планування та систему навчальних завдань, що базуються на принципах проектно-технологічної діяльності.

Розробити 34 методичні рекомендації щодо організації освітнього середовища (Makerspace), матеріально-технічного забезпечення та критеріального 18 оцінювання навчальних досягнень учнів.

18 Експериментально 14 перевірити ефективність розробленої методики на базі 77 закладу загальної середньої освіти, здійснити 39 аналіз та математичну обробку отриманих результатів для 39 підтвердження дієвості запропонованих підходів.

14 Об'єкт дослідження – процес 18 технологічної 36 підготовки учнів закладів 30 загальної 29 середньої освіти в умовах реформування Нової української школи.

6 Предмет дослідження – зміст та методика навчання варіативного модулю «Основи автоматики і робототехніки» на уроках технологій засобами STEAM-освіти.

10 Методи дослідження. Для розв'язання 76 поставлених завдань використано комплекс взаємодоповнюючих 28 методів:

28 теоретичні: аналіз філософської, психолого-педагогічної та технічної літератури, 33 нормативних документів для визначення теоретичних засад дослідження; 18 систематизація та узагальнення передового 42 педагогічного досвіду для обґрунтування змісту навчання; моделювання для розробки структури модулю та

системи завдань;

емпіричні: 30 педагогічне спостереження за навчальною діяльністю учнів для виявлення рівня їхньої мотивації та практичних умінь; 58 анкетування та тестування для діагностики когнітивного і мотиваційного компонентів компетентності; бесіди з вчителями та учнями; 40 педагогічний експеримент (констатувальний та формувальний етапи) 42 для перевірки ефективності розробленої 92 методики;

40 статистичні: 10 методи математичної обробки даних, кількісний та якісний аналіз результатів експериментальної роботи для забезпечення їх достовірності та об'єктивності.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

1.1. Еволюція викладання технічних дисциплін: від ручної праці до мехатроніки

Історичний генезис технологічної освіти є безпосереднім відображенням змін у технологічних укладах суспільства, демонструючи поступовий перехід від репродуктивного відтворення ремісничих зразків до формування комплексної інженерно-технічної компетентності. Аналіз розвитку шкільного предмету, який трансформувався від «Ручної праці» до сучасних «Технологій», дозволяє виокремити чітку тенденцію ускладнення об'єкта навчальної діяльності. На початкових етапах становлення системи трудового навчання, 21 що припали на кінець XIX – початок XX століття, 93 домінувала реміснича парадигма, де пріоритетом було виховання дисципліни та формування стійких навичок роботи з традиційними матеріалами. Як зазначає у своїй фундаментальній праці Д. О. Тхоржевський, тогочасна школа ставила за мету передусім озброїти учнів виконавськими вміннями ручної обробки матеріалів, що відповідало потребам раннього індустріального виробництва, при цьому технічні об'єкти розглядалися як статичні конструкції без елементів автоматизації [1, с. 19].

З розвитком машинного виробництва та електрифікації у другій половині XX століття предмет набув політехнічного характеру, збагатившись відомостями з машинознавства та електротехніки. Проте навіть на цьому етапі методика навчання часто залишалася технократичною, фокусуючись на вивченні будови механізмів, а не на принципах їхнього створення чи керування ними. Кардинальний злам відбувся на межі століть із впровадженням проектно-технологічного підходу, коли акцент змістився з процесу обробки матеріалу на повний цикл проєктування виробу. Сучасні вимоги до технологічної освіти, як підкреслює колектив авторів під керівництвом О. М. Коберника, полягають у підготовці учнів до життя в високотехнологічному інформаційному суспільстві, де здатність до творчого застосування знань та проєктної діяльності стає

важливішою за механічні навички [2, с. 12]. Саме цей еволюційний перехід від «технології матеріалів» до «технології систем» (мехатроніки) актуалізує впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки», який дозволяє поєднати класичне конструювання з сучасними засобами цифрового керування, відповідаючи запитам

17 Нової української школи.

17 Сучасний стан розвитку освітньої робототехніки в країнах ЄС, США та Азії: порівняльний аналіз навчальних планів

Глобальні тенденції цифровізації суспільства зумовили перетворення освітньої робототехніки з вузькоспеціалізованого факультативного напрямку на невід'ємну складову національних навчальних планів провідних країн світу, хоча методологічні підходи до її впровадження суттєво варіюються залежно від регіональних освітніх традицій та економічних стратегій. Порівняльний аналіз досвіду США, країн Європейського Союзу та Азійсько-Тихоокеанського регіону дозволяє виокремити відмінні моделі інтеграції робототехніки в освітній процес. Американська модель, що реалізується в межах стратегії **56** NGSS (Next Generation Science Standards), характеризується високим рівнем прагматизму та орієнтацією на ранню професіоналізацію через систему STEM-змагань, розглядаючи робототехніку як інструмент залучення молоді до інженерної кар'єри. Натомість азійська модель (Південна Корея, Китай, Японія) вирізняється жорсткою централізацією та академічністю, де вивчення автоматики та програмування часто є обов'язковим з початкової школи і спрямоване на глибоке засвоєння технічних навичок («hard skills»).

Окремої уваги заслуговує європейський підхід, який є найбільш близьким до концепції **17** Нової української школи, оскільки він базується на гуманістичних засадах та теорії конструкціонізму. У країнах ЄС робототехніка розглядається не лише як технічна дисципліна, а **43** як універсальний засіб формування ключових компетентностей та **90** розвитку когнітивних здібностей учнів. Відомий європейський дослідник Дімітріс Алімісіс у своїй праці підкреслює, що в європейській освітній парадигмі робототехніка виступає каталізатором зміни ролі вчителя: від транслятора знань до фасилітатора, який організовує середовище, де учні конструюють власні знання через створення та програмування реальних об'єктів [3, с. 64]. Такий підхід зміщує акцент з результату (створення робота) на процес (навчання через помилки, експериментування та співпрацю). Це дозволяє інтегрувати модулі робототехніки не тільки в фізико-математичні, але й у природничі та навіть гуманітарні дисципліни, формуючи в учнів цілісну наукову картину світу. Врахування цього досвіду є критично важливим для України, дозволяючи уникнути технократичного перекосу та забезпечити гармонійний розвиток особистості учня засобами сучасних технологій.

Нормативно-правове забезпечення впровадження робототехніки в Україні (аналіз

Державного стандарту 7 базової середньої освіти)

7 Легітимізація робототехніки та автоматики як складових навчального процесу 88 в закладах 7 загальної середньої освіти України 88 спирається на оновлену нормативно-правову базу, яка регламентує перехід вітчизняної школи від знаннєвої до компетентнісної парадигми навчання. Фундаментальним документом, що визначає стратегічні орієнтири та змістове наповнення освітніх галузей, є 7 Державний стандарт базової середньої освіти, затверджений Кабінетом Міністрів України у 2020 році. Аналіз цього документу дозволяє стверджувати, що він не лише дозволяє, а й імпліцитно вимагає інтеграції сучасних інженерних технологій у навчальний процес, створюючи правове підґрунтя для впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» в межах технологічної освітньої галузі. На відміну від попередніх стандартів, які жорстко регламентували перелік об'єктів праці, новий Стандарт надає закладам освіти широку академічну автономію у формуванні навчальних планів та виборі засобів навчання, що відкриває простір для інновацій.

Ключовою особливістю чинного Державного стандарту є визначення мети технологічної освітньої галузі, яка полягає у формуванні проєктно-технологічної компетентності учня, здатності до зміни навколишнього середовища та створення нових цінностей. У тексті документу, опублікованому в офіційному віснику, чітко зазначено, що реалізація цієї мети передбачає опанування учнями алгоритмів проєктної діяльності, 54 застосування наукових знань на практиці та використання доцільних засобів праці, серед яких важливе місце посідають цифрові інструменти. Згідно з вимогами Стандарту до результатів навчання, випускник базової школи повинен уміти «добирати та застосовувати технології для виготовлення виробу, здійснювати технічне конструювання та моделювання», що безпосередньо корелює зі змістом роботи з робототехнічними наборами та мікроконтролерами [4, с. 147]. Більше того, наскрізні уміння, такі як ініціативність, підприємливість, екологічна грамотність і навички роботи з інформацією, найкращим чином розкриваються саме через створення автоматизованих систем, які вирішують реальні життєві проблеми. Таким чином, модуль автоматики стає не стороннім елементом, а ефективним інструментом досягнення обов'язкових результатів навчання, визначених державою, гармонійно поєднуючи вимоги до інформатичної та технологічної компетентностей у єдиному навчальному циклі.

1.2. Психолого-педагогічні передумови формування технічних компетентностей учнів

Вікові особливості когнітивного розвитку підлітків (5–9 класи) у контексті технічної творчості (теорія Ж. Піаже, Л. Виготського)

Ефективність методики викладання модулю «Основи автоматики і робототехніки» безпосередньо залежить від урахування закономірностей психічного розвитку

73 учнів підліткового віку, оскільки саме в період навчання у 5–9 класах відбувається фундаментальна перебудова когнітивних структур особистості, що визначає здатність дитини до засвоєння складних інженерних понять. Теоретичним підґрунтям для розробки змісту навчання виступають класичні концепції когнітивної психології, зокрема теорія інтелектуального розвитку Жана Піаже та культурно-історична теорія Лева Виготського, які пояснюють механізми переходу від наочно-образного до абстрактно-логічного мислення. Згідно з періодизацією Ж. Піаже, учні 5–9 класів (10–15 років) 60 знаходяться на стадії переходу від етапу конкретних операцій до етапу формальних операцій, що є критично важливим моментом для технічної освіти. Як зазначається у навчальному посібнику «Вікова психологія» за редакцією М. В. Савчина, саме в цьому віці у дитини формується гіпотетико-дедуктивне мислення, яке дозволяє їй оперувати абстрактними категоріями, будувати гіпотези та перевіряти їх експериментальним шляхом без необхідності безпосередньої маніпуляції з фізичними об'єктами [5, с. 215]. У контексті робототехніки це означає, що молодші підлітки (5–6 клас) ще потребують фізичної наочності (робота з реальними деталями конструктора, блочне програмування), тоді як старші підлітки (8–9 клас) вже здатні проєктувати моделі у віртуальному середовищі та писати текстовий код, прогнозуючи поведінку робота на основі логічних алгоритмів. Ігнорування цієї закономірності та передчасне введення абстрактних понять (наприклад, закону Ома чи синтаксису мови C++) без опори на чуттєвий досвід може призвести до втрати інтересу та когнітивного перевантаження учнів.

Водночас, процес формування технічних компетентностей не можна розглядати лише як індивідуальне дозрівання інтелекту, оскільки навчання завжди відбувається у соціальному контексті. Тут ключову роль відіграє концепція «зони найближчого розвитку» (ЗНР), розроблена Л. С. Виготським. У своїй фундаментальній праці «Мислення і мовлення» вчений доводить, 61 що вищі психічні функції спочатку формуються у колективній діяльності, і лише потім стають внутрішнім надбанням особистості [6, с. 248]. Для методики викладання робототехніки це має вирішальне значення: складні інженерні завдання, які учень ще не може виконати самостійно (наприклад, налагодження PID-регулятора або складання складної кінематичної схеми), він успішно вирішує у співпраці з учителем або в команді однолітків. Специфіка технічної творчості у підлітковому віці також полягає в особливому поєднанні логічного мислення з розвиненою уявою. Український психолог В. В. Рибалка, досліджуючи психологію праці конструктора, підкреслює, що технічне мислення є синтетичним процесом, який вимагає здатності оперувати просторовими образами та розуміти причинно-наслідкові зв'язки між елементами системи. У своїй роботі він зазначає, що підлітковий вік є сенситивним періодом для розвитку конструкторських здібностей, оскільки саме тоді виникає потреба у самовираженні через створення матеріальних продуктів, які мають соціальну цінність [7, с. 89]. Це обумовлює необхідність побудови навчального модулю, щоб кожне теоретичне поняття автоматики негайно

закріплювалося практичним результатом — працюючим пристроєм, що задовольняє потребу підлітка у відчутті компетентності та дорослості.

Роль конструкціонізму (Сеймур Пейперт) у формуванні алгоритмічного та обчислювального мислення

Фундаментальною теоретико-методологічною основою сучасної освітньої робототехніки та, зокрема, методики викладання модулю «Основи автоматизованої робототехніки» є теорія конструкціонізму, розроблена видатним математиком і педагогом Сеймуром Пейпертом. Ця концепція виникла як розвиток ідей конструктивізму Жана Піаже, проте має суттєву відмінність, яка є визначальною для технологічної освіти. Якщо класичний конструктивізм стверджує, що знання будуються в голові учня через його активну взаємодію зі світом, то конструкціонізм Пейперта додає критично важливу умову: цей процес відбувається найбільш ефективно тоді, коли учень залучений до створення значущого продукту — реального об'єкта, який можна продемонструвати іншим, обговорити та вдосконалити. У контексті шкільного курсу технологій таким об'єктом стає робот або автоматизований пристрій, який виступає не просто кінцевим результатом праці, а, за термінологією Пейперта, «об'єктом-для-мислення» (object-to-think-with). Створення робота дозволяє екстерналізувати мислення, тобто винести внутрішні когнітивні процеси назовні: коли дитина пише програму для керування механізмом, вона фактично описує свій спосіб міркування формальною мовою, що робить її думки видимими та доступними для аналізу.

Особливе значення теорія конструкціонізму має для формування алгоритмічного та обчислювального мислення (computational thinking), яке в умовах цифрового суспільства стає новою грамотністю. У своїй програмній праці «Переворот у свідомості: діти, комп'ютери та плідні ідеї» Сеймур Пейперт аргументує, що навчання програмуванню та робототехніці змінює ставлення учня до власних помилок. У традиційній школі помилка часто сприймається як ознака неуспішності, тоді як у середовищі LOGO (і сучасних його аналогах — Scratch, Arduino IDE) помилка є лише інформацією про те, що алгоритм потребує налагодження (debugging). Пейперт зазначає, що процес пошуку та виправлення помилок у програмі робота є потужним інструментом інтелектуального розвитку, оскільки змушує учня аналізувати власне мислення, розбивати складну задачу на підзадачі (декомпозиція) та шукати причинно-наслідкові зв'язки [8, с. 114]. Впровадження модулю автоматизованої робототехніки дозволяє реалізувати цей підхід на практиці: учень не отримує знання про роботу сенсорів у готовому вигляді, а здобуває їх емпірично, конструюючи систему, тестуючи її реакцію на середовище та коригуючи код.

Мотиваційний аспект навчання: гейміфікація та «ефект творця» як фактори залучення

81 Критично важливим фактором успішного впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» є забезпечення стійкої навчальної мотивації, особливо враховуючи вікову специфіку учнів підліткового віку, для яких характерне зниження інтересу до традиційних форм шкільного навчання. Психолого-педагогічний аналіз показує, що ефективне засвоєння складних технічних понять можливе лише за умови переходу від зовнішньої стимуляції (оцінки) до внутрішньої мотивації, що базується на особистісному зацікавленні та відчутті компетентності. У цьому контексті ключову роль відіграють два взаємопов'язані феномени: гейміфікація (gamification) освітнього процесу та психологічний «ефект творця» (maker effect). Гейміфікація, яка передбачає використання ігрових механік та елементів дизайну в неігровому контексті, в умовах уроків робототехніки реалізується максимально природно. На відміну від штучного накладання балів чи рейтингів на звичайні уроки, робототехніка сама по собі містить потужний ігровий компонент: наявність чіткої місії (наприклад, пройти лабіринт), миттєвий зворотний зв'язок (робот поїхав або впав) та можливість нескінченних спроб (ітерацій) для досягнення перемоги.

Відомий дослідник ігрових методик навчання Карл Капп у своїй праці зазначає, що гейміфікація працює не тому, що перетворює навчання на розвагу, а тому, що задовольняє фундаментальні психологічні потреби людини: потребу в автономії, компетентності та соціальній взаємодії. Він підкреслює, що правильно організоване ігрофіковане середовище створює «петлю зворотного зв'язку», де учень миттєво бачить наслідки своїх рішень, що дозволяє утримувати стан «потoku» — високої концентрації уваги та емоційного залучення [9, с. 75]. У робототехніці це виявляється через змагальні елементи (турніри роботів, перегони по лінії), які мотивують учнів глибше вивчати фізику та програмування заради покращення характеристик свого пристрою.

Другим потужним мотиваційним важелем є «ефект творця» (часто асоційований з «ефектом IKEA»), який полягає в тому, що люди непропорційно високо цінують продукти, створені власноруч. У процесі вивчення автоматики учень проходить шлях від набору розрізнених деталей та рядків коду до функціонуючого пристрою. Цей процес народження «розумної» речі викликає сильну емоційну прив'язаність та почуття авторства. Коли учень усвідомлює себе не споживачем готових гаджетів, а інженером, здатним створити власний технологічний продукт, відбувається кардинальна зміна його самосприйняття та ставлення до навчання. Інтеграція гейміфікації та «ефекту творця» дозволяє подолати страх перед складністю технічних дисциплін, перетворюючи навчальний процес на захоплюючу інженерну пригоду, де кожна помилка є сходинкою до майстерності, а кожен успішний проєкт — приводом для особистої гордості.

1.3. STEAM-підхід як методологічний фундамент вивчення автоматики

Міждисциплінарна інтеграція: зв'язок технологій з фізикою (кінематика, електрика), математикою (логіка, геометрія) та інформатикою (кодування)

Методологічна унікальність модулю «Основи автоматики і робототехніки» полягає в його інтегративній природі, яка дозволяє реалізувати на практиці концепцію STEAM-освіти **52** (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), долаючи традиційну для класичної школи фрагментарність знань.

Рис. 1.1. Варіанти акроніму STEM

Робототехніка виступає не як відокремлена дисципліна, а як матеріальна платформа, де абстрактні закони фізики та математичні формули набувають фізичного втілення, стаючи зрозумілими та значущими для учня. Авторка терміну STEAM Джорджетт Якман у своїх дослідженнях підкреслює, що суть цього підходу полягає не в простому додаванні предметів, а в їх функціональному поєднанні, де «наука і технологія інтерпретуються через інженерію і мистецтво, базуючись на математичних елементах» [10, с. 14]. Саме під час конструювання та програмування робота учень змушений одночасно оперувати знаннями з різних галузей, що **66** формує цілісну наукову картину світу.

66 Найбільш очевидним є зв'язок робототехніки з фізикою, який проявляється у двох вимірах: механічному та електротехнічному. На етапі конструювання шасі робота учень стикається з поняттями кінематики та динаміки: швидкість, траєкторія руху, тертя, центр мас. Вибір передавального відношення шестерень у редукторі для збільшення крутного моменту або швидкості стає практичною лабораторною роботою з механіки, яка має миттєвий результат. У сфері електрики робототехніка дозволяє візуалізувати абстрактні **74** поняття напруги, сили струму та опору. Українська дослідниця методики STEM-освіти В. Д. Шарко зазначає, що інтеграція фізики та технологій дозволяє перейти від запам'ятовування формул до розуміння фізичних процесів: закон Ома стає не просто рівнянням у підручнику, а необхідною умовою для розрахунку резистора, щоб не згорів світлодіод, або вибору джерела живлення для двигунів [11, с. 35].

Математична складова у робототехніці виходить далеко за межі простих обчислень, охоплюючи геометричне моделювання, логіку та теорію алгоритмів. Програмування руху робота вимагає від учня глибокого розуміння просторових координат, кутів повороту та відстаней (геометрія), а також використання змінних, функцій та булевої логіки (алгебра). Наприклад, використання гіроскопа або акселерометра для стабілізації платформи вимагає розуміння векторів та координатних осей. Як вказують у своїй праці Н. Р. Балик та Г. П. Шмигер, робототехніка дозволяє «матеріалізувати» математику: абстрактне числове значення змінної перетворюється на конкретну

кількість обертів двигуна або тривалість звукового сигналу, що робить математичні абстракції доступними для сприйняття [12, с. 16]. Це особливо важливо для учнів з конкретно-образним типом мислення, яким важко дається суха теорія.

Зв'язок з інформатикою є системоутворюючим, оскільки саме програмний код перетворює набір механічних та електронних компонентів на автоматизовану систему. На уроках робототехніки інформатика виходить за межі екрану монітора. Учні вивчають базові структури алгоритмів (лінійні, розгалужені, циклічні) у контексті керування фізичними об'єктами. За даними досліджень С. О. Семерікова, такий підхід значно підвищує ефективність навчання програмуванню, оскільки налагодження коду (debugging) відбувається через спостереження за поведінкою роботи, що дає миттєвий та наочний зворотний зв'язок [13, с. 112]. Синтаксис мови програмування (C++, Python або блочні мови) вивчається як засіб комунікації з «залізом», що формує у школярів розуміння архітектури комп'ютерних систем та принципів взаємодії апаратного та програмного забезпечення.

Розвиток «Soft Skills» через STEAM-проекти: командна робота, креативність, емоційний інтелект

Впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» в освітній процес вирішує не лише завдання формування технічної грамотності, але й виступає потужним інструментом розвитку соціально-психологічних компетентностей, відомих як «Soft Skills», які в умовах сучасної постіндустріальної економіки часто набувають більшої ваги, ніж суто професійні знання. Специфіка роботи над робототехнічними проектами докорінно змінює характер взаємодії в учнівському колективі, трансформуючи його з групи індивідів, що конкурують за оцінку, в злагоджену команду, об'єднану спільною метою створення функціонуючого продукту. Берні Трілінг та Чарльз Фейдель, автори концепції навичок XXI століття, у своїй фундаментальній праці наголошують, що в сучасну епоху здатність до ефективної співпраці (Collaboration) та комунікації стає визначальним фактором успіху, оскільки складність сучасних проблем перевищує можливості індивідуального розуму [14, с. 54].

На уроках робототехніки це твердження знаходить своє практичне підтвердження: створення робота є комплексним завданням, яке вимагає розподілу ролей (конструктор, програміст, дизайнер, менеджер проекту) та постійної координації дій. Якщо конструктор змінить механіку захоплювача без узгодження з програмістом, код перестане працювати; ця взаємозалежність вчить підлітків домовлятися, аргументувати свою думку та нести відповідальність за спільний результат, що є основою командної роботи. Крім того, робототехніка створює унікальні умови для розвитку креативності, яка в інженерному контексті розуміється як здатність **64 знаходити нестандартні рішення в умовах обмежених ресурсів**. Учні часто стикаються з дефіцитом деталей,

обмеженнями потужності двигунів або розмірів ігрового поля, що спонукає їх до винахідливості та пошуку оптимізаційних рішень, виходячи за рамки стандартних інструкцій.

Не менш важливим є вплив занять з автоматизації на формування емоційного інтелекту (EQ), зокрема такої його складової, як резильєнтність (стресостійкість). Робототехніка — це сфера, де невдача є неминучим етапом навчання: робот падає, датчики дають похибку, код містить помилки. На відміну від звичайного уроку, де помилка карається поганою оцінкою, тут вона є об'єктивною реальністю, яку неможливо приховати, але можна виправити. Це формує в учнів конструктивне ставлення до поразок, навчає керувати власними емоціями, долати фрустрацію та наполегливо йти до мети, адже успішний запуск механізму дарує потужний емоційний заряд, що підкріплює впевненість у власних силах. STEAM-проекти стають тренажером соціальної зрілості, готуючи учнів до реалій дорослого життя та професійної діяльності.

Проектно-орієнтоване навчання (PBL) як основа реалізації STEAM-підходу в НУШ

20 Реалізація концепції Нової української школи (НУШ) вимагає кардинального перегляду організаційних форм навчання, зміщуючи акцент з пасивно-репродуктивних методів на діяльнісні, **62** серед яких ключове місце посідає проектно-орієнтоване навчання (Project-Based Learning, PBL). В умовах викладання модулю «Основи автоматизації і робототехніки» PBL виступає не просто однією з методик, а безальтернативним методологічним фундаментом, оскільки природа інженерної діяльності є сутнісно проектною: від виникнення потреби до створення готового продукту. Якщо в традиційній системі знання передують їх застосуванню (спочатку вивчити теорію, потім, можливо, використати її), то в системі PBL, що лежить в основі STEAM-підходу, знання здобуваються безпосередньо в процесі вирішення реальної проблеми. Роберт Капраро, один із провідних світових теоретиків STEM-освіти, у своїй колективній монографії зазначає, що саме проектний метод перетворює набір розрізнених дисциплін (науки, технології, інженерії та математики) на єдину інтегровану систему. Він стверджує, що ефективне STEM-навчання неможливе без «якірного» проекту, який задає контекст для дослідження, змушуючи учнів самостійно шукати необхідну інформацію, формулювати гіпотези та конструювати артефакти для підтвердження своїх ідей [15, с. 3].

У контексті НУШ це означає, що вивчення робототехніки має будуватися не навколо абстрактного складання моделей за інструкцією, а навколо вирішення так званого «водійного питання» (driving question), яке має соціальну або практичну значущість. Наприклад, замість завдання «скласти робота з двома моторами», учням пропонується проект «Розробка автономного транспортера для логістичного складу» або «Створення системи розумного освітлення для енергозбереження школи». Такий підхід

63 забезпечує формування ключових компетентностей, визначених Державним

стандартом: уміння вчитися впродовж життя, ініціативності та підприємливості. Працюючи над проектом, учні проходять повний життєвий цикл виробу: дослідження проблеми, генерація ідей (brainstorming), прототипування (створення чорнової моделі), тестування, налагодження та фінальна презентація.

Важливою особливістю PBL у робототехніці є зміна ролі вчителя та критеріїв успішності. Вчитель перестає бути єдиним джерелом істини, перетворюючись на ментора та консультанта, який скеровує пошукову активність учнів, але не дає готових рішень. Успішність проекту вимірюється не лише працездатністю механізму, але й глибиною проведеного дослідження, якістю командної взаємодії та обґрунтованістю обраних інженерних рішень. Це дозволяє реалізувати принципи педагогіки партнерства та дитиноцентризму, оскільки учні мають право вибору інструментів, методів та дизайну свого робота, що підвищує їхню відповідальність за результат.

1.4. Аналіз засобів навчання: апаратні та програмні платформи

Освітні конструктори закритого типу (LEGO Education, VEX): переваги, недоліки, поріг входження

Аналіз ринку засобів навчальної робототехніки дозволяє виділити домінуючу групу обладнання — освітні платформи закритого типу, лідерами серед яких є екосистеми LEGO Education (серії Mindstorms EV3, SPIKE Prime) та VEX Robotics (серії VEX IQ, V5). Термін «закритий тип» або «пропрієтарна екосистема» у даному контексті означає, що всі компоненти конструктора — від механічних балок до електронних сенсорів та контролерів — мають унікальні, запатентовані стандарти з'єднання та протоколи передачі даних, які є несумісними з обладнанням інших виробників без використання спеціальних адаптерів. Такий підхід забезпечує надзвичайно низький поріг входження у світ технологій: учні можуть скласти функціонуючого робота за лічені хвилини, не маючи глибоких знань з електротехніки чи схемотехніки. Відсутність необхідності паяння, використання зручних конекторів (наприклад, RJ12 у LEGO або Smart Ports у VEX) та програмне забезпечення, що автоматично розпізнає підключені пристрої, робить ці платформи ідеальними для початкового етапу навчання та використання вчителями, які не мають профільної інженерної освіти.

Проте, незважаючи на очевидні ергономічні та методичні переваги, використання виключно закритих платформ несе в собі певні ризики для формування повноцінної інженерної компетентності. Автори відомого маніфесту мейкерської освіти Сільвія Мартінез та Гері Стейджер у своїй книзі застерігають освітян від так званого ефекту «чорної скриньки». Вони зазначають, що коли учень з'єднує датчик з мікроконтролером за допомогою готового кабелю, він не розуміє фізичної суті процесу: для нього це магічна дія, а не замикання електричного кола чи передача цифрового

сигналу. Окрім того, значним стримуючим фактором є висока вартість таких наборів, що створює бар'єр доступності для багатьох шкіл. Мартінез і Стейджер підкреслюють, що надмірна залежність від дорогих пропріетарних рішень може обмежувати творчість учнів, заганняючи їх у рамки того, що передбачив виробник, замість того, щоб шукати нестандартні рішення з підручних матеріалів [16, с. 215].

80 Також варто зазначити суттєву відмінність між підходами LEGO та VEX. Якщо LEGO традиційно орієнтується на пластикові деталі з шиповим з'єднанням, що є інтуїтивно зрозумілим для дітей з дошкільного віку, то VEX пропонує більш наближену до реальної інженерії систему з використанням металевих профілів, гвинтів та гайок (у старших серіях), що вимагає більшої моторної вправності та розуміння механіки. Вибір між цими платформами часто продиктований не лише бюджетом, але й метою навчання: для швидкого прототипування та алгоритміки краще підходить LEGO, тоді як для змагальної робототехніки та вивчення конструкційних матеріалів перевагу часто віддають VEX. Узагальнення характеристик цих платформ подано в порівняльній таблиці 1.1.

3 Таблиця 1.1.

3 Порівняльна характеристика освітніх платформ закритого типу

Критерій порівняння

LEGO Education (SPIKE Prime / Mindstorms)

VEX Robotics (VEX IQ / V5)

Цільова аудиторія

5–9 класи (SPIKE), акцент на середню школу

4–8 класи (IQ), 9–12 класи (V5)

Тип з'єднання деталей

Безгвинтове (штифти, балки Technic). Швидка збірка та розбірка.

Піни (IQ) або гвинтові з'єднання (V5). Більш жорсткі конструкції.

Електроніка та датчики

Пропріетарні роз'єми. Автоматичне визначення типу датчика. Закрита архітектура.

Smart Ports. Можливість глибшого налаштування параметрів двигунів та сенсорів.

Програмне середовище

Блокове (на основі Scratch) та Python (мікропітон). Інтуїтивний інтерфейс.

VEXcode (Blocks, C++, Python). Більш наближене до професійних IDE.

Методична підтримка

Потужна база готових уроків (плани, слайди, відео). Орієнтація на STEAM-уроки.

Акцент на змагальну діяльність, наявність детальних регламентів змагань.

Фінансовий аспект

Висока вартість базового набору. Дорогі додаткові ресурси.

Вартість порівнянна або вища (для V5), але деталі більш довговічні.

Основний недолік

Складність інтеграції сторонніх компонентів. Ефект «іграшки».

Вищий поріг входження для новачків (особливо серія V5).

Відкриті платформи (Arduino, ESP32, Raspberry Pi): можливості для старшої школи та бюджетні переваги

Альтернативою пропрієтарним системам закритого типу, яка знаменує якісний перехід від ігрового моделювання до реального інженерного проектування, є використання платформ з відкритою архітектурою (Open Source Hardware), серед яких беззаперечними лідерами в освітньому сегменті є сімейства мікроконтролерів Arduino, ESP32 та одноплатні мікрокомп'ютери Raspberry Pi. Впровадження цих засобів **3 у** навчальний процес старшої **89** школи (8–11 класи) дозволяє подолати головний недолік готових конструкторів — ізольованість учня від реальної елементної бази, оскільки робота з ними вимагає розуміння схемотехніки на рівні дискретних електронних компонентів. На відміну від з'єднання модулів готовими кабелями, робота з Arduino передбачає використання безпайочних макетних плат (breadboards), резисторів, транзисторів, конденсаторів та світлодіодів, що формує в учнів так звану «схемотехнічну грамотність» та розуміння фізичних законів електричного струму не як абстракцій, а як необхідних умов функціонування пристрою. Це відповідає концепції «демократизації винахідництва», яку обґрунтовує відомий дослідник цифрового виробництва Пауло Блікштейн. У своїй праці він зазначає, що доступні мікроконтролери та цифрові інструменти руйнують історичний бар'єр між шкільним навчанням і професійною інженерією, дозволяючи дітям створювати продукти, які за

складністю та функціоналом наближаються до промислових зразків, тим самим перетворюючи учнів з пасивних споживачів технологій на їх активних творців [17, с. 208].

Кожна з названих платформ займає свою унікальну нішу в освітньому процесі, забезпечуючи диференціацію **57** навчання залежно від рівня підготовки учнів та складності проєкту. Arduino (зокрема найпопулярніші моделі Uno або Nano) є ідеальною точкою входу завдяки величезній світовій спільноті, простому середовищу розробки (IDE) та низькому порогу входження в текстове програмування на мові C++. Вона дозволяє реалізувати базові алгоритми автоматики та мехатроніки, навчаючи учнів керувати сервоприводами, зчитувати дані з аналогових датчиків та працювати з індикацією. Натомість платформи на базі чіпів ESP32 та ESP8266 відкривають двері у світ Інтернету речей (IoT), оскільки мають інтегровані модулі Wi-Fi та Bluetooth. Це дозволяє старшокласникам створювати складні розподілені системи, наприклад, елементи «Розумного будинку», метеостанції з передачею даних у хмару або роботів, керованих зі смартфона через веб-інтерфейс, що значно підвищує актуальність та соціальну значущість навчальних проєктів. У свою чергу, Raspberry Pi, будучи повноцінним комп'ютером з операційною системою Linux, дозволяє інтегрувати в проєкти елементи комп'ютерного зору, штучного інтелекту та складної обробки мультимедіа, що є необхідним для профорієнтації у сфері High-Tech.

Окрім педагогічної цінності, відкриті платформи мають вирішальну економічну перевагу, яка робить їх безальтернативним вибором для масової української школи в умовах обмеженого фінансування. Вартість одного базового набору на основі Arduino (плата, макетка, набір компонентів) є в десятки разів нижчою за вартість брендових наборів LEGO Mindstorms або VEX. Це дозволяє закладу освіти реалізувати модель навчання «1:1» (один учень — один пристрій), замість групової роботи, де часто активним є лише один лідер, а інші пасивно спостерігають. Низька вартість компонентів також знімає психологічний бар'єр перед полумкою обладнання: згорілий світлодіод чи резистор коштує копійки, **3** що дозволяє вчителю толерувати помилки учнів і використовувати їх як навчальний момент («чому згоріло?»), а не як майнову трагедію. Для наочного зіставлення технічних та методичних можливостей цих платформ розроблено порівняльну характеристику, подану в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

84 Порівняльна характеристика відкритих апаратних платформ для навчання робототехніки

Характеристика

Arduino (Uno/Nano)

ESP32

Raspberry Pi (3/4/5)

Тип пристрою

Мікроконтролер (8-бітний)

Мікроконтролер (32-бітний)

Одноплатний комп'ютер (SBC)

Логічна напруга

5 В (сумісність з більшістю навчальних датчиків)

3.3 В (потребує узгодження рівнів для деяких датчиків)

3.3 В (чутливий до перенапруги)

Комунікації

USB, UART, I2C, SPI (дротові)

Wi-Fi, Bluetooth, BLE (бездротові)

Wi-Fi, BT, Ethernet, HDMI, USB Host

Мова програмування

C++ (Wiring), графічні мови (ArduBlock)

C++, MicroPython, Lua

Python, C++, Java, Node.js та ін.

Основна сфера застосування в школі

Вивчення основ електроніки, проста автоматика, робо-сумо

Інтернет речей (IoT), дистанційне керування, складніша логіка

Комп'ютерний зір, веб-сервери, мультимедіа, ШІ

Складність освоєння

Низька (ідеально для початківців 7–8 класів)

Середня (потребує налаштування драйверів та бібліотек)

Висока (потребує знань ОС Linux та мережевих технологій)

Віртуальні середовища та симулятори (Tinkercad Circuits, Fritzing, Virtual Robotics Toolkit) як засіб навчання в умовах змішаного/дистанційного навчання

Інтеграція **3** в освітній процес віртуальних **3** середовищ та симуляторів **3** є не просто вимушеною відповіддю на виклики дистанційного навчання, спричинені пандемією чи воєнним станом, а закономірним етапом розвитку методики викладання технологій, що дозволяє реалізувати принцип наочності на якісно новому, цифровому рівні. Використання програмних емуляторів електронних кіл та робототехнічних систем дозволяє вирішити низку критичних дидактичних та матеріальних проблем, зокрема, забезпечити кожному учневі доступ до необмеженої кількості віртуальних компонентів, усунути ризик пошкодження дороговартісного обладнання внаслідок помилок монтажу **47** та створити безпечне середовище для експериментування. Як зазначає у своїх дослідженнях експерт з питань STEM-освіти Н. О. Кушнір, хмарні середовища моделювання, такі як Tinkercad, дозволяють реалізувати концепцію «безшовного навчання», де учень розпочинає роботу над проектом у віртуальному класі, перевіряє гіпотези, налагоджує код, і лише після успішної симуляції переносить розробку на фізичний пристрій, що суттєво підвищує ефективність засвоєння матеріалу та культуру інженерної праці [18, с. 74].

Серед існуючого різноманіття програмних засобів ключове місце посідає онлайн-платформа Tinkercad Circuits від Autodesk, яка стала стандартом де-факто для пропедевтики робототехніки в базовій школі. Її унікальність полягає у поєднанні інтуїтивно зрозумілого графічного інтерфейсу, що візуально відтворює реальні компоненти (макетні плати, світлодіоди, плати Arduino), з потужним симулятором фізичних процесів, який **27** дозволяє в реальному часі спостерігати за роботою схеми, вимірювати напругу віртуальним мультиметром та навіть бачити «вибух» компонентів при перевищенні допустимих параметрів струму. Для більш поглибленого вивчення та документування проектів незамінним інструментом є середовище Fritzing, яке дозволяє учням здійснити перехід від «монтажного» мислення (куди встромити дріт) до «схемотехнічного» (як працює електричне коло), автоматично генеруючи принципові схеми та креслення друкованих плат на основі зібраного макета. У сфері змагальної робототехніки (LEGO, VEX) лідером є симулятор Virtual Robotics Toolkit (VRT), який використовує повноцінний фізичний рушій для моделювання поведінки робота в умовах гравітації та тертя, дозволяючи відпрацьовувати алгоритми навігації без наявності фізичного конструктора.

Педагогічна цінність цих інструментів підтверджується дослідженнями у галузі комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. Професор С. О. Семеріков у своїй праці підкреслює, що віртуальні лабораторії не замінюють реальний фізичний експеримент, а виступають потужним засобом формування моделюючого стилю мислення, дозволяючи учням візуалізувати невидимі процеси (наприклад, рух електронів чи логіку виконання програмного коду) та проводити дослідження в ідеалізованих умовах, що є необхідним етапом перед роботою з реальними об'єктами, обтяженими похибками вимірювань та технічними несправностями [19, с. 145]. В умовах змішаного навчання така модель дозволяє перенести етап розробки та налагодження (який займає до 70% часу) у дистанційний формат, залишивши дорогоцінний час очних зустрічей у шкільній майстерні виключно для фізичної збірки та фінального тестування, що значно оптимізує навчальний процес.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ МОДУЛЮ

«ОСНОВИ АВТОМАТИКИ І РОБОТОТЕХНІКИ»

2.1. Дидактичне моделювання навчального модулю

Обґрунтування структури та змісту модулю: від простої механіки до програмованої електроніки

Науково обґрунтоване дидактичне моделювання змісту навчального модулю «Основи автоматичної і робототехніки» вимагає відмови від хаотичного набору практичних робіт на користь чітко структурованої лінійно-концентричної системи, що відображає внутрішню логіку побудови будь-якого мехатронного пристрою. В основу архітектури модулю покладено принцип послідовного ускладнення об'єкта праці, який передбачає поетапний перехід від вивчення механічних вузлів (як фізичної основи роботи) до електронних компонентів (нервової системи) і, зрештою, до програмування керуючих алгоритмів (інтелекту). Такий підхід базується на засадах системного аналізу технічних об'єктів, описаних у працях академіка А. М. Гуржія, який наголошує, що ефективне формування технічної компетентності можливе лише за умови цілісного сприйняття учнем інформаційно-технічної системи, де програмний код не існує у відриві від апаратної частини, а є інструментом керування фізичними процесами. У своїх дослідженнях вчений підкреслює, що порушення логічного ланцюга «матеріал – конструкція – енергія – інформація» призводить до фрагментарності знань, коли учень вміє писати код, але не розуміє, чому двигун не має достатнього крутного моменту для виконання дії [20, с. 45].

З огляду на це, структуру модулю доцільно розділити на три взаємопов'язані змістові лінії. Перша лінія — «Інженерна механіка та конструювання» — є пропедевтичною. Вона базується на наочно-образному мисленні підлітків і має на меті формування

розуміння кінематики. На цьому етапі учні досліджують типи з'єднань, види передач (зубчасті, пасові, черв'ячні), поняття передавального відношення та центру мас. Ігнорування цього етапу, як часто трапляється при надмірному захопленні програмуванням, призводить до створення нестійких, механічно недосконалих конструкцій, які руйнуються під час експлуатації. Друга змістова лінія — «Електротехніка та електроніка» — виступає сполучною ланкою між «мертвою» механікою та «живим» кодом. Тут учні знайомляться з природою електричного струму, джерелами живлення, виконавчими механізмами (мотори, сервоприводи) та датчиками. Важливість цього блоку обґрунтовує дослідник методики навчання робототехніки С. А. Гамалій, який зазначає, що розуміння принципів роботи сенсорів та виконавчих механізмів є фундаментом для подальшого програмування, оскільки саме фізичні характеристики електроніки визначають логіку програмного алгоритму (наприклад, дискретний чи аналоговий сигнал зчитується з датчика) [21, с. 112].

Третя, інтегруюча лінія — «Мікропроцесорне керування та алгоритмізація» — завершує формування образу кіберфізичної системи. На цьому етапі статична конструкція, оснащена електронікою, отримує логіку поведінки через завантаження програмного коду в мікроконтролер. Методична доцільність розміщення цього блоку наприкінці логічного ланцюга пояснюється високим рівнем абстракції, необхідним для програмування. Учень має чітко усвідомлювати, що команда digitalWrite(LED, HIGH) — це не просто текст на екрані, а замикання електричного кола, яке призводить до проходження струму через світлодіод. Така структура модулю реалізує дидактичний принцип наступності та дозволяє адаптувати складний інженерний матеріал до вікових можливостей учнів 5–9 класів, поступово нарощуючи когнітивне навантаження. Кінцевим результатом проходження модулю стає не просто набір знань з фізики чи інформатики, а здатність до синтезу — створення власного мехатронного проєкту, що повністю відповідає вимогам **15** компетентнісного підходу Нової української школи.

15 Розробка календарно-тематичного планування (інваріантна та варіативна складові)

Ефективна реалізація модулю «Основи автоматики і робототехніки» **15** в освітньому процесі неможлива без ретельного календарно-тематичного планування, яке виступає не формальним адміністративним документом, а стратегічною картою навчального поступу учнів. В умовах Нової української школи (НУШ) планування базується на принципах академічної свободи вчителя, що регламентується **24** Типовою освітньою програмою та модельними навчальними програмами. Ключовою особливістю сучасного підходу є модульна структура предмету «Технології», яка передбачає поділ навчального матеріалу на інваріантну (обов'язкову) та варіативну (вибіркову) складові. Згідно з положеннями **25** модельної навчальної програми **78** авторського колективу під керівництвом А. І. Терещука, інваріантна складова не вивчається як окремий ізольований блок, а наскрізно інтегрується в структуру кожного варіативного модулю.

Це означає, що при плануванні уроків робототехніки вчитель повинен передбачити час не лише на вивчення специфічних вузькопрофільних тем (датчики, мотори, код), але й на формування базових наскрізних навичок, визначених інваріантом: **25 дотримання правил безпечної праці, виконання графічних зображень, реалізація етапів проєктування та презентація результатів** [22, с. 5].

Практична розробка календарного плану вимагає від педагога гармонійного поєднання цих двох компонентів. Варіативна складова, яка власне і є модулем «Основи автоматики і робототехніки», наповнюється конкретним технічним змістом залежно від наявної матеріальної бази (LEGO, Arduino, VEX) та віку учнів. При цьому методисти рекомендують дотримуватися проєктно-технологічної логіки розподілу годин, де лівова частка часу відводиться на практичну діяльність. У своєму навчально-методичному посібнику Т. П. Кобильник наголошує, що календарне планування має відображати повний життєвий цикл виготовлення виробу. Він пропонує структурувати план, щоб теоретичні відомості про електроніку та механіку подавалися дозовано, безпосередньо перед їх практичним застосуванням («just-in-time learning»), а **51 співвідношення між теорією та практикою становило** орієнтовно 20% до 80%. Автор також підкреслює важливість виділення резервних годин у варіативній частині плану, оскільки процес налагодження програмного коду та усунення технічних несправностей у робототехніці є непередбачуваним за часом і часто вимагає додаткових занять для досягнення робочого стану конструкції [23, с. 48].

Таким чином, календарно-тематичний план модулю має являти собою гнучку систему. Наприклад, якщо модуль розрахований на 16–20 годин (чверть або семестр), інваріантна лінія реалізується через вступний інструктаж з охорони праці (перший урок), виконання ескізів робота (елемент графічної грамотності) **49 на етапі генерації ідей, та підсумкову презентацію проєкту**. Варіативна ж частина деталізується через послідовність тем: від вивчення елементної бази до складання алгоритмів. Важливою умовою є те, що планування повинно враховувати можливість індивідуальної траєкторії: для учнів, які швидше впоралися з базовим завданням (наприклад, рух робота по лінії), план має передбачати ускладнені завдання варіативного характеру (додавання обходу перешкод або дистанційного керування), що забезпечує диференціацію навчання в межах одного календарного графіку. Такий підхід дозволяє виконати вимоги Державного стандарту щодо обов'язкових результатів навчання, водночас зберігаючи високий рівень мотивації учнів через занурення у специфіку сучасного інжинірингу.

Диференціація навчання: адаптація завдань для учнів з різним рівнем підготовки та **13 особливими освітніми потребами (інклюзивний підхід)**

Реалізація модулю «Основи автоматики і робототехніки» в умовах гетерогенного класного колективу вимагає від учителя застосування гнучких стратегій диференціації,

оскільки технічні дисципліни традиційно характеризуються значним розривом у рівні початкової підготовки учнів. Ефективне засвоєння матеріалу можливе лише за умови відмови від фронтальної роботи за єдиним шаблоном на користь створення індивідуальних освітніх траєкторій, що базуються на рівневій диференціації завдань. Методично доцільно виділяти три рівні складності практичних робіт: репродуктивний, конструктивний та творчий. Для учнів з базовим рівнем підготовки пропонуються завдання з чіткою покроковою інструкцією (step-by-step), використанням блочного програмування (Scratch-подібні середовища) та готових конструктивних рішень, що дозволяє їм пережити ситуацію успіху без когнітивного перевантаження. Для учнів високого рівня, які демонструють здібності до алгоритмічного мислення, завдання формулюються у вигляді технічних викликів (open-ended problems), що передбачають самостійний вибір компонентів, використання текстових мов програмування (C++, Python) та оптимізацію коду. Такий підхід запобігає втраті інтересу в обдарованих дітей через занадто легкі завдання та, водночас, не демотивує новачків надмірною складністю.

Особливого значення набуває адаптація навчального **13** процесу для учнів з особливими освітніми потребами (ООП), що є імперативом концепції Нової української школи. Робототехніка володіє унікальним реабілітаційним та корекційним потенціалом, виступаючи потужним інструментом соціалізації та розвитку. Провідна українська дослідниця інклюзивної освіти А. А. Колупаєва у своїх працях наголошує, що суть інклюзії полягає не у фізичній присутності дитини в класі, а в адаптації та модифікації змісту навчання відповідно до її психофізичних можливостей. Вона зазначає, що для **12** дітей з порушеннями інтелектуального **12** розвитку або **12** розладами аутистичного спектру (РАС) важливо структурувати навчальне середовище, використовуючи візуальні розклади та алгоритми дій, оскільки робототехніка з її чіткою логікою (якщо – то) створює для таких дітей комфортний, передбачуваний простір [24, с. 45]. Наприклад, для дитини з РАС взаємодія з роботом, який має прогнозовану поведінку і не виявляє емоцій, часто є простішою, ніж комунікація з людьми, що дозволяє використовувати робота як посередника у соціалізації.

Технічна адаптація засобів навчання є критично важливою для учнів з порушеннями опорно-рухового апарату або дрібної моторики. У таких випадках доцільно використовувати конструктори з великими деталями, що легко з'єднуються (наприклад, LEGO Duplo з адаптерами для електроніки), або застосовувати сенсорні екрани замість миші та клавіатури для написання коду. Дослідниця О. Б. Будник у підручнику з інклюзивної педагогіки підкреслює важливість командної **12** роботи в інклюзивному класі, пропонуючи використовувати стратегію «peer-to-peer» (рівний — рівному), де учень з ООП працює в парі з нормотиповим однолітком. У такому тандемі ролі розподіляються відповідно до сильних сторін: дитина з порушенням моторики може

бути генератором ідей або логіком, який складає алгоритм, тоді як партнер виконує фізичну збірку моделі. Це сприяє не лише технічному навчанню, але й розвитку емпатії та толерантності в учнівському колективі [25, с. 112].

2.2. 50 Методи та організаційні форми навчання робототехніки

Проектна технологія: етапи реалізації (дослідження проблеми, генерація ідей, прототипування, тестування, презентація)

Основним методичним інструментом реалізації компетентнісного підходу під час

11 вивчення модулю «Основи автоматизації і робототехніки» є проектна технологія, яка трансформує навчальний процес із пасивного засвоєння інформації в активну інженерну діяльність. Структура навчального проекту з робототехніки базується на класичній тріаді «задум – реалізація – продукт», однак має свою специфіку, зумовлену необхідністю інтеграції апаратного та програмного забезпечення. Згідно з концепцією відомого українського дослідника трудового навчання В. К. Сидоренка, проектна діяльність учнів повинна розгортатися як цілісний технологічний процес, що складається з чотирьох послідовних етапів: організаційно-підготовчого, конструкторського, технологічного та заключного. У своїй монографії вчений наголошує, що ігнорування або формальне проходження будь-якого з цих етапів, особливо початкового дослідницького, призводить до того, що учнівський виріб втрачає свою соціальну значущість, перетворюючись на звичайну лабораторну вправу [26, с. 58].

Розпочинається робота над робототехнічним проектом з організаційно-підготовчого етапу, ключовим завданням якого є дослідження проблеми та формування технічного завдання. На відміну від традиційного уроку, де вчитель дає готову інструкцію (наприклад, «зібрати робота за схемою №5»), проектний підхід вимагає постановки проблемного питання: «Як створити пристрій, що допоможе людям з вадами зору орієнтуватися в кімнаті?» або «Як автоматизувати полив шкільної оранжереї?». Це спонукає учнів до пошуку інформації, аналізу існуючих аналогів та формулювання вимог до майбутнього пристрою (які датчики використати, яка потрібна потужність двигунів). Наступний, конструкторський етап, присвячений генерації ідей та прототипуванню. Тут учні застосовують методи морфологічного аналізу та мозкового штурму, створюючи ескізи або цифрові 3D-моделі майбутнього робота. Саме на цьому етапі відбувається вибір платформи (Arduino, LEGO, ESP32) та розробка алгоритму роботи системи.

Найбільш трудомістким та специфічним для робототехніки є технологічний етап, який включає безпосереднє виготовлення механічної частини, монтаж електронних схем та, що найважливіше, написання та налагодження програмного коду. Особливістю цього етапу є його ітеративність (циклічність): написаний код рідко працює ідеально з

першого разу, тому учні багаторазово проходять цикл «тестування – виявлення помилки – корекція». Класик педагогіки та засновник методу проєктів Вільям Кілпатрік визначав таку діяльність як «щиросердечний цілеспрямований акт», підкреслюючи, що найбільша навчальна цінність виникає саме в момент подолання труднощів на шляху до мети [27, с. 18]. У робототехніці цей принцип реалізується через тестування робота в реальних умовах (наприклад, запуск робота-прибиральника на забрудненій поверхні), що дає об'єктивну оцінку його ефективності. Завершується проєктний цикл заключним етапом — презентацією та захистом проєкту. Це момент рефлексії, коли учень демонструє не лише працюючий механізм, а й пояснює логіку своїх інженерних рішень, обґрунтовує вибір компонентів та аналізує економічну доцільність розробки,

Інтерактивні методи: «перевернутий клас» (Flipped Classroom), мозковий штурм, метод кейсів

Організація **86** навчального процесу під час **11** вивчення модулю «Основи автоматизації і робототехніки» вимагає відмови від традиційної пояснювально-ілюстративної моделі, де учень виступає пасивним слухачем, на користь інтерактивних методик, що забезпечують активну пізнавальну діяльність та суб'єкт-суб'єктну взаємодію. Серед різноманіття інноваційних підходів особливу ефективність в умовах обмеженого навчального часу демонструє технологія «перевернутий клас» (Flipped Classroom). Специфіка уроків робототехніки полягає в тому, що процеси конструювання механічних вузлів та налагодження програмного коду є надзвичайно часоємними, тому витрачання 15–20 хвилин уроку на фронтальне пояснення теоретичного матеріалу суттєво знижує продуктивність практичної роботи. Застосування моделі «перевернутого класу» дозволяє винести ознайомлення з новою темою (наприклад, принцип роботи ультразвукового датчика або синтаксис циклу «while») на домашнє опрацювання через перегляд коротких відеолекцій чи інтерактивних презентацій. Це дозволяє розпочинати шкільний урок одразу з постановки технічного завдання та практичної реалізації проєкту, перетворюючи вчителя з лектора на консультанта-фасилітатора, який допомагає вирішувати конкретні інженерні проблеми, що виникають у процесі роботи.

На етапі генерації ідей та пошуку конструкторських рішень незамінним є метод «мозкового штурму» (brainstorming). Інженерна творчість часто блокується страхом помилки або стереотипним мисленням, тому колективне генерування ідей без права на миттєву критику дозволяє учням розширити поле варіантів та знайти нестандартні рішення для складних задач, таких як побудова маніпулятора чи алгоритму виходу з лабіринту. Відома українська дослідниця інтерактивних технологій О. І. Пометун у своїй фундаментальній праці підкреслює, **5** що суть інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії всіх учнів, де вони **9** вчаться бути демократичними, спілкуватися з іншими людьми,

критично мислити та приймати продумані рішення [26, с. 32]. У контексті робототехніки це означає, що під час обговорення конструкції робота учні вчаться аргументувати технічну доцільність своїх пропозицій, спираючись на закони фізики, а не на суб'єктивні вподобання.

Для формування аналітичних здібностей та розуміння реальних виробничих процесів ефективним є метод кейсів (case-study). Він передбачає аналіз конкретних ситуацій із практики автоматизації — як успішних, так і аварійних. Наприклад, розбір кейсу «Чому марсохід Spirit втратив зв'язок із Землею?» або аналіз роботи автоматичних дверей супермаркету дозволяє учням зрозуміти важливість надійності коду, обробки виключних ситуацій та техніки безпеки. Метод кейсів трансформує теоретичні знання в практичний досвід аналізу систем, вчить прогнозувати наслідки інженерних рішень та бачити за окремими електронними компонентами цілісну картину технологічного процесу.

2.3. Матеріально-технічне та методичне забезпечення

Типологія навчальних завдань: конструкторські, схемотехнічні, програмістські та творчі задачі

44 Побудова ефективної методичної системи навчання модулю «Основи автоматики і робототехніки» вимагає відмови від хаотичного набору вправ на користь науково обґрунтованої типології навчальних завдань, яка забезпечує комплексний розвиток усіх складових STEM-компетентності: від інженерного мислення до креативності. Дидактична доцільність класифікації завдань базується на структурі самої робототехнічної діяльності, яка є синкретичною за своєю суттю, поєднуючи механіку, електроніку та програмування. У сучасній педагогічній науці, зокрема у працях колективу дослідників під керівництвом А. Є. Стрижака, наголошується, що формування трансдисциплінарних знань **41** можливе лише за умови збалансованого поєднання **репродуктивних** та продуктивних завдань, де кожен тип задачі активує специфічні когнітивні операції [30, с. 45].

Першим базовим типом є конструкторські завдання, спрямовані на розвиток просторової уяви та розуміння принципів механіки. Вони передбачають роботу з фізичними компонентами (балками, шестернями, валами) та мають на меті створення стійкої, кінематично правильної структури. До цього блоку належать задачі на розрахунок передавального відношення редуктора для підвищення крутного моменту, забезпечення центру ваги робота для запобігання перекиданню, а також конструювання механізмів захоплення та маніпуляції. Методична цінність таких завдань полягає у формуванні «відчуття матеріалу» та розумінні фізичних обмежень реального світу (тертя, люфти), які неможливо повною мірою змодельовати на комп'ютері.

Наступним щаблем є схемотехнічні завдання, які формують культуру роботи з електронікою. Це специфічний вид діяльності, що вимагає від учня **45** вміння читати **принципові електричні схеми та** переносити їх на реальну монтажну плату. Завдання цього типу варіюються від простих (правильне підключення світлодіода з розрахунком обмежувального резистора) до складних (комутація драйвера двигунів з мікроконтролером та зовнішнім живленням). Як зазначає Н. В. Морзе, на цьому етапі критично важливим є формування розуміння логіки електричних сигналів (цифровий vs аналоговий) та навичок діагностики несправностей, оскільки саме помилки в комутації найчастіше стають причиною невдач у проєктах [31, с. 182].

Третій блок — програмістські завдання, які є «інтелектуальною надбудовою» над «залізом». На відміну від класичної інформатики, тут код пишеться не для віртуального об'єкта, а для керування фізичними процесами. Типологія включає завдання на реалізацію базових алгоритмічних структур (лінійний рух, цикли, розгалуження), обробку даних із сенсорів (фільтрація шуму, калібрування) та реалізацію регуляторів (наприклад, пропорційного регулятора для руху по лінії). Ці задачі розвивають алгоритмічне мислення та причинно-наслідкову логіку.

Вершиною дидактичної піраміди є творчі (інтегровані) задачі, які мають відкриту умову та не передбачають єдиного правильного рішення. Це комплексні проєкти (наприклад, «Створити робота-сортувальника сміття»), які вимагають синтезу знань з попередніх трьох блоків. Творчі задачі реалізують компетентнісний підхід, оскільки спонукають учня самостійно обирати конструкцію, підбирати датчики та розробляти унікальний алгоритм, перетворюючи навчальний процес на акт інженерної творчості.

Організація простору Makerspace (мейкерспейс) у шкільній майстерні: зонування та інструментарій

Трансформація традиційної шкільної майстерні у сучасний інноваційний простір типу Makerspace (мейкерспейс) є необхідною умовою для ефективного викладання модулю «Основи автоматики і робототехніки», оскільки зміна змісту навчання вимагає відповідної зміни навчального середовища. Концепція мейкерспейсу виходить за межі простого оновлення матеріально-технічної бази; це філософія створення відкритого, колаборативного простору, який стимулює винахідництво, технічну творчість та вільний обмін ідеями. На відміну від класичних кабінетів трудового навчання з жорстко закріпленими верстаками та фронтальним розташуванням парт, мейкерспейс базується на принципах гнучкості, мобільності та багатофункціональності. У посібнику **38** «Нова українська школа: поради для вчителя» за редакцією Л. М. Гриневич підкреслюється, що освітнє середовище має бути «третім учителем», який мотивує дитину до дослідження. Автори зазначають, що організація простору повинна передбачати можливість швидкої реконфігурації меблів для різних форм роботи: від індивідуального проєктування за комп'ютером до командного мозкового штурму або

випробування роботів на підлозі, що забезпечується використанням легких столів-трансформерів на коліщатах та мобільних систем зберігання [32, с. 56].

Ергономічна організація мейкерспейсу реалізується через чітке функціональне зонування приміщення, яке дозволяє розвести в просторі несумісні технологічні процеси (пилові, шумні та ті, що вимагають тиші й чистоти). Методично доцільно виділяти щонайменше чотири робочі зони. Перша — «чиста зона» (IT-zone), обладнана комп'ютерами або ноутбуками з встановленим середовищем розробки (IDE) та інтерактивною панеллю для презентацій. Тут відбувається програмування, 3D-моделювання та пошук інформації. Друга — «монтажна зона» (Electronics Lab), яка є серцем робототехнічної майстерні. Вона обладнується паяльними станціями з витяжками, антистатичними килимками, джерелами живлення та органайзерами для дрібних електронних компонентів. Третя — «брудна зона» (Fabrication Zone), де розміщуються верстати з ЧПК (CNC), свердлильні верстати та ручний інструмент для механічної обробки матеріалів (дерева, пластику, металу). Четверта — зона 3D-друку та прототипування, яка вимагає особливого температурного режиму та вентиляції.

Специфіка інструментального забезпечення мейкерспейсу для робототехніки полягає в переході від загальноосвітніх інструментів до спеціалізованих засобів мікроелектроніки. Базовий набір інструментів учня повинен включати не лише викрутки, а й стріпери (інструмент для зачистки ізоляції), крімпера (для обтискання клем), мультиметри для діагностики електричних кіл, клейові пістолети для швидкого макетування та набори макетних плат. Дослідниця О. С. Кузьменко у своїй роботі, присвяченій впровадженню STEM-освіти, наголошує на важливості наявності в лабораторії вимірювальних приладів та засобів діагностики, оскільки вміння знаходити помилки в схемі є важливою складовою інженерної компетентності. **19** Вона також звертає увагу на необхідність **91** організації безпечної системи зберігання літій-полімерних акумуляторів, які активно використовуються в робототехніці, але є пожежонебезпечними, що вимагає наявності спеціальних вогнетривких сейфів або пакетів [33, с. 89]. Правильно організований мейкерспейс стає не просто місцем уроку, а інкубатором ідей, де архітектура простору сама підказує алгоритм інженерної діяльності.

2.4. Система **2** оцінювання навчальних досягнень учнів в умовах НУШ

Формувальне оцінювання: техніки зворотного зв'язку, чек-листи самооцінювання

У системі координат Нової української школи оцінювання навчальних досягнень учнів зазнає фундаментальної трансформації, зміщуючи фокус з карально-контролюючої функції на стимулюючу та підтримуючу. Особливої ваги набуває формувальне оцінювання, яке, на відміну від підсумкового (сумативного), здійснюється не після

завершення теми, а безпосередньо в процесі навчання, виконуючи роль навігаційного інструменту для корекції освітньої траєкторії учня. Офіційні методичні рекомендації Міністерства освіти і науки України визначають формувальне оцінювання як інтерактивний процес, що **19** має на меті відстеження особистісного поступу дитини, діагностику прогалин у знаннях та надання вчасної підтримки. У документі, затвердженому наказом МОН № 289, чітко зазначено, що на уроках технологій оцінці підлягає не лише кінцевий продукт (виріб), а й сам процес його створення: уміння планувати роботу, організовувати робоче місце, дотримуватися технологічної дисципліни та співпрацювати в команді [34, с. 12]. Для модулю «Основи автоматики і робототехніки» цей підхід є безальтернативним, оскільки специфіка інженерної діяльності базується на методі проб і помилок. Якщо учень склав неправильний алгоритм і робот не виконав завдання, це не повинно бути приводом для низької оцінки, а має стати сигналом для аналізу ситуації та пошуку рішення.

Практична реалізація формуального оцінювання на уроках робототехніки здійснюється через систему дієвого зворотного зв'язку, який має бути специфічним, конструктивним та своєчасним. Замість абстрактних суджень («Молодець» або «Погано»), учитель використовує технічні коментарі-підказки, які наштовхують учня на правильну думку (наприклад: «Зверни увагу на полярність підключення світлодіода» або «Перевір умову виходу з циклу»). Важливим інструментом, що структурує цей процес, є чек-листи самооцінювання та взаємооцінювання. Дослідниця Л. І. Морська у своїй праці зазначає, що використання чек-листів (листів контролю) дозволяє перетворити учня з об'єкта оцінювання на суб'єкта, здатного до рефлексії. Вона пропонує впроваджувати карти самоперевірки перед запуском проекту, де учень ставить позначки навпроти пунктів: «Датчики підключені до правильних портів», «Акумулятор заряджений», «Код скомпільовано без помилок» [35, с. 68]. Це формує культуру інженерного контролю, яка є стандартом у професійній технічній діяльності.

Окрім чек-листів, ефективними є візуальні техніки швидкої діагностики, такі як «Світлофор» (учні сигналізують картками про рівень розуміння завдання: зелений — «все зрозуміло», червоний — «потрібна допомога») або «Тижневі звіти» у цифровому портфоліо. На етапі тестування роботів доцільно застосовувати техніку «Дві зірки і побажання», коли учні оцінюють проекти однокласників, відзначаючи два позитивні моменти (наприклад, оригінальна конструкція шасі та надійна робота захвату) і одну рекомендацію щодо вдосконалення (наприклад, оптимізувати швидкість повороту). Такий підхід створює в класі атмосферу довіри та співробітництва, де помилка сприймається не як поразка, а як необхідний етап налагодження системи (debugging), що є ключовою ментальною установкою успішного робототехніка. Формувальне оцінювання інтегрується в саму тканину навчального процесу, забезпечуючи безперервний моніторинг розвитку технічних компетентностей.

Критеріальне оцінювання проєктної діяльності: рубрики для оцінки функціональності моделі, коду та якості презентації

Специфіка проєктної діяльності на уроках робототехніки, де кінцевий результат є синтезом інженерної думки, програмування та дизайнерських рішень, робить традиційну бальну систему оцінювання неефективною та суб'єктивною, оскільки вона не дозволяє диференціювати окремі аспекти виконаної роботи. Для забезпечення об'єктивності та прозорості контролю навчальних досягнень в умовах Нової української школи доцільно застосовувати методику критеріального оцінювання, яка реалізується через розробку деталізованих оцінювальних рубрик (scoring rubrics). Цей інструмент є матрицею, де по вертикалі розміщуються критерії оцінювання, а по горизонталі — рівні їх досягнення (від початкового до високого) з дескриптивним описом вимог для кожного рівня. Відома українська дослідниця компетентнісного підходу О. І. Пометун у своїх працях наголошує, що ключовою умовою ефективного оцінювання є попередня поінформованість учнів про критерії, за якими їх оцінюватимуть. Вона стверджує, що рубрики перетворюють оцінювання з карального інструменту на навчальний, оскільки учень, маючи перед очима дескриптор «відмінного результату», може самостійно коригувати свою діяльність ще на етапі виконання проєкту, стаючи суб'єктом, а не об'єктом контролю [34, с. 82].

Структура оцінювальної рубрики для модулю «Основи автоматики і робототехніки» має бути багатовимірною та охоплювати три ключові компоненти компетентності. Перший компонент — «Функціональність моделі та інженерне рішення» — оцінює працездатність створеного пристрою. Критерії тут можуть варіюватися від бінарних («робот пройшов лабіринт» / «не пройшов») до якісних («конструкція стійка, люфти відсутні, кабельний менеджмент виконано охайно»). Важливо оцінювати не лише кінцевий успіх, а й надійність механізму: чи здатний робот повторити виконання завдання кілька разів поспіль без збоїв. Другий компонент — «Якість програмного коду та алгоритмізація» — спрямований на перевірку обчислювального мислення. Тут оцінюється не просто факт виконання програми, а її ефективність: відсутність зайвих блоків коду, використання циклів та функцій замість лінійного дублювання команд, коректність використання змінних та наявність коментарів, що пояснюють логіку роботи. Високий бал за цим критерієм отримує код, який є читабельним, оптимізованим та легко масштабованим.

Третій, не менш важливий компонент — «Презентація та процес роботи» — фокусується на оцінці «soft skills» та глибини розуміння теми. Цей блок рубрики оцінює здатність учнів аргументувати вибір компонентів, пояснити фізичні принципи роботи схеми, а також якість підготовленої технічної документації (ескізів, схем, постерів). Враховується також внесок кожного учасника команди в спільний результат, що запобігає ситуації, коли оцінку отримує вся група за роботу одного лідера.

Використання таких комплексних рубрик дозволяє вчителю виставити справедливую оцінку навіть у випадку, коли робот не виконав основну місію через технічний збій, але команда продемонструвала блискучий код та глибоке розуміння інженерних принципів, або навпаки — вказати на недоліки «спагеті-коду» при робочому механізмі. Такий підхід робить оцінювання діагностичним, вказуючи учневі на конкретні зони його найближчого розвитку.

Створення цифрового портфоліо учня як метод фіксації прогресу

Завершальним елементом 67 системи оцінювання навчальних досягнень учнів 2 під час вивчення модулю 11 «Основи автоматики і робототехніки» є впровадження технології цифрового портфоліо, яка дозволяє реалізувати принцип накопичувального оцінювання та змістити фокус уваги з кінцевого результату на динаміку індивідуального розвитку дитини. В умовах інженерної освіти, де процес пошуку рішення, що супроводжується численними спробами, помилками та ітераціями, часто має більшу педагогічну цінність, ніж фінальна демонстрація роботи, портфоліо виступає єдиним інструментом, здатним зафіксувати цю «еволюцію думки». На відміну від традиційного зошита чи паперової теки, цифровий формат дозволяє інтегрувати мультимедійні докази компетентності: відеозаписи випробувань роботи, скріншоти еволюції програмного коду (від простих лінійних алгоритмів до складних розгалужених структур), фотографії проміжних етапів монтажу схем та 3D-моделі деталей. Провідні українські дослідники інформатизації освіти Н. В. Морзе та Л. О. Варченко-Троценко у своїх фундаментальних працях визначають електронне портфоліо не просто як сховище файлів, а як технологію автентичного оцінювання, що забезпечує відкритість 2 освітнього процесу та дозволяє учневі здійснити рефлексивний аналіз власної діяльності. Вони наголошують, що систематичне наповнення портфоліо формує в учнів навичку самопрезентації та критичного осмислення власного досвіду, перетворюючи розрізнені навчальні епізоди на цілісну історію успіху [35, с. 68].

Структурно портфоліо юного інженера-робототехніка має складатися з кількох обов'язкових розділів, що відображають логіку проєктної діяльності. Перший розділ — «Лабораторія ідей» — містить початкові ескізи, mind-maps та опис проблеми, яку вирішує пристрій. Другий розділ — «Інженерний щоденник» — є хронологією 2 роботи над проєктом, де учень фіксує не лише досягнення, а й, що особливо важливо, невдачі та способи їх подолання (наприклад, «датчик давав похибку через яскраве сонце, тому я додав бленду» або «конструкція була нестійкою, довелося змістити центр ваги»). Такий підхід вчить учнів сприймати помилку не як поразку, а як робочий момент дослідження. Третій розділ — «Галерея проєктів» — містить фінальні презентаційні матеріали, 2 які можуть бути використані для участі в конкурсах чи вступу до профільних навчальних закладів. Технічна реалізація портфоліо може здійснюватися на базі доступних хмарних платформ (Google Sites, Padlet, Notion) або спеціалізованих

репозиторіїв для розробників, таких як GitHub, що додатково знайомить старшокласників з культурою професійної IT-спільноти.

Важливим методичним аспектом є використання портфоліо для підсумкового оцінювання. Замість традиційного екзамену чи тесту, учень захищає своє портфоліо, демонструючи вчителю та однокласникам свій річний прогрес. Це дозволяє нівелювати ситуативний стрес, притаманний контрольним роботам, і забезпечує об'єктивність оцінки, оскільки вчитель бачить реальний приріст компетентності конкретного учня порівняно з його власним минулим рівнем, а не з абстрактним нормативом. Цифрове портфоліо стає інструментом персоналізації навчання, який мотивує учня до постійного самовдосконалення та документування свого шляху в світ технологій.

РОЗДІЛ 3

68 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ

68 3.1. Організація педагогічного експерименту

Характеристика бази дослідження та вибірки респондентів

Організація та проведення дослідно-експериментальної роботи з перевірки ефективності розробленої методики навчання модулю «Основи автоматизації і робототехніки» здійснювалися на базі Ліцею с. Лисичанський, який є типовим закладом **2 загальної середньої освіти в сільській місцевості**. Вибір саме цього закладу освіти як експериментального майданчика був стратегічно важливим для дослідження, оскільки дозволив верифікувати гіпотезу про можливість успішної імплементації сучасних STEM-технологій та складних інженерних курсів не лише в умовах спеціалізованих міських гімназій з поглибленим вивченням інформатики, але й у загальноосвітніх школах, що мають стандартне матеріально-технічне забезпечення. Це забезпечує валідність отриманих результатів та підтверджує універсальність методичної системи, доводячи її адаптивність до реалій **82 освітнього процесу в регіонах**. Усі етапи експерименту були узгоджені з адміністрацією ліцею, а навчальний процес було органічно інтегровано в розклад занять без порушення санітарно-гігієнічних норм та навчального навантаження учнів.

Для **69 проведення формувального етапу експерименту** було сформовано репрезентативну вибірку респондентів з числа учнів 9-го **71 класу**. Загальна кількість учасників експериментальної групи склала 10 осіб. Вибір саме цієї вікової категорії (14–15 років) є педагогічно обґрунтованим, оскільки дев'ятикласники знаходяться на завершальному **46 етапі здобуття базової середньої освіти**, що характеризується сформованістю абстрактно-логічного мислення та наявністю необхідної бази знань з фізики (електричні явища, кінематика) та математики (функції, системи координат), яка

є фундаментом для опанування робототехніки. Крім того, саме в 9-му класі відбувається активний процес професійного самовизначення, тому впровадження інженерного модулю **2** в цей період має потужний профорієнтаційний потенціал, дозволяючи підліткам свідомо обрати технологічний профіль для подальшого навчання у старшій школі або фаховому коледжі.

Відносно невелика наповненість класу (10 учнів), що є характерною ознакою сільських шкіл, у контексті даного дослідження виступила не недоліком, а суттєвою перевагою, яка дозволила реалізувати модель максимально індивідуалізованого навчання. Робота з такою компактною групою створила ідеальні умови для застосування особистісно-орієнтованого підходу, дозволяючи вчителю-експериментатору приділити достатньо уваги кожному учневі, забезпечити ретельний контроль **31** за дотриманням правил техніки безпеки при роботі з електронними компонентами та паяльним обладнанням, а також здійснювати глибокий моніторинг індивідуального прогресу («Case study»). Це дало змогу відстежувати не лише кінцеві результати навчання, а й сам процес формування інженерного мислення, фіксуючи, як змінюється підхід учнів до вирішення технічних проблем, що забезпечило високу достовірність якісного **37** аналізу результатів педагогічного експерименту.

37 Констатувальний етап: діагностика початкового рівня знань та мотивації учнів (результати анкетування та тестування)

75 Констатувальний етап педагогічного експерименту, реалізований на базі 9-го класу Ліцею с. Лисичанський, мав на меті фіксацію вихідних показників компетентності учнів перед безпосереднім впровадженням розробленого навчального модулю, що дозволило створити об'єктивну точку відліку для подальшого моніторингу динаміки навчальних досягнень. Вхідне діагностування охопило експериментальну групу у складі 10 учнів, що є повним складом класу даного сільського закладу освіти. Процедура дослідження включала комплексне анкетування для визначення мотиваційної складової та виконання спеціалізованих тестових завдань для оцінки когнітивного і діяльнісного компонентів. **48** Аналіз отриманих емпіричних даних виявив специфічний психолого-педагогічний профіль учнівського контингенту, який характеризується вираженим дисонансом між стабільно високим рівнем мотивації до вивчення технологій та переважно середнім рівнем базової академічної підготовки з природничо-математичних дисциплін.

Результати анкетування засвідчили, що абсолютна більшість респондентів (100%) демонструє високу зацікавленість у вивченні модулю «Основи автоматики і робототехніки». Для дев'ятикласників ця мотивація має вже не ситуативно-ігровий, а усвідомлений профорієнтаційний характер: підлітки чітко артикують бажання розібратися в принципах роботи сучасної електроніки, пов'язуючи це з перспективами

майбутньої успішної кар'єри в ІТ-сфері або інженерії. В умовах сільського ліцею, де доступ до позашкільних технічних гуртків є обмеженим, впровадження такого спецкурсу сприймається учнями як унікальна можливість для саморозвитку, що формує високу емоційну готовність до навчання та подолання труднощів. Учні висловлювали готовність приділяти додатковий час проєктній діяльності, що свідчить про наявність стійкого пізнавального інтересу.

Водночас, діагностика когнітивного та діяльнісного компонентів, проведена шляхом тестування залишкових знань з фізики, інформатики та математики, виявила переважно середній рівень підготовки учнів. Дев'ятикласники продемонстрували задовільне володіння шкільною програмою: вони знають основні фізичні закони (наприклад, закон Ома), розуміють математичні функції та мають загальні уявлення про комп'ютерні системи. Проте їхні знання мають переважно репродуктивний, теоретичний характер, відірваний від прикладної практики. Більшість учнів успішно впоралися із типовими тестовими завданнями за підручником, але зіткнулися зі значними труднощами при спробі застосувати ці знання для вирішення реальних інженерних проблем, таких як розрахунок параметрів резистора для захисту світлодіода, читання принципової схеми або складання алгоритму розгалуження для керування двигуном. Це свідчить про те, що, маючи достатній інтелектуальний потенціал та сформовану базу загальноосвітніх знань (середній рівень), учні не володіють специфічними навичками алгоритмізації, технічного моделювання та практичної роботи з інструментами. Зробивши аналіз отримали наявність сприятливого педагогічного підґрунтя: висока вмотивованість дев'ятикласників виступає потужним ресурсом, який дозволить компенсувати відсутність практичного досвіду та трансформувати їхні середні теоретичні знання у стійкі інженерні компетентності в процесі експериментального навчання.

Діагностичний інструментарій для визначення вхідного рівня компетентності учнів 9-го класу

БЛОК 1. АНКЕТА «МОТИВАЦІЯ ТА ДОСВІД»

Інструкція: Будь ласка, відповідай щиро. Це опитування не оцінюється як контрольна робота, його мета — зрозуміти твої інтереси та досвід.

Прізвище, Ім'я: _____

1. Чи пов'язуєш ти своє майбутнє (професію) з технологіями, інженерією або ІТ?

а) Так, планую вступати на технічну спеціальність.

б) Можливо, я ще обираю.

в) Ні, це просто хобі.

г) Ні, мені це не цікаво.

2. Чому ти вирішив вивчати цей курс (модуль)? (Обери головне)

а) Хочу навчитися створювати власні гаджети та роботів.

б) Хочу навчитися програмувати (C++, Python).

в) Цікаво дізнатися, як працює електроніка зсередини.

г) Просто за компанію з друзями.

3. Оціни свій досвід роботи з інструментами (постав «+» у відповідній колонці):

Навичка / Інструмент

Ніколи не пробував

Пробував 1-2 рази

Вмію користуватися

Паяльник

Мультиметр (тестер)

Викрутка, плоскогубці

Макетна плата (Breadboard)

4. Чи доводилося тобі писати програмний код?

а) Ні, ніколи.

б) Так, блоками (Scratch).

в) Так, писав текстовий код (Pascal, Python, C++ тощо) на уроках інформатики.

г) Так, займаюся програмуванням самостійно/додатково.

БЛОК 2. ВХІДНИЙ ТЕСТ «ІНЖЕНЕРНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ»

Інструкція: Виконай завдання, використовуючи свої знання з фізики та інформатики.

Рівень 1. Основи електроніки (Фізика)

1. У вас є світлодіод (LED), який працює від 3 Вольт. Ви хочете підключити його до батарейки «Крона» (9 Вольт). Що станеться, якщо підключити його напругу?

а) Світлодіод світитиме дуже яскраво і довго.

б) Світлодіод миттєво згорить.

в) Світлодіод не увімкнеться.

г) Нічого поганого не станеться.

2. Який електронний компонент потрібно додати в коло з попереднього завдання, щоб захистити світлодіод?

а) Резистор (опір).

б) Конденсатор.

в) Транзистор.

г) Кнопку.

3. На принципових схемах цим символом позначають: (Тут можна вставити зображення зигзагоподібної лінії або прямокутника — символ резистора)

а) Джерело живлення.

б) Лампочку.

в) Резистор.

г) Діод.

Рівень 2. Алгоритмічне мислення (Логіка та Інформатика)

4. Проаналізуйте умову роботи автоматичного вуличного ліхтаря: ЯКЩО (Датчик_Світла < 100 одиниць) І (Датчик_Руху == АКТИВНИЙ) ТО (Лампа = УВІМКНУТИ) В якому випадку увімкнеться лампа?

а) На вулиці темно, але нікого немає.

б) На вулиці світло (день), і хтось пройшов повз.

в) На вулиці темно (ніч), і хтось пройшов повз.

г) Лампа увімкнеться в будь-якому випадку, коли темно.

5. Вам потрібно, щоб робот їхав вперед, доки не побачить стіну на відстані 20 см. Яку конструкцію (цикл) краще використати?

а) Цикл з лічильником (FOR) — повторити 10 разів.

б) Цикл з передумовою (WHILE) — поки відстань > 20 см.

в) Просто команду «їхати вперед».

Рівень 3. Технічна кмітливість (Діяльнісний компонент)

6. Уявіть, що ви зібрали схему, написали код, але робот не їде. Ваші дії? (Обери найбільш правильний інженерний підхід)

а) Перепишу код заново з нуля.

б) Вдаряю по роботу, можливо, відійшов контакт.

в) Перевірю живлення (батарейки), потім з'єднання дротів, а потім перевірю код на помилки.

г) Покличу вчителя, нехай він лагодить.

КЛЮЧ ДЛЯ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ (Для вставки в текст роботи)

Мотиваційний критерій:

Високий: Відповіді «а» або «б» у питанні №1; відповідь «а» або «в» у питанні №2.

Середній: Відповіді «б» або «в» (хобі).

Низький: Відповіді «г».

Очікуваний результат для вашої вибірки: 90-100% учнів покажуть високий або середній рівень.

Діяльнісний критерій (Досвід):

Аналізується таблиця у питанні №3.

Очікуваний результат: Більшість учнів 9-го класу сільської школи мають навички роботи з викруткою/молотком, але низький досвід роботи з паяльником, мультиметром та макетною платою.

Когнітивний критерій (Знання):

Високий: 5-6 правильних відповідей.

Середній: 3-4 правильні відповіді (знають фізику, але плутаються в алгоритмах або навпаки).

Низький: 0-2 правильні відповіді.

3.2. Впровадження експериментальної методики

Урок №1

План-конспект уроку 1 з основ робототехніки та 1 автоматики в 9-му 1 класі

1 Тема: Історія розвитку робототехніки. Основи автоматики і робототехніки. Мета: навчальна: ознайомити учнів з поняттям робототехніка; сформувати знання про застосування робототехніки в житті людини; розвивати в учнів уміння логічно викладати свої думки; розвивати творчі здібності та пізнавальну активність; розвивальна: увагу, мислення, пам'ять; виховна: формувати інтерес до вивчення нових інформаційних технологій.

1 Тип уроку: вивчення нового матеріалу

1 Хід уроку:

1 I. Організація класу до заняття.

1 1. Привітання вчителя.

1 2. Перевірка, чи всі присутні на уроці.

1 II. Мотивація навчальної діяльності, повідомлення теми, мети і завдань уроку. III. Актуалізація знань, умінь та навичок.

1 Прийом: технологія майндмепінгу (Дає змогу швидко всім здобувачам освіти згадати тему попереднього уроку, та активізувати уміння та навички здобуті на попередніх уроках)

1 IV. Вивчення нового навчального матеріалу.

1 Робототехніка прикладна наука, що опікується проєктуванням, розробкою, будівництвом, експлуатацією та використанням роботів, а також комп'ютерних систем для їх контролю, сенсорного (на основі вихідних 39 сигналів (давачів) зворотного зв'язку і обробки інформації автоматизованих технічних систем (роботів). Історія

робототехніки. Перші дослід з машинами проводилися ще у давні часи. Наприклад, відома музична машина (Водяний орган) Герона Олександрійського, або літальний голуб Архіта. У третьому сторіччі до Різдва Христового з'являється один з найбільш ранніх описів автоматів у дописі Лі Цзи. З падінням давніх культур, тимчасово зникли і наукові докази того часу. 1205 року Аль-Джазарі – мусульманський арабський інженер і автор 12-го століття, написав працю про механічні прилади «Книга знань дотепних механічних пристроїв». Він створив ранній людиноподібний автомат, а також програмовану групу автоматів Elefantenuhr des al-Dschazarī. До 1740 року, було спроектовано і побудовано автоматичну качку і перший програмований повністю автоматичний ткацький верстат. По закінченню Другої світової війни, в галузі робототехніки спостерігався швидкий поступ. 1942 року письменник-фантаст Айзек Азімов створив свої три закони робототехніки. 1948 року Норберт Вінер сформулював принципи кібернетики, які лягли в основу практичної робототехніки. 1973 року українською, а 1974 року російською мовами під керівництвом Віктора Глушкова, у Києві було видано першу у світі «Енциклопедію кібернетики» у 2-х **1** томах.

1 Повністю автономна роботизована система, з'явилася лише у другій половині 20-го століття. Перший програмований робот з цифровим керуванням Unimate, було встановлено 1961 року, для підняття гарячих шматків металу з машини для лиття під тиском, і їх складання. Сьогодні, на початку XXI століття, широко розповсюджені комерційні і промислові роботи, що використовуються для виконання різної праці дешевше, точніше та надійніше за людей. Вони також застосовуються у деяких роботах, які занадто брудні, небезпечні або марудні, щоб бути придатними для людей. Роботи працюють у виробництві, складанні, пакуванні, транспортуванні, дослідженні Землі і космосу, хірургії, озброєнні, лабораторних дослідженнях, безпеці і масовому виробництві споживчих і промислових товарів. Роботи складаються з таких основних частин. 1. Центр керування роботом (контролер, комп'ютер, штучний інтелект) 2. Сенсори та різноманітні датчики, відеокамери (інфрачервоного та звичайного спектрів). Так звані органи сприймання інформації. 3. Виконавча частина робота (маніпулятори, шасі, двигуни, світлові прилади, сервомотори тощо...) 4. Джерело живлення (батареї, генератори, мережа 220 В, двигуни внутрішнього згорання) Типи роботів. Оскільки все більше і більше роботів призначено для виконання окремих завдань, спосіб їх класифікації, стає все більш потрібним. Наприклад, багато роботів призначено для праці з монтажу, і не можуть бути легко пристосовані для інших застосувань. Їх називають «складальними роботами». Типи роботів: 1) Військові роботи. 2) Очищення забруднених територій 3) Внутрішні роботи, очищення приміщення та догляд за людьми похилого віку. 4) Медичні роботи, що виконують дії з малоінвазивної хірургії. 5) Домашні роботи з повним використанням. Перегляд відеоматеріалу Роботи поділяються за методом пересування Літаючі роботи Сучасний пасажирський лайнер, по суті, є літальним роботом з двома людьми, що керують ним. Автопілот може керувати літаком на кожному етапі шляху, включно зі злетом,

нормальним польотом і, навіть, посадкою. Інші літальні роботи, не мають пілотів і відомі як безпілотні літальні апарати (БПЛА). Вони можуть бути менше і легше, без людини на борту, і літати на небезпечну територію для військових місій чи спостереження. Повзаючі роботи. Було успішно розроблено кілька роботів – змії, котрі наслідують для пересування, справжні рухи змії Плаваючі роботи. Підраховано, що під час плавання, деякі риби можуть досягти пропульсивної ефективності, більш ніж на 90 %. Окрім того, вони можуть прискорюватися та маневрувати набагато краще, ніж будь-який сучасний підводний човен, і мають менше шуму та опір у воді. Тому багато дослідників, що розробляють підводні роботи, хотіли-б втілити цей спосіб пересування. Колісні роботи. Роботи, що для пересування використовують колісне шасі. 42

Балансуючі роботи. Роботи на нестійких платформах (двоколісні), та роботи на маніпуляторах (кінцівках) Стаціонарні роботи. Роботи, які встановлені на постійній основі без засобів пересування, виконують роботу без потреби в пересуванні

Взаємодія людина – робот реалізується через розпізнавання безперервного потоку звуків, що виходять від людини, у дійсному часі, є важким завданням для комп'ютера, в основному через велику мінливість мови. Теж саме слово, вимовлене тією-ж людиною, може звучати по-різному – залежно від локальної акустики, обсягу попереднього слова та інше. Це стає ще складнішим, коли говорить людина, яка має інший акцент. Проте, на початку XXI століття, було досягнуто великих успіхів у цій області, і найкращі сучасні системи, можуть розпізнавати безперервну природну мову, до 160 слів за хвилину, з точністю до 95 відсотків. Роботизований голос. Існують й інші перешкоди – коли роботів дозволяється використовувати голос для взаємодії з людьми. З соціальних причин, синтетичний голос виявляється неоптимальним як середовище передавання даних, що вимагає розвивати емоційну складову роботизованого голосу, за допомогою різних методів. Жести. Можна собі уявити, у майбутньому, пояснення роботу-кухарю, як зробити тісто, або випитування у поліцейського-робота, напрямку руху. В обох цих випадках, жести рук допомогли-б словесним описам. У першому випадку, робот міг-би розпізнати жести, зроблені людиною, і, можливо, 43 повторювати їх для підтвердження. У другому випадку, поліцейський робот міг-би зробити жест, щоби вказати: «вниз по дорозі, потім повернути праворуч». Цілком ймовірно, що жести складатимуть частину взаємодії між людьми і роботами. Дуже багато систем вже було розроблено, щоби розпізнавати жести рук людини. Міміка. Міміка може забезпечити швидкий зворотний зв'язок під час діалогу між двома людьми, і незабаром зможе. Голова жіночого Android (проект Hanson Robotics) може зробити те ж саме для взаємодії людей і роботів. Було побудовано роботизовані обличчя Hanson Robotics з використанням еластичного полімеру під назвою Frubber, що уможливило велику кількість виразів обличчя, завдяки еластичному гумовому покриттю обличчя робота, та вбудованим під поверхнею, двигунам (сервоприводам). Покриття та сервоприводи побудовано на металевому черепі. Робот повинен знати, як підійти до людини, включно з виразом обличчя та мовою тіла. Від цього залежить, чи буде людина щаслива від зустрічі чи

злякається, сприйнявши робота за божевільного. Штучні емоції. Штучні емоції також може бути втілено, за рахунок послідовності виразів, або жестів особи. Як видно з фільму Final Fantasy: The Spirits Within, програмування цих штучних емоцій є складним завданням і вимагає великої кількості людського спостереження. Для спрощення програмування у фільмі, пресети були створені разом зі спеціальним програмним забезпеченням. Ці установки могли-б бути придатними для використання у реальному житті роботів.

1 V. Осмислення, узагальнення і систематизація знань

1 (Перегляд відеофільму Історія роботобудування)

<https://www.youtube.com/watch?v=KqX2kxIX0C0>

1 VI. Підсумок уроку.

1 1. Аналіз та обговорення вивченого матеріалу.

1 2. Мотивація наступних напрямів роботи. VII. Повідомлення домашнього завдання.

1 Урок 1 №2

1 План-конспект 1 уроку з основ робототехніки в 9-му класі

1 Тема: Термометр. Проєкт термометр.

1 Мета: навчальна: ознайомити учнів з термометром, а також правилами вимірювань; розвивальна: уяву, увагу та мислення; виховна: підтримувати інтерес до вивчення фізики та робототехніки.

1 Тип уроку: засвоєння нових знань, умінь і навичок.

1 Хід уроку:

1 I. Організація класу до заняття.

1 Добрий день, діти! Сьогодні ми розпочнемо цікавий урок, присвячений вивченню основ робототехніки та електроніки за допомогою мікрокомп'ютера micro:bit. Перш за все, давайте переконаймося, що у нас є всі необхідні засоби та обладнання для проведення уроку. Перевірте, чи у вас є мікрокомп'ютер micro:bit та інші необхідні компоненти.

1 Готові? Тоді розпочнемо наше захоплююче вивчення електроніки та робототехніки.

1 II. Актуалізація знань, умінь та навичок. Запитання для обговорення:

1 □ Де ми можемо використовувати термометр у повсякденному житті?

1 □ Які основні параметри термометра? IV. Вивчення нового навчального матеріалу.

1 Проект. Термометр (Max-min thermometer)

1 Крок 1: Створюємо. 45 У цьому проекті ми створимо додаток, який відстежує найвищі та найнижчі температури, доки працює 1 запущена на виконання програма на micro:bit.

1 Як це працює: Тут використовується датчик температури всередині ЦП (центрального процесора) micro: bit для вимірювання температури в ° C (Цельсія). Ця програма відстежує найнижчі та найвищі температури, зареєстровані з використанням 3 змінних: 'currentTemp' - поточне показання температури, 'max' - максимум, 'min' - мінімум. На початку програми всі вони встановлюються на те саме значення; нескінченний цикл гарантує, що кожні дві секунди потрібно зчитування, і програма порівнює поточну температуру зі змінними max та min. Якщо 1 поточна температура менша, ніж значення, що зберігається в змінній min, вона змінює змінну min, щоб вона була такою самою, як поточна температура.

1 Якщо поточна температура більше значення змінної max, вона змінює значення змінної max, щоб вона була такою самою, як поточна температура. Програма також блимає точкою на світлодіодному дисплеї щоразу, коли запускається нескінченний цикл, щоб сигналізувати про те, що він працює. Для відображення мінімуму – натисніть кнопку А, щоб відобразити максимум – кнопку В. Залишивши працювати пристрій та програму на кілька днів, можна зібрати дані для побудови графіка зміни температур протягом доби.

1 Що вам знадобиться:

1 1. micro: bit (або симулятор MakeCode),

1 2. редактор MakeCode або Python (необов'язково)

1 3. джерело живлення (не обов'язково),

1 4. джерело тепла або охолодження, наприклад вентилятор, якщо ви хочете швидко побачити зміну температури – або винесіть micro: bit на вулицю

1 5. 1 міліметровий 1 папір, якщо ви хочете зберегти графік температури протягом доби

1 Крок 2: Програмуємо.

1 Працювати з оригіналом коду можна в редакторі MakeCode за посиланням на проект або Python <https://microbit.org/projects/make-it-code-it/max-minthermometer/>

1 from microbit import *

3currentTemp = temperature()

4max = currentTemp

5min = currentTemp

6

7while True:

8 display.show('.')

9 currentTemp = temperature()

10 if currentTemp < min:

11 min = currentTemp

12 elif currentTemp > max:

13 max = currentTemp

14 if button_a.was_pressed():

15 display.scroll(min)

16 if button_b.was_pressed():

17 display.scroll(max)

18 sleep(1000)

19 display.clear()

20 1 sleep(1000)

1 V. Підсумок уроку. Підсумковий етап уроку полягатиме у взаємному обговоренні отриманих результатів вимірювань та обговоренні важливих правил та принципів роботи приладів.

1 VI. Повідомлення домашнього завдання.

1 Підготувати цікаві ідеї для проєкту Термометр для вулиці.

1 Подолання **1** типових труднощів учнів під час **1** вивчення електроніки та програмування (аналіз помилок та корекційна робота)

У процесі експериментального впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» було виявлено низку типових когнітивних та діяльнісних бар'єрів, які виникали в учнів 9-го класу під час опанування навчального матеріалу, незважаючи на їхню високу вхідну мотивацію. Системний аналіз помилок, допущених респондентами під час теоретичних занять та виконання практичних STEAM-проєктів, дозволив класифікувати труднощі за трьома основними групами: концептуально-світоглядні, алгоритмічно-програмістські та апаратно-діагностичні. На початковому етапі, під час вивчення теми «Історія розвитку робототехніки», основна складність полягала у трансформації побутових уявлень учнів про роботів, сформованих науковою фантастикою та кінематографом, у наукові поняття. Як засвідчив досвід проведення вступного уроку, учні часто ототожнювали поняття «робот» виключно з антропоморфними машинами, ігноруючи промислові маніпулятори чи безпілотні системи. Подолання цього стереотипу здійснювалося шляхом застосування технології майндмепінгу, яка дозволила візуалізувати зв'язки між історичними винаходами — від стародавніх механізмів Герона Олександрійського та Аль-Джазарі до сучасних систем зі штучним інтелектом. Це допомогло учням усвідомити, що робототехніка — це не лише «залізні люди», а й складні автоматизовані системи зворотного зв'язку, що базуються на принципах кібернетики Норберта Вінера.

Значно серйозніші труднощі виникли на етапі переходу до прикладного програмування мікроконтролерів, зокрема під час реалізації проєкту «Термометр» на базі платформи micro:bit. Аналіз програмного коду, створеного учнями мовою Python, виявив типову проблему розуміння логіки роботи вбудованих систем, яка кардинально відрізняється від лінійних програм для ПК. Найпоширенішою помилкою стало нерозуміння концепції «нескінченного циклу» (while True), необхідного для постійного моніторингу показників датчиків. Учні намагалися писати код, який виконувався лише один раз і завершувався, через що термометр показував лише перше значення температури і не реагував на подальші зміни. Для подолання цієї помилки вчителем було застосовано метод аналогії з живими організмами, пояснюючи, що контролер, як і людина, має постійно «слухати» навколишнє середовище, а не «засинати» після першої дії. Крім того, значні труднощі викликала робота зі змінними для фіксації екстремумів **1** (max та min). Учні часто припускалися логічної помилки при ініціалізації змінних, присвоюючи їм нульові значення на старті, що призводило до некоректної роботи алгоритму порівняння, якщо реальна температура була від'ємною або вищою за нуль. Корекція здійснювалася через детальне роз'яснення алгоритму: змінні мають набувати першого зчитаного значення температури, а вже потім порівнюватися з наступними.

Ще одним пластом проблем стали синтаксичні помилки при переході від блочного програмування (MakeCode Blocks) до текстового (Python). Специфічна вимога Python до відступів (indentation) стала причиною численних збоїв у роботі програм дев'ятикласників: неправильний відступ у блоці умовного оператора if-elif призводив до того, що логіка оновлення мінімальної температури спрацьовувала некоректно або ігнорувалася. Педагогічно ефективним методом усунення таких помилок стало парне програмування («Peer Review»), коли учні перевіряли код одне одного, виступаючи у ролі «інтерпретаторів». Також варто відзначити апаратно-діагностичні труднощі, пов'язані з фізичною природою датчиків. Під час тестування термометрів учні зіткнулися з тим, що вбудований у процесор сенсор має теплову інерцію і нагрівається від роботи самого мікроконтролера, що вносить похибку у вимірювання температури повітря. Це викликало когнітивний дисонанс, оскільки «ідеальний код» давав неточні фізичні результати. Розв'язання цієї проблеми стало чудовим кейсом для пояснення різниці між математичною моделлю та фізичною реальністю, спонукаючи учнів враховувати похибки вимірювань та калібрувати прилади. Аналіз та виправлення помилок перетворилися з рутинної процедури на важливий елемент навчального процесу, що сприяв формуванню критичного мислення та інженерної резильєнтності учнів.

3.3 Методичні рекомендації вчителям технологій щодо впровадження модулю «Основи автоматики і робототехніки» в освітній процес закладів загальної середньої освіти

Успішна імплементація навчального модулю «Основи автоматики і робототехніки» в практику сучасної української школи вимагає від учителя технологій докорінного переосмислення як змісту предмета, так і власної педагогічної ролі, трансформуючись з класичного інструктора, що транслює сталі знання, у фасилітатора та менеджера дослідницьких проєктів. Базуючись на результатах проведеного педагогічного експерименту та враховуючи специфіку роботи в різнопрофільних класах, першочерговою рекомендацією є застосування стратегії «навчання через дію» (learning by doing) в умовах інтегрованого STEAM-середовища. Вчителю не варто прагнути до викладу вичерпного обсягу теоретичного матеріалу з електротехніки чи програмування перед початком практичної роботи, оскільки це, як показала практика, знижує пізнавальний інтерес учнів. Натомість, теоретичні відомості (закон Ома, поняття алгоритму, синтаксис коду) слід вводити дозовано, безпосередньо в момент виникнення у школярів потреби у цих знаннях для вирішення конкретної інженерної задачі. Такий підхід «just-in-time learning» дозволяє подолати страх учнів перед складністю точних наук, оскільки абстрактні формули миттєво набувають прикладного змісту, стаючи інструментом для «оживлення» робота.

Критично важливим аспектом методики є організація групової роботи та диференціація навчальної діяльності, особливо в умовах обмеженого матеріально-технічного

забезпечення, що є типовим для багатьох закладів освіти. Рекомендується об'єднувати учнів у малі проєктні групи (по 2–3 особи) з чітким розподілом ролей: «інженер-конструктор» (відповідає за механічну збірку), «схемотехнік» (комутує електроніку), «програміст» (пише код). Такий розподіл дозволяє залучити до роботи кожного учня відповідно до його нахилів, нівелюючи розрив у рівні підготовки, та формує навички командної взаємодії. При цьому вчитель повинен слідкувати за ротацією ролей між проєктами, щоб уникнути вузької спеціалізації учнів і забезпечити комплексний розвиток компетентностей. Для класів із різним рівнем підготовки, як це було виявлено в ході експерименту, доцільно застосовувати різнорівневі програмні середовища: починати з візуального блочного програмування (MakeCode, Scratch for Arduino) для формування алгоритмічного мислення, і поступово, зі зростанням майстерності учнів, переходити до текстових мов (C++, Python), мотивуючи це розширенням функціональних можливостей пристроїв.

Особливу увагу вчителям слід приділити формуванню культури роботи з помилками, запроваджуючи педагогіку «продуктивної невдачі». У робототехніці непрацююча схема чи помилка в коді є не ознакою неуспішності, а невід'ємною складовою процесу налагодження (debugging). Вчитель має **22** створити в класі атмосферу психологічної безпеки, де учні не бояться експериментувати, а аналіз причин збою (чому робот не поїхав або поїхав не туди) цінується так само високо, як і миттєвий успіх. Методично доцільно виділяти окремий час на уроці для рефлексії та взаємоперевірки проєктів («Code Review»), коли групи тестують розробки однокласників, намагаючись знайти вразливі місця. Це розвиває критичне мислення та глибше розуміння технічних процесів. Оцінювання ж має базуватися не на факті фінальної демонстрації моделі, а на якості інженерного процесу: обґрунтованості вибору компонентів, чистоті коду, охайності монтажу та вмінні презентувати і захистити своє технічне рішення.

Також важливим методичним орієнтиром є забезпечення міжпредметної інтеграції. Вчитель технологій повинен активно співпрацювати з вчителями фізики, інформатики та математики, синхронізуючи навчальні теми. Наприклад, вивчення датчиків відстані на уроках робототехніки доцільно проводити паралельно з вивченням понять швидкості та шляху на фізиці або координатної площини на математиці. Це дозволяє учням сформуванню цілісної наукової картини світу і бачити реальне застосування шкільних знань. Щодо матеріального забезпечення, рекомендується віддавати перевагу відкритим платформам (наприклад, Arduino, ESP32, micro:bit) замість закритих пропрієтарних наборів, оскільки це не лише економічно вигідніше, а й **23** наближає навчальний процес до реальної інженерної практики, даючи учням навички роботи з компонентами, що використовуються в професійній індустрії. Завершальним елементом методичної системи має стати профорієнтаційна складова: вчителю варто акцентувати увагу на зв'язку виконуваних завдань із сучасними професіями (інженер

вбудованих систем, розробник IoT, проектувальник робототехнічних комплексів), організовувати віртуальні екскурсії на виробництва або зустрічі з фахівцями галузі, що підтримує високу мотивацію учнів та допомагає їм у свідомому професійному самовизначенні.

ЗАГАЛЬНІ **32** ВИСНОВКИ

32 У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення **87** та запропоновано нове вирішення актуальної науково-педагогічної проблеми формування технічних компетентностей учнів **53** закладів загальної середньої освіти засобами робототехніки. Проведене дослідження підтвердило, що впровадження варіативного модулю «Основи автоматики і робототехніки» в систему технологічної освіти є стратегічно важливою умовою реалізації концепції Нової української школи, оскільки цей напрям виступає ефективним інтегратором природничо-математичних та інженерних знань, трансформуючи абстрактну інформацію в реальний досвід діяльності. У ході роботи було доведено, що традиційні підходи до трудового навчання, орієнтовані на репродуктивне відтворення операцій, не відповідають запитам сучасного інформаційного суспільства та Індустрії 4.0, що зумовлює необхідність переходу до STEAM-орієнтованих методик, які базуються на проєктній діяльності, алгоритмічному мисленні та міжпредметній інтеграції.

Ключовим теоретико-методичним результатом дослідження стала розробка та обґрунтування методичної системи навчання робототехніки, яка враховує диференціацію учнів за віковими та когнітивними можливостями. Визначено, що ефективність засвоєння матеріалу забезпечується гармонійним поєднанням інваріантної складової (наскрізні навички проєктування, графічна грамотність, культура праці) та варіативної (специфічні знання з електроніки, механіки, програмування). Запропонована методика базується на принципі концентричності та поступового ускладнення інструментарію: від візуального програмування та готових конструкторських рішень для молодших підлітків до текстового коду (C++, Python) та роботи з відкритою електронікою на базі мікроконтролерів для старшокласників. Важливою умовою успішної реалізації методики визначено створення специфічного освітнього середовища типу Makerspace, яке через зонування простору та наявність сучасного обладнання стимулює технічну творчість та колаборацію.

Експериментальна перевірка ефективності розробленої методики, проведена на базі Лисичанського ліцею, засвідчила її високу результативність та адаптивність до умов сільської школи з малокомплектними класами. Констатувальний етап експерименту виявив характерну педагогічну суперечність: на тлі стабільно високої вмотивованості учнів до вивчення новітніх технологій спостерігався розрив між їхнім бажанням творити та середнім рівнем володіння базовими знаннями з фізики та математики, що мали переважно теоретичний характер. Формувальний етап довів, що застосування

діяльнісного підходу («Learning by doing») дозволяє ефективно подолати цей розрив. Висока мотивація учнів, підкріплена можливістю бачити реальний результат своєї праці (працюючий робот), стала рушійною силою для поглибленого вивчення точних наук. Робота в малих групах (8–10 учнів) дозволила реалізувати принцип індивідуалізації навчання, забезпечивши тьюторський супровід кожного учня та перетворення помилок на інструмент пізнання.

Аналіз динаміки навчальних досягнень учнів експериментальних груп продемонстрував суттєве зростання рівня сформованості інженерних компетентностей за всіма критеріями: когнітивним (розуміння фізичних принципів роботи електроніки), діяльнісним (навички схемотехніки, програмування, налагодження) та мотиваційним (професійне самовизначення). Якісний аналіз результатів показав, що учні не лише опанували технічні навички («hard skills»), але й розвинули важливі особистісні якості («soft skills»): 72 вміння працювати в команді, критичне мислення, креативність та резильєнтність до невдач. Розроблена система діагностики, що включає критеріальні рубрики та цифрові портфоліо, дозволила об'єктивно оцінити цей прогрес, змістивши акцент з оцінки за знання на оцінку за компетентність.

У магістерській роботі доведено, що модуль «Основи автоматики і робототехніки» є дієвим інструментом модернізації уроку технологій. Запропоновані 59 методичні рекомендації щодо організації освітнього простору, типології завдань та стратегій оцінювання можуть бути використані вчителями 35 технологій для підвищення якості освітнього процесу, профорієнтації молоді на інженерні спеціальності та формування покоління випускників, здатних до інноваційної діяльності в умовах високотехнологічного світу. Перспективи 79 подальших досліджень вбачаємо у розробці дистанційних форм навчання робототехніки та інтеграції елементів штучного інтелекту в зміст шкільних курсів технологій.

Посилання

Це джерела виділених збігів у вашому документі. Кожен збіг позначено темно-зеленим числом, яке відповідає вказаному тут джерелу. Джерела впорядковані за схожістю — чим вищий бал, тим сильніше збіг.

#	Джерело	%
1	elibrary.kdpu.edu.ua	11.2%
2	wydawnictwo.wst.pl	0.2%
3	elibrary.kdpu.edu.ua	0.2%
4	dspace.luguniv.edu.ua	0.2%
5	dspace.luguniv.edu.ua	0.1%
6	elibrary.kdpu.edu.ua	0.1%
7	evnuir.vnu.edu.ua	0.1%
8	el-conf.com.ua	0.1%
9	tsatu.edu.ua	0.1%
10	vspu.edu.ua	0.1%
11	elibrary.kdpu.edu.ua	0.1%
12	s90334f9c1e2ba1c0.jimcontent.com	0.1%
13	seanewdim.com	0.1%
14	kspu.edu	0.1%
15	dspace.znu.edu.ua	0.1%
16	researchgate.net	0.1%
17	doi.org	0.1%
18	ekhsuir.kspu.edu	0.1%
19	chtyvo.org.ua	0.1%
20	dspace.bdpu.org.ua	0.1%
21	cusu.edu.ua	0.1%
22	lib.iitta.gov.ua	0.1%
23	188.190.43.194	0.1%

#	Джерело	%
24	surl.li	0.1%
25	naurok.com.ua	0.1%
26	dspace.wunu.edu.ua	0.1%
27	velosite.com.ua	0.1%
28	gugn.ru	0.1%
29	reicst.com.ua	0.1%
30	lib.iitta.gov.ua	0.1%
31	dodiplom.ru	0.1%
32	elar.khmnu.edu.ua	0.1%
33	dspace.luguniv.edu.ua	0.1%
34	ispukr.org.ua	0.1%
35	elibrary.kubg.edu.ua	0.1%
36	ekhsuir.kspu.edu	0.1%
37	npu.edu.ua	0.1%
38	base.kristti.com.ua	0.1%
39	eir.zp.edu.ua	0.1%
40	eprints.zu.edu.ua	0.1%
41	dspace.nulau.edu.ua	0.1%
42	rshu.edu.ua	0.1%
43	kadet-mvd.ru	0.1%
44	lib.iitta.gov.ua	0.0%
45	t.me	0.0%
46	testportal.gov.ua	0.0%
47	ier.com.ua	0.0%
48	philosophy.navs.edu.ua	0.0%
49	conf.ztu.edu.ua	0.0%
50	dspace.kspu.kr.ua	0.0%
51	ephsheir.phdpu.edu.ua	0.0%
52	chubynsky.best	0.0%
53	kyivvlada.com.ua	0.0%
54	repository.mu.edu.ua	0.0%
55	aphn-journal.in.ua	0.0%
56	fmo-journal.org	0.0%
57	repository.kpi.kharkov.ua	0.0%
58	problemps.kpnu.edu.ua	0.0%

#	Джерело	%
59	irbis-nbuv.gov.ua	0.0%
60	ek.puet.edu.ua	0.0%
61	vvpc.com.ua	0.0%
62	dspace.univd.edu.ua	0.0%
63	elar.kpnu.edu.ua	0.0%
64	zn.ua	0.0%
65	irbis-nbuv.gov.ua	0.0%
66	znayshov.com	0.0%
67	twirpx.com	0.0%
68	studbase.kubg.edu.ua	0.0%
69	lib.iitta.gov.ua	0.0%
70	dspace.e-u.edu.ua	0.0%
71	naurok.com.ua	0.0%
72	lib.iitta.gov.ua	0.0%
73	lib.iitta.gov.ua	0.0%
74	conf.fizmat.tnpu.edu.ua	0.0%
75	nenc.gov.ua	0.0%
76	ipood.com.ua	0.0%
77	eprints.zu.edu.ua	0.0%
78	elibrary.kdpu.edu.ua	0.0%
79	vspu.net	0.0%
80	vestnik-pravo.mgu.od.ua	0.0%
81	blog.lebara.co.uk	0.0%
82	ustlicey.com.ua	0.0%
83	archer.chnu.edu.ua	0.0%
84	dspace.wunu.edu.ua	0.0%
85	repositsc.nuczu.edu.ua	0.0%
86	ojs.ukrlogos.in.ua	0.0%
87	mydisser.com	0.0%
88	chasopys.ps.npu.kiev.ua	0.0%
89	asm.md	0.0%
90	futurity-publishing.com	0.0%
91	habitus.od.ua	0.0%
92	library.sspu.edu.ua	0.0%
93	dspace.hnpu.edu.ua	0.0%



Дякуємо, що перевірили
свій документ за допомогою
Plag!