

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Фізико-математичний факультет  
Кафедра інформатики та прикладної математики

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Моїсеєнко Н.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**РОЗРОБКА ПРАКТИКУМУ З ПРОГРАМУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ  
СИСТЕМ МОВОЮ PYTHON ДЛЯ ПОЗАШКІЛЬНОГО НАВЧАННЯ  
ІНФОРМАТИКИ**

Кваліфікаційна робота студента  
групи Ім-23  
ступінь вищої освіти «магістр»  
спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика)  
**Підпригори Станіслава Андрійовича**

Керівник: доц., к. ф.-м.н.  
Мерзликін Павло Володимирович

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_

Члени ЕК \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Підпригора Станіслав Андрійович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений(а). Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ НАВЧАННЯ ПРОГРАМУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ У СИСТЕМІ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Нормативна база та організація позашкільного навчання інформатики в Україні .....	6
1.2. Огляд наявних програм позашкільної освіти, пов'язаних із програмуванням кіберфізичних систем .....	10
1.3. Формулювання вимог до практикуму з програмування кіберфізичних систем мовою Python для позашкільного навчання інформатики.....	21
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА Й АПРОБАЦІЯ ПРАКТИКУМУ З ПРОГРАМУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ .....</b>	<b>25</b>
2.1. Обґрунтування вибору апаратної платформи .....	25
2.2. Розробка структури і змісту практикуму .....	31
2.3. Апробація створеного практикуму.....	33
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>38</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>39</b>

## ВСТУП

Сучасний розвиток інформаційних технологій активно впливає на всі сфери людської діяльності, що зумовлює потребу в підготовці нового покоління фахівців, здатних не лише користуватися цифровими технологіями, а й створювати їх. Одним із ключових напрямів, який визначає технологічний прогрес, є програмування кіберфізичних систем. Ці системи інтегрують фізичні об'єкти та програмне забезпечення, забезпечуючи їхню взаємодію через комп'ютерні мережі, а також використання алгоритмів для автоматизації процесів. Програмування кіберфізичних систем дозволяє вирішувати актуальні задачі в таких галузях, як автоматизація виробництва, медицина, транспорт, робототехніка та багато інших. Саме тому опанування цього напрямку має важливе значення для розвитку сучасного суспільства.

Особливу роль у цьому процесі відіграє позашкільна освіта, яка створює сприятливі умови для розвитку у дітей навичок логічного мислення, креативності та інженерних здібностей. Позашкільне навчання дозволяє розширити можливості шкільної програми, надаючи дітям доступ до сучасних інструментів і методик, які формують конкурентоспроможність на майбутньому ринку праці. В умовах стрімкого розвитку цифрових технологій позашкільні курси програмування стають важливим елементом освітньої екосистеми, спрямованим на підготовку учнів до викликів цифрової економіки.

Важливим аспектом є вибір програмного забезпечення та апаратної бази для навчання. Мова програмування Python стала одним із найбільш популярних і універсальних інструментів для розробки різноманітних програмних продуктів, зокрема для кіберфізичних систем. Її простота у використанні, багатий набір бібліотек та велика спільнота розробників створюють сприятливі умови для навчання програмуванню навіть початківців. У поєднанні з сучасними апаратними платформами, такими як мікроконтролери RP2040, Python стає ефективним інструментом для формування практичних навичок у створенні інтегрованих систем.

Актуальність дослідження полягає в необхідності розробки сучасного практичного курсу з програмування кіберфізичних систем для позашкільної освіти, який відповідав би потребам сучасного суспільства. Такий курс не лише сприятиме підвищенню технічної грамотності молоді, але й забезпечить розвиток творчих здібностей і технічного мислення, що є важливими складовими успішної кар'єри в умовах цифрової трансформації.

Об'єктом дослідження є навчання програмування кіберфізичних систем у позашкільній освіті.

Предмет дослідження: позашкільний курс, спрямований на засвоєння учнями основ програмування кіберфізичних систем.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка практикуму з програмування кіберфізичних систем мовою Python для позашкільного навчання інформатики.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- провести аналіз нормативної бази та особливостей організації позашкільного навчання інформатики;
- дослідити рекомендовані програми позашкільної освіти, пов'язані з програмуванням кіберфізичних систем;
- висунути вимоги до розробки курсу, орієнтуючись на сучасні педагогічні методики;
- обрати апаратну платформу, яка буде найбільш доцільною для реалізації практикуму;
- розробити практикум, який враховуватиме специфіку позашкільного навчання;
- апробувати створений курс у реальному освітньому процесі та оцінити його ефективність.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає у створенні одного з перших вітчизняних курсів для позашкільної освіти, що використовує сучасні мікроконтролери RP2040. Це інноваційне рішення дозволяє значно розширити

можливості навчання програмуванню кіберфізичних систем, надаючи учням доступ до новітніх технологій, які активно використовуються у світовій практиці.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблений практикум може бути використаний викладачами у позашкільних закладах для проведення занять із програмування кіберфізичних систем. Крім того, матеріали курсу можуть бути адаптовані для інтеграції в шкільну програму або для проведення факультативних занять. Це відкриває нові перспективи для навчання інформатики та технічної творчості, забезпечуючи розвиток необхідних компетентностей у сучасних учнів.

Таким чином, запропонована тема дипломної роботи є актуальною та має як наукове, так і практичне значення. Вона відповідає потребам освітнього середовища та запитам суспільства, що перебуває у процесі цифрової трансформації.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ НАВЧАННЯ ПРОГРАМУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ У СИСТЕМІ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ**

### **1.1. Нормативна база та організація позашкільного навчання інформатики в Україні**

У сучасному світі освіта стає ключовим фактором розвитку суспільства, особливо у постіндустріальному середовищі, яке формує нові вимоги до знань, умінь і навичок особистості. Науково-педагогічний дискурс дедалі більше зосереджується на значенні освіти як інструменту, що забезпечує особистісний розвиток і адаптацію людини до викликів сучасного світу. В умовах постіндустріального суспільства, яке характеризується переходом до інформаційних і цифрових технологій, роль освіти стає критично важливою, адже вона не лише задовольняє потребу в знаннях, а й сприяє формуванню «суспільства знань», як зазначає П. Дрюкер. Ж. Делор підкреслює значення «суспільства освіти».[1,с.12]

Сучасна освіта виконує низку соціальних функцій. Зокрема, вона розглядається як засіб соціальної мобільності, що дозволяє індивіду досягати вищого соціального статусу (В. І. Гінецінський). Освіта також є механізмом передачі культури, який забезпечує не лише адаптацію до соціального середовища, а й розвиток суб'єктності особистості (В. А. Сластенін, І. Ф. Ісаєв, А. І. Міщенко, Є. Н. Шиянов)[1,с.12]. У цьому контексті педагогічний процес повинен містити елементи, які сприяють соціалізації особистості та формуванню її здатності до самореалізації в умовах динамічного соціуму.

Водночас, аналізуючи сучасні освітні тенденції, можна говорити про посилення гуманістичної спрямованості освіти. Сучасна філософія все більше розглядає людину не лише як об'єкт навчання, а як суб'єкта, який сам формує себе, усвідомлює свої цінності та прагне до самореалізації. Освіта дедалі більше орієнтується на підтримку самоцінності особистості, створення умов для

розвитку самосвідомості та сприяння особистісному зростанню. Однак в Україні такі завдання часто стикаються із соціокультурними бар'єрами, які ускладнюють процес ціннісного самовизначення та реалізації моральних принципів.

На думку дослідників, таких як А. В. Золотарьова [1,с.13], сучасні освітні тенденції також включають інтеграцію освіти на міжнародному рівні, що стає дедалі актуальнішим у контексті глобалізації. Болонський процес, орієнтований раніше переважно на вищу освіту, нині охоплює і системи неформальної освіти. В Європі такі інтеграційні процеси спрямовані на підтримку збереження національної ідентичності, водночас забезпечуючи підготовку громадян до багатокультурного сучасного світу. В Україні ці підходи сприяють адаптації освітніх систем до європейських стандартів, що вимагає значної модернізації педагогічних практик і програм. Ще однією важливою тенденцією є гуманітаризація освіти. У сучасних навчальних програмах акцент робиться на засвоєнні учнями гуманітарних цінностей, формуванні у них критичного мислення і здатності оцінювати різноманітні явища дійсності, включаючи власну особистість. Демократизація освіти, її інтернаціоналізація та орієнтація на індивідуальні потреби учнів також є ключовими аспектами сучасного освітнього процесу. Наприклад, у Великій Британії кожен учень старшої школи має власний навчальний план, який поєднує дисципліни гуманітарного, природничо-наукового та змішаного напрямків. У Франції значна увага приділяється поглибленню диференціації у старших класах ліцеїв, що дозволяє учням обирати спеціалізації за інтересами.

Не можна оминати увагою й роль цифрових технологій в освіті. Комп'ютеризація, інтернетизація та широке застосування інформаційних технологій у навчальному процесі суттєво змінюють традиційні педагогічні підходи. Завдяки використанню сучасних цифрових інструментів стає можливим створення індивідуалізованих освітніх траєкторій, які відповідають здібностям і потребам кожного учня. [1,с.13][1,с.47].

Важливою тенденцією є багатопрофільність та альтернативність освіти. Це включає створення закладів нового типу, які орієнтовані на специфічні потреби



учнів, таких як діти з обмеженими можливостями, обдаровані діти чи ті, хто має труднощі з адаптацією до традиційного навчання. Такі заклади надають можливість отримати якісну освіту навіть для найуразливіших категорій учнів, забезпечуючи їхню інтеграцію у соціальне середовище.[1,с.13]

Отже, аналіз сучасних освітніх тенденцій демонструє, що система освіти знаходиться у стані динамічної трансформації, спрямованої на підвищення її доступності, гуманістичної орієнтації та індивідуалізації. Ці тенденції значною мірою впливають і на позашкільну освіту, яка, адаптуючись до нових викликів, розширює свої функції й забезпечує більш якісну підготовку молоді до життя в сучасному суспільстві. У цьому контексті важливою є інтеграція інноваційних методів навчання та цифрових технологій у педагогічну практику, що дозволяє забезпечити розвиток творчих і технічних здібностей кожного учня.

Позашкільна освіта в Україні є ключовою складовою освітньої системи, яка забезпечує розвиток творчих здібностей дітей, формує в них важливі компетентності та сприяє професійному самовизначенню. В умовах сучасного світу, коли цифрові технології охоплюють усі сфери людської діяльності, навчання інформатики в позашкільних закладах набуває особливого значення. Цей напрямок дозволяє дітям не лише отримати базові знання, але й зануритися в практичну роботу, зокрема вивчити програмування та розробку кіберфізичних систем. Законодавча база позашкільної освіти в Україні є основою, яка регламентує організацію та реалізацію освітніх програм, спрямованих на формування сучасних технічних компетенцій у молоді.

Основою нормативного регулювання позашкільної освіти є Закон України «Про позашкільну освіту» [2], що гарантує кожній дитині право на доступ до додаткової освіти поза межами шкільної програми. Цей документ визначає ключові завдання позашкільної освіти, серед яких розвиток інтелектуального, духовного і фізичного потенціалу дітей, підтримка їхніх творчих здібностей, формування навичок самостійності й відповідальності. Закон також регламентує механізми державної підтримки закладів позашкільної освіти, забезпечення рівного доступу до них і моніторинг їхньої діяльності.

Постанова Кабінету Міністрів України №960-р від 5 серпня 2020 року [3] конкретизує стратегічні напрями розвитку позашкільної освіти. У документі наголошується на важливості впровадження інноваційних технологій, що дозволяють забезпечити більш ефективне навчання учнів. Зокрема, увагу приділено використанню інформаційно-комунікаційних технологій, робототехніки та програмування, як базових елементів технічної освіти. Позашкільні програми, які орієнтовані на інформатику, повинні відповідати сучасним викликам і забезпечувати учнів знаннями, які вони зможуть застосувати на практиці.

Важливим доповненням до нормативної бази є рекомендації Міністерства освіти і науки України. Методичні матеріали, які розробляються Інститутом модернізації змісту освіти [4], регулюють підходи до викладання інформатики та створення позашкільних курсів. Ці рекомендації включають стандарти розробки програм, орієнтованих на різні вікові групи, вимоги до кваліфікації викладачів і критерії оцінювання навчальних досягнень учнів.

Таблиця 1.1 Основні аспекти нормативного регулювання позашкільного навчання інформатики.

Документ	Основні положення
Закон України «Про позашкільну освіту»	Гарантує право дітей на позашкільну освіту, визначає її завдання й принципи, закріплює державну підтримку.
Постанова Кабінету Міністрів №960-р	Встановлює напрями розвитку інноваційної позашкільної освіти, включаючи ІТ-технології.
Методичні рекомендації МОН	Визначають стандарти та підходи до організації занять з інформатики й програмування.

Згідно з нормативною базою, позашкільні заклади мають дотримуватися принципів інтегративності, практичності й доступності в організації навчального процесу. Навчання інформатики, зокрема програмування, повинно враховувати

потреби ринку праці й використовувати сучасні технології, такі як Python та апаратні платформи для розробки кіберфізичних систем. Це створює можливості для формування в учнів не лише технічних знань, а й навичок критичного мислення та креативності.

Розвиток позашкільного навчання інформатики також залежить від кваліфікації педагогів, які реалізують ці програми. Важливим аспектом є систематичне підвищення кваліфікації викладачів, їхнє ознайомлення з новими методиками навчання та сучасними технічними засобами. Викладачі повинні володіти навичками практичного програмування, бути готовими до розв'язання складних технічних задач і вміти мотивувати учнів до навчання.

Навчальні програми з інформатики повинні враховувати вікові особливості учнів і відповідати їхньому рівню підготовки. Наприклад, для дітей молодшого віку важливо створювати прості й доступні завдання, які дозволять їм зрозуміти основи програмування. Для старшокласників доцільно пропонувати складніші проєкти, які передбачають інтеграцію апаратного забезпечення та програмних рішень.

Додатковим стимулом для учнів може стати участь у конкурсах, фестивалях і виставках, які організовуються в рамках позашкільної освіти. Такі заходи дозволяють не лише демонструвати отримані знання, а й отримувати новий досвід, обмінюватися ідеями з однолітками та знайомитися з інноваційними розробками.

Аналіз нормативної бази та організаційних аспектів позашкільного навчання інформатики дозволяє зробити висновок про значний потенціал цієї галузі в Україні. Розробка й впровадження сучасних програм із програмування кіберфізичних систем може стати важливим кроком у розвитку технічної освіти.

## **1.2. Огляд наявних програм позашкільної освіти, пов'язаних із програмуванням кіберфізичних систем**

Позашкільна освіта в Україні є важливим інструментом для розвитку молоді, зокрема у сфері технічних наук і програмування. У сучасних умовах, коли технологічний прогрес стає визначальним фактором розвитку суспільства, формування технічних та інженерних навичок є одним із головних завдань системи позашкільної освіти. Особливої актуальності набуває програмування кіберфізичних систем (КФС), які є основою сучасних технологій в різних сферах: від медицини до промисловості та побуту.

Кіберфізичні системи (КФС) — це інтегровані комплекси, що поєднують фізичні процеси з комп'ютерними алгоритмами [5]. Їх особливість полягає у здатності інтегрувати апаратне та програмне забезпечення для забезпечення взаємодії між різними компонентами. Наприклад, у розумних будинках КФС можуть контролювати температуру, освітлення, безпеку, а в медицині — автоматично регулювати дозування ліків чи стежити за станом пацієнта в реальному часі. Ці системи створюють основу для Інтернету речей (IoT), автономних транспортних засобів, інтелектуальних мереж і багатьох інших технологій, які трансформують наше життя.

Навчання програмуванню кіберфізичних систем у позашкільній освіті сприяє розвитку у молоді таких важливих компетентностей, як аналітичне мислення, креативність, навички роботи з сучасними технологіями. Учні, які опановують програмування КФС, отримують не лише технічні знання, але й здатність вирішувати складні задачі, створювати інноваційні рішення та реалізовувати власні проекти.

Позашкільна освіта забезпечує умови для того, щоб учні могли поглиблено вивчати сучасні технології. На відміну від традиційної шкільної програми, яка часто має обмежені можливості для розгляду інноваційних підходів через стандартність і регламентованість, позашкільна освіта надає простір для

творчості та експериментів. Наприклад, в рамках позашкільних курсів учні можуть працювати над реальними проектами, які інтегрують апаратну частину (наприклад, мікроконтролери, датчики) та програмне забезпечення, що дозволяє їм на практиці застосувати отримані знання.

Однією з важливих особливостей навчання кіберфізичних систем є використання сучасних інструментів програмування. Мова Python стає однією з найпоширеніших у цій сфері завдяки своїй простоті, універсальності та великій кількості бібліотек, які спрощують розробку складних систем. Крім того, популярність отримують платформи для розробки КФС, такі як Raspberry Pi та Arduino. Вони надають можливість легко інтегрувати апаратні компоненти та програмувати їх, створюючи працюючі моделі кіберфізичних систем навіть на початковому рівні навчання.

Важливою перевагою позашкільної освіти є можливість індивідуалізації навчання. Викладачі можуть створювати програми, адаптовані до рівня знань і навичок учнів, дозволяючи кожному засвоювати матеріал у власному темпі. Для учнів, які демонструють високий інтерес до програмування та технічної творчості, можуть бути створені поглиблені курси, що охоплюють складніші аспекти роботи з КФС, наприклад, підключення систем до мережі, організація обміну даними між пристроями або інтеграція штучного інтелекту.

Позашкільна освіта також сприяє підготовці учнів до професійного життя. Сьогодні на ринку праці зростає попит на спеціалістів, які мають навички роботи з кіберфізичними системами, вміють програмувати вбудовані пристрої, працювати з даними та розуміти принципи функціонування IoT. Вивчаючи ці технології у позашкільних закладах, молодь отримує необхідну базу для подальшого навчання у вищих навчальних закладах і для кар'єри в IT-галузі, інженерії, автоматизації чи робототехніці.

Ще однією важливою особливістю навчання кіберфізичних систем у позашкільній освіті є можливість участі учнів у змаганнях і конкурсах. Наприклад, міжнародні конкурси робототехніки та програмування, такі як FIRST Robotics Competition [6] чи World Robot Olympiad [7], є чудовою платформою для

демонстрації знань і навичок, отриманих під час навчання. Такі заходи сприяють підвищенню мотивації учнів, розвивають у них командний дух і навички співпраці.

Однак слід зазначити, що розвиток позашкільної освіти у сфері кіберфізичних систем має і певні виклики. Основним серед них є забезпечення матеріально-технічної бази. Не всі позашкільні заклади мають доступ до сучасного обладнання, такого як мікроконтролери чи робототехнічні набори. Вирішення цього питання потребує підтримки з боку держави, залучення грантів і партнерських програм із компаніями, які працюють у сфері технологій.

Також важливим є питання підготовки викладачів. Для того щоб ефективно навчати програмуванню кіберфізичних систем, педагог повинен мати відповідну кваліфікацію, добре розуміти принципи роботи з апаратними платформами, володіти сучасними мовами програмування та методиками навчання. Програми підвищення кваліфікації для викладачів позашкільної освіти можуть стати одним із шляхів вирішення цієї проблеми.

Позашкільна освіта у сфері програмування кіберфізичних систем є важливим напрямком, що відповідає сучасним викликам технологічного світу. Вона забезпечує учнів не лише знаннями, а й практичними навичками, необхідними для успішної кар'єри. Розвиток цього напрямку вимагає постійної підтримки, як технічної, так і організаційної, але перспективи його впровадження очевидні: це формування нового покоління інженерів, програмістів та інноваторів, здатних впливати на майбутнє технологій.

Програма "Програмування і робототехніка" [8] є однією з інноваційних програм позашкільної освіти, яка орієнтована на підготовку учнів до роботи зі сучасними інформаційними технологіями.

Метою програми є засвоєння учнями цілісної системи теоретичних знань із робототехніки та супутніх їй галузей знань як науки про методи та засоби автоматизації технічних систем, а також пізнання ними основних принципів наукової роботи та стимулювання самостійної дослідницької діяльності.[8]

Основні завдання полягають у формуванні у вихованців, учнів, слухачів таких компетентностей:

- пізнавальної: формувати технічні і технологічні знання щодо технічного та технологічного напрямку, технологічного процесу, електротехніки, технічного моделювання, конструювання і дизайну; практичної: формувати вміння і навички застосовувати отримані знання на практиці щодо графічної грамотності, роботи з різноманітними матеріалами та інструментами, виготовлення моделей машин і механізмів та їх вузлів;
- творчої: розвивати навички творчої, конструкторської діяльності, просторового й логічного мислення, уяви, фантазії, здатність проявляти творчу ініціативу, вирішувати творчі завдання; формувати стійкий інтерес до технічної творчості, потребу в самореалізації та духовному самовдосконаленні;
- соціальної: виховувати повагу до праці та людей праці, дбайливе ставлення до навколишнього середовища, культури праці, формувати позитивні якості емоційно вольової сфери (самостійність, наполегливість, працелюбність та ін.), доброзичливість і товарицькість, уміння працювати в колективі.[8]

Програма розрахована на роботу з вихованцями, учнями, слухачами старшого шкільного віку протягом одного року. Загальний обсяг курсу — 324 год (9 год на тиждень). Кількісний склад навчальної групи: 10–12 учнів. Зміст програми реалізується з огляду на здібності та вікові особливості вихованців, учнів, слухачів за допомогою як традиційних форм і методів навчання (індивідуальна, групова форми, методи бесіди, лекції, екскурсії, семінари, практикуми в наукових закладах), так і інтерактивних методів (круглий стіл, тренінг, моделююча гра, дебати, навчальна дискусія). [8]

Вихованці, учні, слухачі мають знати: [8]

- основні компоненти навчального програмованого робота;
- конструктивні особливості різних моделей;

- комп'ютерне середовище, що включає в себе графічну мову програмування;
- правила використання і створення програми, передачі програми в апаратну частину, створення програми на комп'ютері для різних роботів, демонстрації технічних можливостей роботів;
- самостійно вирішувати технічні завдання в процесі конструювання роботів, як от: планування майбутніх дій, контролю, прийомів конструювання з використанням спеціальних елементів і т. п.;
- передавати програми за допомогою Bluetooth З'єднання;

У вихованців, учнів, слухачів мають сформуватися компетентності:

- вживання основних понять робототехніки;
- технічного конструювання, моделювання роботів і написання комп'ютерних програм;
- конструювання роботів за допомогою різноманітних матеріалів та інструментів;
- програмування в галузі робототехніки;
- проектування і створення власних програм для управління моделями роботів;

Програма формує всі базові навички у учнів для подальшого розвитку як в інформаційно-технологічній сфері цілому, так і за направленістю програми.

Навчальна програма «основи робототехніки та комп'ютерного моделювання» [10] є інтегрованою, відображає потребу вихованців, учнів, слухачів у специфічних знаннях і вміннях, що становлять технологічну компетентність, а також передбачає поглиблення знань у царині комп'ютерного моделювання, проектування та програмування.

Мета програми — формування компетентностей особистості в процесі поглибленого вивчення робототехніки, засвоєння цілісної системи теоретичних знань з робототехніки і комп'ютерного моделювання, методів та засобів дослідницької роботи, стимулювання до самостійної, практичної, дослідницької діяльності вихованців, учнів, слухачів. [9]



Відповідно до поставленої мети основні завдання програми полягають у формуванні у вихованців, учнів, слухачів таких компетентностей: [9]

- пізнавальної: формувати поглиблені знання з комп'ютерної грамотності та робототехніки; сприяти збагаченню й актуалізації термінологічного апарату, засвоєнню технічних і технологічних знань, технологічних процесів, електротехніки, технічного моделювання, конструювання і дизайну; формувати знання щодо особливостей механічних передач, електродвигунів, способів з'єднання деталей, програмних продуктів для керування робототехнікою; формувати науковий світогляд; сприяти засвоєнню наукового способу пізнання реальності;
- практичної: удосконалювати вміння аналізувати переваги і недоліки тих чи інших технічних рішень; розвивати здатність розв'язувати ускладнені задачі і проблеми в галузі автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій, сприяти проведенню досліджень і/або впровадженню інновацій при застосуванні методів і принципів автоматизації, способів побудови засобів автоматизації та комп'ютерно інтегрованих технологій;
- соціальної: розвивати найкращі психологічні якості особистості: цікавість, наполегливість, вмотивованість; формувати внутрішні потреби особистості до самовдосконалення; розвивати стійку мотивацію до вивчення комп'ютерного моделювання та робототехніки, дослідницької діяльності, творчої ініціативи; сприяти професійному самовизначенню, вихованню дбайливого ставлення до навколишнього середовища, культури праці, формування позитивних якостей емоційно вольової сфери, здатності працювати в команді.

Очікуваним результатом програми є те що учні мають знати: [9]

- особливості конструкторів LEGO;
- основні методи сучасних наукових досліджень;
- особливості розвитку роботознавчої науки;
- порядок читання інструкцій щодо складання моделей LEGO;

- визначення основних термінів робототехніки та комп'ютерного моделювання;
- способи використання простих механізмів

мають уміти: [9]

- організовувати дослідницьку роботу;
- чітко формулювати проблему і мету дослідження;
- реалізовувати, оформляти та презентувати дослідницькі роботи;
- практично застосовувати теоретично набуті знання в галузі конструювання роботів та комп'ютерного моделювання з використанням сучасних методів, засобів, способів дослідження, необхідних для реалізації дослідницької роботи вихованця МАН;
- працювати в команді;
- конструювати, модифікувати, удосконалювати і тестувати створені моделі;
- використовувати сервомотори в моделях; з
- збирати навчальні моделі роботів на базі мікропроцесорного блока;
- програмувати мікропроцесорний блок EV3 навчальних моделей роботів та опрацьовувати дані з датчиків;

Програма формує загальні компетентності та в особливості з робототехніки та моделювання комп'ютерних систем що формує міцний фундамент для подальшого розвитку у галузі, а також мотивує і сприяє до подальшого розвитку учнів.

Таблиця 1.2—Загальна таблиця для програм позашкільної освіти

Назва програми	Опис	Основний зміст	Цільова аудиторія	Очікувані результати
Програмування і робототехніка	Охоплює сучасні технології	Управління навчальним програмованим	Учні старшого	Навички управління роботом,

	розробки робототехніки та супутніх їй галузей	роботом Codey Rocky	шкільного віку	передачі програм в апаратну частину, та технічного конструювання, моделювання роботів
Основи робототехніки та комп'ютерного моделювання	Спрямована на вивчення робототехніки, сенсорних систем і комп'ютерного моделювання	Конструювання роботів, сенсори, програмування роботів, тривимірне моделювання	Учні середніх і старших класів	Уміння створювати та програмувати роботів, основи роботи з сенсорами, тривимірне моделювання

Аналіз запропонованих програм позашкільної освіти свідчить про їхню спрямованість на формування у молоді ключових компетенцій, необхідних для сучасного технологічного світу. Програми "Основи Комп'ютерної графіки", "Програмування і робототехнік" та "Основи робототехніки і комп'ютерного моделювання" мають різні фокуси, але кожна з них забезпечує всебічний розвиток технічних навичок.

Основні переваги програм:

1. Практичність: Усі програми включають практичні заняття, що дозволяє учням закріплювати теоретичні знання в реальних проектах.
2. Актуальність: Вивчення сучасних технологій, таких як робототехніка, програмування, тривимірне моделювання та конструювання робототехніки, відповідає вимогам сучасного ринку праці.

3. **Інтерактивність:** Використання сучасних методів навчання, інтерактивних завдань і групових проектів сприяє більш ефективному засвоєнню матеріалу.

Однак існують виклики, такі як потреба у сучасному обладнанні та підвищення кваліфікації викладачів, що можуть обмежувати доступ до таких програм. Для забезпечення їхньої ефективності важливо розширювати доступ до технологій, створювати освітні платформи для вчителів і проводити тренінги для педагогів.

**Перспективи розвитку:** Розробка подібних програм і їхнє впровадження в ширший спектр позашкільних закладів допоможе значно підвищити рівень технічної грамотності молоді. Це забезпечить учням можливість здобути навички, які сприятимуть їхній конкурентоспроможності як на ринку праці, так і в подальшому навчанні.

Таким чином, ці програми є важливим кроком на шляху інтеграції сучасних освітніх технологій у систему позашкільної освіти, сприяючи формуванню нового покоління інженерів, програмістів і технічних фахівців.

### **1.3. Формулювання вимог до практикуму з програмування кіберфізичних систем мовою Python для позашкільного навчання інформатики**

На основі аналізу навчальних програм були сформульовані наступні вимоги до практикуму та структура курсу:

**Мета курсу:** Курс має бути спрямований на формування цілісного уявлення про кіберфізичні системи, їх структуру, функціонування та застосування; Розвиток навичок програмування, конструювання, автоматизації та моделювання КФС; Стимулювання самостійного проектування та дослідницької діяльності; Формування критичного мислення та здатності до вирішення практичних інженерних завдань.

### **Основні завдання курсу:**

- **Пізнавальні:** Засвоєння теоретичних основ КФС, включно з датчиками, виконавчими пристроями, алгоритмами обробки даних; Вивчення основ електроніки, програмування та інтеграції апаратних і програмних компонентів; Знайомство з сучасними тенденціями у сфері КФС.
- **Практичні:** Навчання створенню фізичних прототипів КФС з використанням датчиків, контролерів та інших компонентів; Формування вмінь роботи із середовищем програмування; Проведення практичних досліджень для вирішення реальних завдань (наприклад, створення автоматизованих пристроїв).
- **Творчі:** Розвиток просторового та логічного мислення через проектування унікальних рішень; Формування здатності до інноваційного мислення та творчої ініціативи; Мотивація до розробки власних проектів, пов'язаних із КФС, та їх демонстрації.
- **Соціальні:** Розвиток навичок роботи в команді для реалізації спільних проектів; Формування культури праці та відповідального ставлення до використання ресурсів; Виховання етичного підходу до проектування, враховуючи екологічні та соціальні аспекти.

### **Навчальні методи та форми роботи:**

Теоретичні: Лекції, семінари.

Практичні: Робота з навчальними комплектами Arduino, Raspberry Pi, LEGO Mindstorms, проведення практикумів з робототехніки.

Дослідницькі: Розробка та реалізація власних проектів із використанням КФС, інтеграція з датчиками та контролерами.

## **Структура курсу:**

Модуль 1. Знайомство з виконавчими пристроями та середовищем розробки.

Модуль 2. Взаємодія з виконавчими пристроями на базовому рівні.

Модуль 3. Поглиблення знань про взаємодію з виконавчими пристроями. Обробка даних датчиків.

Модуль 4. Створення заключного проекту.

**Вимоги до організації курсу:** Змістовність теоретичних матеріалів, зрозумілі та чіткі завдання практичної частини. Орієнтованість на учнів вже маючих базові навички з основ програмування.

## **Очікувані результати:**

1. Розуміння принципів роботи КФС та їхніх компонентів.
2. Уміння створювати та програмувати власні проекти.
3. Навички командної роботи над розробкою комплексних рішень.
4. Сформована мотивація до подальшого навчання у галузях робототехніки та автоматизації

Практикум із програмування кіберфізичних систем є важливим інструментом для розвитку в учнів технічного мислення, креативності та здатності працювати з інноваційними технологіями. Він забезпечує підготовку молоді до викликів сучасного технологічного світу, сприяє формуванню необхідних навичок для подальшого навчання або професійної діяльності в галузях ІТ, робототехніки та автоматизації.

По завершенні практикуму учні мають отримати цілий комплекс знань, навичок і компетенцій, які дозволять їм успішно працювати з основами програмування, апаратними компонентами та інтегрованими системами. Учасники навчання матимуть розуміння принципів функціонування

кіберфізичних систем, зокрема їхньої здатності до взаємодії між апаратним і програмним забезпеченням, а також базовий досвід створення інтерактивних проєктів.

Учні, які завершать практикум, зможуть розуміти основи роботи кіберфізичних систем. Вони оволодіють ключовими концепціями взаємодії апаратного забезпечення та програмних алгоритмів, що є фундаментальними для побудови складних технічних систем. Наприклад, учні знатимуть, як працюють датчики, яким чином вони отримують інформацію з навколишнього середовища та передають її до мікроконтролера. Вони також зрозуміють, як мікроконтролер аналізує цю інформацію й керує виконавчими механізмами.

Такий практикум сприяє підготовці молоді до викликів сучасного технологічного світу. Усе більше професій вимагають знань у галузях ІТ, робототехніки, автоматизації та аналізу даних. Практикум забезпечує учнів базовими компетенціями, які стануть основою для подальшого навчання чи професійної діяльності в цих сферах.

Сформульовані вимоги до практикуму з програмування кіберфізичних систем передбачають модульну структуру, інтеграцію теорії та практики, використання доступних інструментів, а також завершення навчання комплексним проєктом.

## РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА Й АПРОБАЦІЯ ПРАКТИКУМУ З ПРОГРАМУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

### 2.1. Обґрунтування вибору апаратної платформи

Вибір апаратної платформи для реалізації інженерного чи освітнього проекту залежить від багатьох факторів, таких як призначення проекту, рівень складності, вимоги до апаратного забезпечення, бюджет і цільова аудиторія. Найчастіше для таких цілей використовують LEGO Mindstorms, Arduino та Raspberry Pi. Кожна з цих платформ має свої переваги й обмеження, які варто враховувати при ухваленні рішення.

**LEGO Mindstorms [10]** є ідеальним варіантом для початківців та освітніх проектів, особливо для дітей і молоді. Платформа пропонує модульну систему, яка дозволяє швидко створювати роботизовані моделі без глибоких знань програмування чи електроніки. Основними компонентами є програмований блок (контролер), сенсори (світлові, ультразвукові, дотикові) і мотори. Програмування відбувається через візуальну мову, таку як Scratch або спеціалізовані програмні середовища, наприклад LEGO Education. LEGO Mindstorms має вбудовану екосистему з інтуїтивно зрозумілими інструкціями, що спрощує навчання та стимулює інтерес до інженерії. Проте її основний недолік — висока вартість комплектів і обмежена гнучкість у порівнянні з іншими платформами, такими як Arduino чи Raspberry Pi. LEGO Mindstorms більше орієнтований на навчальні цілі, ніж на серйозні інженерні проекти.

**Arduino [11]** — це відкрита апаратна платформа, яка використовується для створення інтерактивних проектів. Вона ідеально підходить для ентузіастів, студентів і розробників, які хочуть експериментувати з електронікою та автоматизацією. Arduino базується на мікроконтролерах, які легко програмуються за допомогою середовища Arduino IDE. Завдяки широкому вибору плат (Arduino Uno, Mega, Nano та інші) і додаткових модулів (датчики, двигуни, дисплеї), платформа є дуже гнучкою. Основними перевагами є низька



вартість, простота у використанні та можливість роботи в реальному часі. Проте Arduino має обмежені обчислювальні ресурси, що робить її менш придатною для проектів, які потребують роботи з великими обсягами даних або мультимедіа. Наприклад, обробка зображень чи складні алгоритми машинного навчання є проблематичними для Arduino.

**Raspberry Pi [12]** представляє собою повноцінний міні комп'ютер, здатний виконувати широкий спектр завдань, від роботи як медіацентр до управління складними роботизованими системами. Завдяки потужному процесору, підтримці операційних систем (Linux, Windows IoT) і наявності портів для підключення різноманітних пристроїв, Raspberry Pi є універсальним інструментом для реалізації як освітніх, так і інженерних проектів. Однією з ключових переваг є можливість підключення до Інтернету та роботи з мовами програмування, такими як Python, C++, Java тощо. Raspberry Pi також підходить для роботи з мультимедіа та інтеграції з хмарними сервісами. Проте її використання вимагає базових знань про операційні системи та програмування, що може ускладнити процес для новачків.

При виборі платформи важливо врахувати специфіку проекту. Якщо завдання орієнтоване на навчання основам програмування чи робототехніки, найкращим вибором буде LEGO Mindstorms завдяки простоті використання. Arduino підійде для проектів, що потребують інтерактивної взаємодії з апаратними компонентами та є оптимальним вибором для ентузіастів, які хочуть вивчати основи електроніки. Raspberry Pi, у свою чергу, ідеально підходить для більш складних проектів, які потребують обчислювальної потужності, роботи з мультимедіа чи Інтернетом.

З урахуванням поставлених завдань платформа повинна відповідати балансу між простотою, функціональністю та вартістю. Для освітніх цілей, особливо на початкових етапах, LEGO Mindstorms виглядає оптимальним вибором. Для більш гнучких та масштабованих проектів, які потребують інтеграції різних модулів, Arduino або Raspberry Pi будуть кращими рішеннями,

#### 1. Порівняння апаратних платформ

Для оцінки платформ було обрано кілька ключових критеріїв: доступність, простота у використанні, функціональність, можливості розширення, вартість та сфери застосування. Порівняльна таблиця подана нижче:

Таблиця 2.1- Порівняння платформ LEGO Mindstorms, Arduino та Raspberry Pi

Критерій	LEGO Mindstorms	Arduino Uno	Raspberry Pi
Призначення	Освітні цілі, навчальні проекти	Прототипування електронних пристроїв	Розробка високофункціональних систем
Доступність	Обмежена через високу вартість	Висока, доступна в багатьох країнах	Середня, залежить від комплектації
Простота у використанні	Дуже проста, зручний графічний інтерфейс	Вимагає базових знань електроніки та програмування	Складніша, потребує знань ОС та програмування
Можливості розширення	Обмежені фірмовими компонентами	Необмежені завдяки підтримці численних модулів	Підтримує різноманітні периферійні пристрої
Вартість	Висока (від \$300 і вище)	Низька (від \$20)	Середня (від \$50 і вище)
Підтримка мов програмування	Власний інтерфейс, Scratch, Python	C/C++, Python, інші	Python, Java, C++, інші
Живлення	Батареї	Живлення через USB	Живлення через адаптер

Масштабованість	Обмежена	Дуже висока	Висока
Цільова аудиторія	Діти, освітні установи	Хобісти, розробники	Досвідчені розробники

LEGO Mindstorms є популярною платформою для освітніх цілей, особливо у школах, завдяки її простоті у використанні, зручному графічному інтерфейсу програмування та готовим наборам компонентів. Однак її висока вартість та обмежені можливості розширення роблять цю платформу менш привабливою для проектів, які виходять за рамки базового навчання.

Arduino є універсальною платформою, яка забезпечує велику гнучкість та розширюваність завдяки численним доступним модулям. Вона ідеально підходить для проектів прототипування, завдяки простоті апаратної архітектури та підтримці популярних мов програмування, таких як C++ і Python. Вартість Arduino значно нижча, що робить її доступною навіть для невеликих бюджетів. Проте платформа має обмеження у швидкості процесора та обробці великих обсягів даних, що може стати проблемою для складних проектів.

Raspberry Pi є повноцінним мінікомп'ютером, який підходить для розробки інтерактивних систем, високопродуктивних IoT-рішень або навчання. Ця платформа підтримує безліч мов програмування та периферійних пристроїв, що робить її універсальною. Проте для роботи з Raspberry Pi потрібні знання операційних систем, що може бути складним для новачків. Її вартість середня, але вища за Arduino.

Обраний варіант платформи

Враховуючи поставлені завдання, було обрано платформу Raspberry Pi.

Головним продуктом серед мікроконтролерів є RP2040, розроблений Raspberry Pi. Цей чіп оснащений:

- Двоядерним процесором Arm Cortex-M0+ із тактовою частотою до 133 МГц.
- 264 КБ оперативної пам'яті (SRAM).

- 30 універсальними GPIO-виводами з підтримкою протоколів UART, I2C, SPI.
- 2 МБ флеш-пам'яті.

RP2040 використовується у пристроях, таких як Raspberry Pi Pico і його варіантах (Pico W із Wi-Fi), а також у сторонніх продуктах (наприклад, Seeed Wio RP2040, Adafruit Feather RP2040)

Аналогом Raspberry Pi Pico є YD-RP2024.

YD-RP2024 є менш поширеним, але зазначений як потенційний аналог RP2040. Він також підтримує Python та C++ і може використовуватися в аналогічних застосунках, має 16 МБ флеш-пам'яті та дещо нижчу ціну. Однак специфікації та розширена підтримка YD-RP2024 обмежені в порівнянні з Raspberry Pi Pico, який має добре задокументовану підтримку та інтеграцію з популярними середовищами, такими як MicroPython та Circuit Python.

Це рішення обґрунтоване її доступністю, високою гнучкістю та можливістю використання в високорівневих проектах. Raspberry Pi Pico забезпечує баланс між функціональністю, вартістю. Вона також дозволяє використовувати широкий спектр сенсорів, виконавчих пристроїв і модулів зв'язку.

Для освітніх цілей, спрямованих на навчання базових принципів програмування та електроніки, Raspberry Pi Pico забезпечує простий старт і поступовий перехід до складніших завдань. Її можливості розширення дозволяють масштабувати проект без значних фінансових вкладень, а численні ресурси спільноти забезпечують підтримку на всіх етапах реалізації.

Raspberry Pi Pico дозволяє підприємству чи освітньому закладу ефективно вирішувати завдання з мінімальними витратами, забезпечуючи навчання базових технічних навичок та створення прототипів. Завдяки гнучкості та простоті використання платформа відкриває можливості для реалізації як простих, так і складних проектів, що вимагають інтеграції декількох систем.

Raspberry Pi Pico та аналог YD-RP2024 прості у використанні, що робить їх ідеальним варіантом для новачків. Користувачі можуть швидко розпочати

створення проектів, навіть якщо вони не мають глибоких знань у програмуванні чи електроніці, достатньо базових знань з синтаксису Python. Підтримують велику кількість середовищ що робить їх доступним для широкого кола користувачів.

Гнучкість платформи є ще одним важливим аспектом. Raspberry Pi Pico підтримує інтеграцію з безліччю сенсорів, модулів і виконавчих пристроїв. Наприклад, можна підключити датчики температури, освітленості, вологості, а також двигуни, світлодіоди чи навіть модулі зв'язку, такі як Wi-Fi або Bluetooth. Це робить її ідеальним вибором для проектів, автоматизації чи робототехніки. Крім того, багато компонентів, сумісних з Raspberry Pi, мають стандартні інтерфейси (наприклад, I2C чи SPI), що дозволяє легко інтегрувати їх у систему.

Raspberry Pi Pico та аналог YD-RP2024 також є відмінними інструментами для навчання базових технічних навичок. Завдяки простоті програмування та підключення компонентів, вони дозволяють студентам чи співробітникам освоїти основи електроніки, прототипування та розробки програмного забезпечення. Вони дозволяють студентам створювати реальні робочі проекти, розвиваючи їхні технічні знання та практичні навички.

Однією з ключових переваг Raspberry Pi Pico та аналог YD-RP2024 є можливість масштабування. Користувачі можуть починати з простих проектів, таких як керування світлодіодами чи моніторинг температури, і поступово переходити до складніших завдань, таких як створення повністю автоматизованих систем чи роботів. Це дозволяє платформі супроводжувати користувача на всіх етапах розвитку його технічних навичок та знань.

Raspberry Pi Pico та YD-RP2024 відкриває можливості для створення як простих, так і складних проектів. Наприклад, вона може використовуватися для побутової автоматизації, створення розумних систем освітлення чи охолодження. Водночас вона здатна підтримувати складніші рішення, такі як управління дронами чи інтерактивними інсталяціями. Універсальність платформи дозволяє адаптувати її до будь-яких вимог, що робить її надзвичайно популярною серед розробників.

Окрім того, використання Raspberry Pi Pico сприяє зниженню витрат на розробку прототипів. У традиційних системах створення прототипів може бути дорогим через використання складних апаратних платформ чи необхідність залучення висококваліфікованих фахівців. Raspberry Pi спрощує цей процес, дозволяючи розробникам самостійно створювати та тестувати свої ідеї. Це особл

Підсумовуючи, Raspberry PiPico є універсальною платформою, яка дозволяє підприємствам та освітнім закладам ефективно вирішувати завдання з мінімальними витратами. Простота використання, доступність, гнучкість та можливість масштабування роблять її ідеальним вибором для реалізації як навчальних, так і комерційних проектів.

## 2.2. Розробка структури і змісту практикуму

Практикум розроблений у вигляді односторінкового сайту, у вільному доступі.

Посилання на сайт практикуму:

<https://sites.google.com/view/sincehousephyton?usp=sharing>

Структура курсу:

Модуль 1: Вступ до мікроконтролерів

Що таке мікроконтролери?

Налаштування середовища розробки

Перше підключення

Практичне завдання

Модуль 2: Робота з GPIO

Вивід сигналу

Читання сигналу

Програмування взаємодії

Практичне завдання:

Модуль 3: Підключення периферії

Датчик температури

Обробка даних з датчиків

Підключення зовнішнього датчика DHT22

Практичне завдання

Сенсори освітленості та руху

Практичне завдання

Модуль 4: Створення системи "Розумний дім"

Завдання

Компоненти для реалізації

Кроки реалізації

Перший модуль є вступним, та знайомить користувачів курсу з поняттям мікроконтролеру, та надає інструкцію щодо встановлення спеціалізованих бібліотек мови Python та середовища програмування. Наступним кроком є ознайомлення з кодом який надає перші уявлення про взаємодію програмної та апаратної частин. Практичним завданням є вдосконалення запропонованого коду.

Другий модуль поглиблює знання отримані в першому модулі та докладніше розповідає на прикладах про взаємодію з вбудованими компонентами та пінами плати. Практичним завданням є покращення можливостей демонстраційних програм.

Третій модуль найбільш змістовний, в ньому розповідається про підключення периферійних датчиків і сенсорів, а саме датчик температури, зовнішнього датчика DHT22 який вимірює температуру та вологість повітря, та є більш чутливим ніж вбудований, сенсору освітленості та руху та OLED-екрану для виводу даних отриманих з датчиків. В модулі передбачено два практичних завдання, для закріплення знань та набуття навичок як з датчиками температури так і з сенсором світла.

Четвертий модуль заключний та включає в себе самостійне створення проекту модулю для розумного дому. Для зручності користувачів передбачено

структуроване завдання, набір необхідних компонентів, та кроки реалізації проекту.

Оцінювання роботи:

Таблиця 2.2– Критерії оцінювання виконання практикуму

Критерій	Вага, %	Опис
Виконання базових завдань	30%	Правильність та повнота виконання обов'язкових завдань.
Творчий підхід	20%	Індивідуальний підхід до вирішення творчих завдань.
Захист проекту	25%	Якість презентації результатів, обґрунтованість висновків.
Дотримання термінів виконання	15%	Своєчасність виконання завдань відповідно до графіка практикуму.
Робота в команді (за потреби)	10%	Участь у спільній роботі, ефективна комунікація з іншими учасниками.

Структура та зміст практикуму сприяють інтеграції теоретичних знань із практичними вміннями, розвитку професійних компетенцій та творчих здібностей студентів. Це забезпечує підготовку студентів до вирішення реальних проблем у їхній галузі діяльності та сприяє формуванню конкурентоспроможних спеціалістів.

### 2.3. Апробація створеного практикуму

Апробація створеного практикуму є важливим етапом, що дозволяє оцінити його ефективність у реальних умовах навчального процесу, а також визначити, наскільки його зміст та структура відповідають поставленим завданням і очікуванням користувачів. Цей процес спрямований на виявлення сильних та слабких сторін практикуму, аналіз його результативності та надання рекомендацій для подальшого вдосконалення.



Мета апробації полягає у перевірці працездатності методичних матеріалів, завдань та інструментів, які пропонуються у рамках практикуму. Зокрема, перевіряється, чи відповідають завдання рівню підготовки студентів, чи доступні для розуміння методичні рекомендації та чи ефективно інтегровані теоретичні знання з практичними завданнями. Апробація також дозволяє оцінити, наскільки практикум сприяє формуванню професійних компетенцій студентів та їхньої здатності застосовувати отримані знання на практиці.

Процес апробації складається з кількох етапів. На першому етапі викладач та користувачі курсу ознайомлюються із загальною концепцією практикуму, його цілями, завданнями та очікуваними результатами. Цей етап передбачає проведення вступних занять, на яких користувачі курсу отримують теоретичну базу, інструкції щодо використання програмного забезпечення та методичних матеріалів. Особлива увага приділяється забезпеченню доступу до інструментів, таких як програмні платформи, технічне обладнання або ресурси для виконання завдань.

Другий етап апробації включає виконання користувачами практичних завдань. Ці завдання структуровані за рівнями складності, починаючи від базових операцій та поступово переходячи до комплексних проектів.

Третій етап апробації полягає в аналізі результатів виконання завдань. Викладачі оцінюють точність, якість і своєчасність виконання кожного завдання, звертаючи увагу на рівень розуміння користувачів курсу запропонованих інструментів і методик. Окрім того, збирається зворотний зв'язок від користувачів через анкетування або групові дискусії. Це дозволяє оцінити, наскільки практикум відповідає їхнім очікуванням і чи сприяє він розвитку їхніх професійних компетенцій.

Результати апробації практикуму демонструють його ефективність у навчальному процесі. Наприклад, користувачі зазначають, що практикум сприяє глибшому розумінню теоретичних знань, оскільки завдання тісно пов'язані з реальними практичними сценаріями.

Підсумовуючи, апробація створеного практикуму є важливим інструментом для оцінки його ефективності та адаптації до реальних потреб студентів. Вона дозволяє виявити сильні сторони, такі як інтеграція сучасних технологій і розвиток практичних навичок, а також недоліки, які можуть бути усунені в процесі вдосконалення.

Практикум було апробовано на базі кафедри інженерних технологій, а саме гуртку з програмування. Участь в апробації взяли учні у кількості 20 осіб.

Апробація проводилася у три етапи:

1. **Підготовчий етап**, під час якого студенти ознайомилися з методичними матеріалами, інструментами та програмним забезпеченням, передбаченими практикумом.
2. **Виконання практичних завдань**, що включало індивідуальну та групову роботу студентів із використанням запропонованих інструментів і технологій.
3. **Аналіз результатів та обговорення**, під час якого учасники апробації заповнили анкети, а викладачі провели аналіз виконаних завдань та підготовлених матеріалів.

### Результати апробації

У рамках апробації було проведено оцінювання виконання завдань практикуму за такими критеріями:

1. Час виконання завдань.
2. Якість виконання практичних завдань.
3. Залучення інноваційних підходів у вирішенні проблем.
4. Здатність студентів адаптуватися до нових інструментів.

Результати апробації подано в таблиці нижче.

Таблиця 2.3 – Оцінка ефективності практикуму за результатами апробації

Критерій	Середній показник	Максимальний бал	Коментарі викладача

Час виконання завдань	85%	100%	Завдання виконувалися своєчасно, студенти освоїли нові інструменти в обмежені строки.
Якість виконання практичних завдань	90%	100%	Виконання завдань здебільшого відповідало критеріям, в окремих випадках були неточності.
Використання інноваційних підходів	75%	100%	Студенти виявили творчий підхід до вирішення завдань, запропонували цікаві рішення.
Адаптація до нових інструментів	80%	100%	Деякі студенти потребували додаткового часу для освоєння програмного забезпечення.

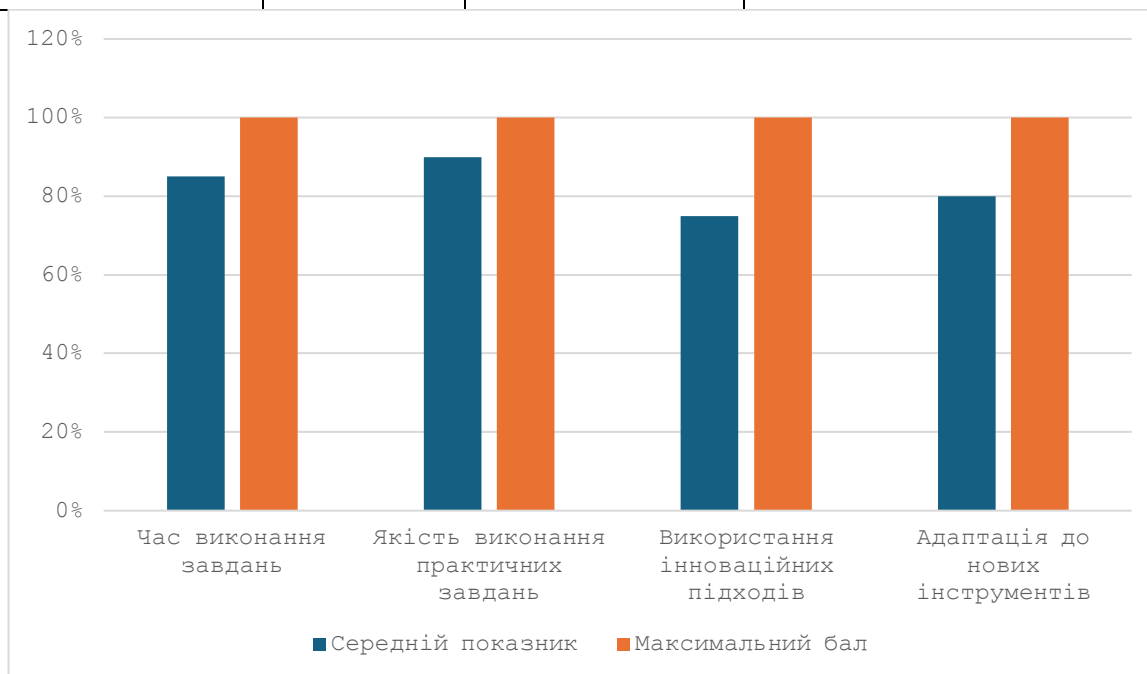


Рис.2.1—Оцінка ефективності практикуму за результатами апробації

Під час аналізу апробації було зібрано відгуки студентів про практикум. Основними позитивними моментами студенти відзначили доступність матеріалів, актуальність завдань і можливість використання сучасних технологій. Серед труднощів було названо складність роботи з окремими інструментами, що вимагали попередніх технічних знань.

Таблиця 2.4 – Результати анкетування студентів після апробації

Питання анкети	Позитивні відповіді, %	Нейтральні відповіді, %	Негативні відповіді, %
Чи були завдання практикуму зрозумілими?	92%	5%	3%
Чи відповідають завдання вашим очікуванням?	85%	10%	5%
Чи були використані інструменти актуальними?	88%	8%	4%
Чи вдалося застосувати отримані знання на практиці?	80%	15%	5%
Чи рекомендуєте практикум для впровадження?	90%	7%	3%



Рис. 2.1—Результати анкетування студентів після апробації

Результати апробації практикуму свідчать про його ефективність і відповідність поставленим навчальним завданням. Більшість користувачів курсу високо оцінили доступність матеріалів, актуальність завдань і можливість використання сучасних інструментів.

Практикум довів свою здатність забезпечити користувачів практичними знаннями, що можуть бути використані в реальних умовах професійної діяльності. Він сприяє формуванню компетенцій, необхідних для адаптації до сучасних вимог ринку праці, таких як аналіз даних, розробка інженерних рішень та інтеграція технологій у бізнес-процеси.

Рекомендації за результатами апробації передбачають включення додаткових завдань для командної роботи, що дозволить розвивати навички співпраці та комунікації, а також проведення регулярних тренінгів з нових технологій.

## ВИСНОВКИ

У рамках цього дослідження було проаналізовано актуальні аспекти обраної тематики, зокрема теоретичні основи, методологічні підходи та практичні аспекти реалізації. Проведена робота підтвердила актуальність теми, її практичну значущість та можливість впровадження отриманих результатів у реальні умови. Ретельно проведений аналіз дозволив глибше зрозуміти сутність проблеми, оцінити її складність та багатогранність, а також запропонувати реалістичні шляхи її вирішення.

Були проаналізовані нормативні бази та особливості організації позашкільного навчання інформатики, а також досліджені програми позашкільної освіти, пов'язані з програмуванням кіберфізичних систем. В ході аналізу було визначено компетентності та напрямки які здебільшого розвиваються, та на основі цього створені вимоги до створення власного курсу які враховують особливості позакласного навчання.

Проаналізувавши популярні апаратні платформи, була виокремлена одна найбільш доцільна за критеріями доступності та широкого спектру можливостей.

Був розроблений практикум за визначеними вимогами до наповненості та структури, який успішно апробований у освітньому процесі, який за результатами виявився досить успішним та ефективним.

Також виявлено можливі подальші покращення курсу в бік завдань для колективного виконання. Також можливий напрям розвитку курсу це створення різних рівнів складності залежно від рівня знань та навичок учнів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИХОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОЗАШКІЛЬНОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ : монографія / В. Вербицький та ін. ; ред. О. Литовченко. Київ : Пед. думка, 2012. 191 с.
2. Про позашкільну освіту : ЗАКОН УКРАЇНИ від 22.06.2000 № 1841-III : станом на 15 листоп. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14#Text> (дата звернення: 26.11.2024).
3. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядж. від 05.08.2024 № 960-р.
4. Нормативна база позашкільної освіти та виховної роботи. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://imzo.gov.ua/osvita/pozashkilna-osvita-ta-vihovna-robota/normativna-baza-pozashkilnoyi-osviti-ta-vihovnoyi-roboti/> (дата звернення: 27.11.2024).
5. Мельник А.О. (2014) Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку. Львів: Видавництво Львівської політехніки. – С. 154– 161.
6. FIRST Robotics Competition. *FIRST*. URL: <https://www.firstinspires.org/robotics/frc> (дата звернення: 25.11.2024).
7. Home - WRO Association. *WRO Association*. URL: <https://wro-association.org/> (дата звернення: 25.11.2024).
8. Оніщенко Д. С. Навчальна програма «Програмування і робототехніка». *Навчальні програми з позашкільної освіти: Зб. навч. програм*. Київ, 2021. С. 50–65.
9. Биков В. О. Навчальна програма «основи робототехніки та комп'ютерного моделювання». *Навчальні програми з позашкільної освіти : Зб. навч. програм*. Київ, 2021. С. 86–114.
10. *LEGO Mindstorms*. URL: <https://www.lego.com/uk-ua/themes/mindstorms/about> (дата звернення: 24.11.2024).
11. *Arduino - Home*. *Arduino - Home*. URL: <https://www.arduino.cc/> (date of access: 24.11.2024).

12. *Raspberry Pi*. URL: <https://www.raspberrypi.com/> (дата звернення: 24.11.2024).