

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

з теми

**РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ НА
ОСНОВІ ARDUINO**

Виконав: здобувач вищої освіти
освітньої програми Середня освіта (Фізика,
інформатика)
спеціальності 014 Середня освіта (за
предметними спеціальностями)
предметної спеціальності 014.08 Середня
освіта (Фізика та астрономія)
денної форми здобуття вищої освіти
Антоненко Анатолій Іванович

Керівник: Оптасюк С.В., кандидат фізико-
математичних наук, доцент, завідувач, доцент
кафедри фізики

Рецензент: Слободянюк О.В., кандидат
технічних наук, доцент, доцент кафедри
комп'ютерних наук

Кам'янець-Подільський, 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ARDUINO У НАВЧАННІ ФІЗИКИ.....	6
1.1. Аналіз стану проблеми використання цифрових технологій у фізичній освіті.....	6
1.2. Місце й роль навчального експерименту в курсі фізики.....	12
1.3. Порівняльний аналіз апаратно-програмних платформ для освітніх експериментів.....	17
1.4. Можливості Arduino для реалізації фізичних експериментів.....	21
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ARDUINO.....	26
2.1. Загальні принципи проектування навчальних лабораторних робіт на основі Arduino.....	26
2.2. Вибір тем для розробки лабораторних робіт (приклад).....	29
2.3. Структура лабораторної роботи.....	35
2.4. Розробка програмного забезпечення.....	37
2.5. Методичні рекомендації до організації занять у шкільному кабінеті фізики.....	40
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ARDUINO.....	44
3.1. Методичні засади конструювання лабораторних робіт.....	44
3.2. Технічна реалізація розроблених лабораторних установок — детальний опис.....	47
3.3. Тестування інтерактивних лабораторних робіт та аналіз ефективності використання Arduino у шкільній лабораторії.....	51
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56
ДОДАТОК.....	59

Вступ

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним упровадженням цифрових технологій, оновленням матеріально-технічної бази та переорієнтацією навчального процесу на компетентнісний підхід. Однією із ключових вимог Нової української школи та Державного стандарту базової і профільної середньої освіти є формування в учнів умінь практичного застосування теоретичних знань, розвиток дослідницьких, інженерних і технологічних компетентностей. У такому контексті особливої ваги набуває фізичний експеримент, який виступає основою пізнання законів природи та критерієм істинності наукових положень. Саме тому проблематика модернізації лабораторних робіт з фізики є надзвичайно актуальною [1-5].

Традиційні шкільні лабораторні набори, які використовуються в більшості навчальних закладів України, були розроблені ще у 80–90-х роках ХХ століття. Вони морально й технічно застаріли: мають обмежену точність вимірювань, низьку надійність, потребують значної кількості витратних матеріалів, не забезпечують миттєвої візуалізації процесів та не відповідають сучасним вимогам STEM-освіти. Багато фізичних процесів, зокрема швидкоплинні явища (коливання, зміни температури, електричні сигнали), неможливо якісно дослідити без цифрових засобів вимірювання. Це створює розрив між потребами сучасної освіти та тим інструментарієм, що фактично використовується у школах [3].

У той же час технологічний прогрес пропонує нові можливості. На світовому та українському освітньому ринку стрімко поширюються модульні платформи для створення вимірювальних систем, такі як Arduino, micro:bit, Raspberry Pi, ESP32. Особливо великий потенціал для шкільної фізики має Arduino — компактна, недорога, програмована плата з можливістю підключення широкого спектра сенсорів. Arduino легко інтегрується в освітній процес, дозволяє швидко створювати вимірювальні стенди, автоматизувати збирання даних та виводити результати у вигляді графіків у реальному часі. Такий

інструмент формує в учнів сучасні інженерні навички, одночасно поглиблюючи розуміння фізичних процесів [3-7].

Застосування Arduino у шкільному експерименті розв'язує низку важливих проблем: підвищення точності вимірювань, візуалізація процесів у реальному часі, розвиток технічних та програмувальних компетентностей, доступність та економічна вигідність, гнучкість і модульність [23].

Попри очевидні переваги, Arduino практично не використовується системно в українській школі. Основні причини — відсутність методичних розробок, нестача готових лабораторних робіт, низький рівень підготовки вчителів та брак навчально-демонстраційних матеріалів українською мовою. Переважна частина доступних онлайн-проектів є нерозрахованою на освітні цілі, містить ненадійні або неперевірені рішення, не відповідає віковим особливостям учнів і не інтегрується зі шкільними програмами.

Таким чином, актуальним є створення комплексу інтерактивних лабораторних робіт з фізики, адаптованих до українських навчальних стандартів, технічно верифікованих, доступних для повторення у звичайній школі, забезпечених методичними рекомендаціями та сучасними цифровими засобами аналізу даних. Це не лише підвищить якість навчання, а й сприятиме популяризації фізики, розвитку STEM-освіти та формуванню технологічної грамотності учнів [11].

Крім того, розвиток цифрової лабораторної бази на основі Arduino відповідає світовим тенденціям модернізації освіти. У багатьох країнах ЄС, США, Канади, Сінгапуру використання мікроконтролерів у навчальному експерименті стало частиною офіційних STEM-програм. Українська система освіти потребує подібних рішень, особливо в умовах цифровізації, дистанційного та змішаного навчання. Arduino дозволяє організовувати експерименти навіть у домашніх умовах, що є важливою перевагою під час воєнного стану та нестабільних умов навчання.

Отже, актуальність роботи визначається сукупністю чинників: технічним старінням традиційної лабораторної бази, необхідністю формування сучасних

компетентностей, потребами STEM-освіти, недостатністю методичних матеріалів та потенціалом Arduino як універсального інструмента для цифрового фізичного експерименту. Розробка інтерактивних лабораторних робіт на основі Arduino становить наукову, методичну та практичну цінність для модернізації освітнього процесу з фізики.

Мета дослідження: Розробити й апробувати комплекс інтерактивних лабораторних робіт з фізики з використанням Arduino.

Завдання дослідження.

- Проаналізувати сучасні підходи до організації навчального фізичного експерименту.
- Дослідити можливості використання мікроконтролерів Arduino у навчанні фізики.
- Розробити методику проведення лабораторних робіт із застосуванням Arduino.
- Створити програмно-апаратні макети для конкретних тем курсу фізики.
- Провести педагогічну перевірку ефективності використання запропонованих лабораторних робіт.

Об'єкт дослідження — процес навчання фізики в закладі загальної середньої освіти.

Предмет дослідження — використання апаратно-програмних засобів Arduino для організації інтерактивного фізичного експерименту.

Методи дослідження:

- теоретичні (аналіз літератури, порівняння, узагальнення, моделювання);
- емпіричні (спостереження, педагогічний експеримент, анкетування);
- статистичні (аналіз результатів експерименту).

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було проведено комплексне дослідження можливостей застосування мікроконтролерів Arduino в навчанні фізики, розроблено й апробовано цикл інтерактивних лабораторних робіт, спрямованих на формування предметних і STEM-компетентностей учнів.

У результаті теоретичного аналізу встановлено, що використання цифрових вимірювальних систем відповідає сучасним тенденціям розвитку фізичної освіти та створює умови для реалізації діяльнісного, компетентнісного й STEM-орієнтованого підходів. Arduino посідає оптимальне місце серед доступних освітніх платформ, поєднуючи простоту, низьку вартість, гнучкість та можливість проведення реальних вимірювальних експериментів з достатньою точністю для шкільного рівня

Розроблені інтерактивні лабораторні роботи охоплюють основні розділи шкільного курсу фізики та базуються на використанні сучасних сенсорів: Кожна робота містить чітку структуру: теоретичне обґрунтування, опис обладнання, схеми підключення, програмний код, методику проведення експерименту, таблиці даних та графічний аналіз результатів.

Методичний аналіз показав, що запропоновані лабораторні роботи сприяють розвитку в учнів умінь планувати експеримент, збирати та інтерпретувати дані, будувати графіки, працювати з цифровим обладнанням. Учні виявляють підвищений інтерес до експериментів, що підтверджує мотиваційну ефективність інтерактивного підходу. Arduino може стати основою сучасного шкільного цифрового лабораторного комплексу, який за функціональністю перевищує традиційні демонстраційні установки.

Отже, проведене дослідження підтвердило, що Arduino є ефективним інструментом модернізації шкільного експерименту з фізики. Розроблені інтерактивні лабораторні роботи є технічно надійними, методично доцільними, відповідають програмним вимогам та мають значний потенціал для впровадження у сучасну STEM-освіту.

Список використаних джерел

1. Андріїв В. В. Методика використання цифрових лабораторій у курсі фізики. Київ, 2020. 156 с.
2. Артеменко О. І. STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти: теорія і практика. Київ: Педагогічна думка, 2021. 192 с.
3. Барна О. В. Використання мікроконтролерів Arduino у навчанні фізики. // *Фізика та астрономія в школі*, 2020. №4. С. 12–16.
4. Базильчук Б. М. Цифрові вимірювання в шкільному експерименті. Львів, 2022. 148 с.
5. Биков В. Ю. Сучасні цифрові технології в освіті. Київ: Укр. НДІ інформатизації освіти, 2019. 210 с.
6. Божко В. І. Інтерактивні експерименти з фізики з використанням мікроконтролерів. Харків, 2021. 134 с.
7. Васильєва Д. В. Особливості організації STEM-навчання у школі. Одеса, 2018. 118 с.
8. Величко С. О. Дослідницький експеримент у шкільному курсі фізики. Полтава, 2020. 142 с.
9. Веремійчик І. М. Використання датчиків у навчальному фізичному експерименті. Тернопіль, 2019. 127 с.
10. Головка М. Ф. Методи цифрового вимірювання у шкільній лабораторії. Київ: НПУ, 2020. 160 с.
11. Головченко Н. О. Цифрові вимірювальні комплекси у фізиці. Суми: СДПУ, 2017. 140 с.
12. Гринюк В. М. Інноваційні технології навчального фізичного експерименту. Рівне, 2019. 152 с.
13. Даниленко О. М. Дослідницька діяльність учнів на уроках фізики. Київ, 2021. 136 с.
14. Державний стандарт базової середньої освіти. Київ: МОН України, 2020. 40 с.

- 15.Дубровін В. Фізичний експеримент у контексті цифрової трансформації освіти. // *Фізика в школах України*, 2021. С. 5–10.
- 16.Жук Ю. О. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчального призначення. Київ, 2018. 224 с.
- 17.Зеліковська О. М. Розвиток STEM-навичок учнів у процесі виконання експериментальних робіт. Львів, 2020. 128 с.
- 18.Кіріяк О. П. Модернізація шкільного фізичного експерименту. Чернівці, 2019. 145 с.
- 19.Коломієць А. Г. Методика використання цифрових датчиків у навчанні природничих дисциплін. Київ, 2021. 158 с.
- 20.Кузьменко В. П. Мікроконтролери Arduino як інструмент шкільного експерименту. Дніпро, 2020. 116 с.
- 21.Кух А. Л. STEM-проекти у профільній школі. Київ, 2022. 189 с.
- 22.Лещук О. П. Використання електронних сенсорів у шкільному фізичному практикумі. Тернопіль, 2020. 132 с.
- 23.Литвинова С. Г. Хмарні сервіси в освіті. Київ: Педагогічна думка, 2020. 176 с.
- 24.Лозова О. Т. Інноваційні засоби навчання природничих дисциплін. Харків, 2021. 138 с.
- 25.Марченко О. Д. Використання Arduino в шкільних лабораторіях. Полтава, 2019. 120 с.
- 26.Мерзликін О. В. Методи інтерактивного навчання фізики. Кропивницький, 2021. 150 с.
- 27.МОН України. Концепція розвитку STEM-освіти. Київ, 2020. 28 с.
- 28.Мачинська Н. І. Віртуальні та цифрові лабораторії у фізиці. Львів, 2022. 143 с.
- 29.Непорожній О. С. Датчики в системах освітлення і освітніх проектах. Харків, 2020. 112 с.
- 30.Панченко Л. Ф. Методика організації експерименту з фізики. Київ, 2019. 175 с.

- 31.Пінчук Т. М. Цифрові платформи у викладанні фізики. Суми, 2021. 121 с.
- 32.Рамський Ю. С. Практикум з мікроконтролерів Arduino. Дрогобич: ДДПУ, 2020. 95 с.
- 33.Саченко К. О. Дослідницькі лабораторні роботи з фізики. Київ, 2019. 130 с.
- 34.Ситник М. М. Інтеграція фізичного експерименту та ІКТ. Тернопіль, 2021. 118 с.
- 35.Тягло А. С. Методика навчального фізичного експерименту. Харків: ХНУ, 2020. 164 с.
- 36.Фесенко Г. С. Arduino у курсі фізики. Київ: НПУ, 2022. 140 с.
- 37.Чернега В. В. Мікроконтролери у навчальних дослідженнях. Луцьк, 2021. 110 с.
- 38.Шкіль В. С. Використання акселерометрів у навчальному експерименті. Львів, 2020. 136 с.
- 39.Шульга Т. В. Цифрові технології у природничій освіті. Київ, 2019. 148 с.
- 40.Яцик С. М. Конструювання експериментальних установок на Arduino. Черкаси, 2021. 105 с.
- 41.Banzi M., Shiloh M. Getting Started with Arduino. O'Reilly Media, 2022. 262 p.
- 42.Monk S. Programming Arduino. McGraw-Hill, 2020. 304 p.
- 43.BH1750 Light Sensor Datasheet. Rohm, 2020. 15 p.
- 44.DS18B20 Digital Thermometer Datasheet. Maxim Integrated, 2021. 20 p.
- 45.MPU-6050 Accelerometer Datasheet. TDK Invensense, 2020. 52 p.