

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КРАМАР СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 37.018.43:004.896(045.2):373.54:005.963

ДИСЕРТАЦІЯ
МЕТОДИКА РОЗВИТКУ КОМПЕТЕНТНОСТІ З РОБОТОТЕХНІКИ
ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В УМОВАХ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

011 Освітні, педагогічні науки

01 Освіта/Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С. С. Крамар

Науковий керівник: Шишкіна Марія Павлівна, доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Крамар С.С. Методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 011 – Освітні, педагогічні науки, освітньо-наукової програми «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». – Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України. – Київ, 2025.

Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою модернізації процесу підготовки вчителів в сучасних умовах цифровізації освіти, стрімкого розвитку інженерно-технічних інновацій та зростання запиту суспільства на високо кваліфікованих ІКТ компетентних фахівців. Особливої ваги набуває в цьому контексті питання якісної підготовки вчителів інформатики, здатних не лише орієнтуватися у світі нових технологій, а й упроваджувати їх у навчальний процес, забезпечуючи розвиток ключових компетентностей учнів.

Неформальна освіта, завдяки її гнучкості, практичній спрямованості та різноманіттю форм організації (онлайн-курси, тренінги, проєктні школи, клуби, гуртки тощо), відкриває широкі можливості для розвитку професійних компетентностей педагогів, зокрема у сфері робототехніки. Особливо актуальним є використання в неформальній освіті доступних і водночас функціональних інструментів, таких як Arduino і TinkerCad, що дозволяють розвивати інженерне мислення, навички програмування, інтегрувати знання з різних предметів у єдиний освітній простір. Проте аналіз сучасного стану підготовки вчителів інформатики засвідчив недостатню розробленість методичних підходів до навчання робототехніці саме в умовах неформальної освіти, а також фрагментарність практичних матеріалів, відсутність системності у формуванні відповідної компетентності.

Особливої актуальності дослідження набуває в контексті реалізації стратегій цифрової трансформації освіти, зокрема Концепції "Нова українська школа",

Концепції розвитку цифрових компетентностей громадян та рекомендацій ЮНЕСКО щодо рамки ІКТ компетентності вчителя. У таких умовах зростає роль учителя як фасилітатора інновацій, здатного самостійно конструювати освітній контент, адаптувати навчальні матеріали до рівня знань учнів і створювати умови для дослідницької діяльності.

Розвиток компетентності з робототехніки дозволяє вчителям інформатики не лише засвоювати нові технології, а й ефективно адаптувати їх до потреб різних вікових груп учнів, з урахуванням когнітивних, психологічних і соціальних особливостей. Наявність сформованої компетентності сприяє міжпредметній інтеграції, зокрема реалізації елементів STEM-освіти на уроках інформатики, фізики, математики, трудового навчання. Також це забезпечує умови для формування в учнів навичок системного мислення, роботи в команді, креативного вирішення технічних завдань — навичок, які є ключовими у XXI столітті.

Необхідність дослідження та науково-методичного опрацювання проблеми розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти зумовила низка виявлених суперечностей, що виникли у сучасному освітньому середовищі, а саме:

- між потребою впровадження технологій робототехніки в освітній процес і браком методик, орієнтованих на неформальну освіту;
- між стрімким розвитком цифрових технологій та низьким рівнем їх інтеграції у процес підготовки вчителів інформатики;
- між високим попитом на практичні курси з робототехніки та обмеженістю існуючих освітніх програм і моделей неформальної освіти, що здатні забезпечити ефективне їх засвоєння.

Мета дисертаційного дослідження полягає в обґрунтуванні й розробленні методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти та експериментальній перевірці її ефективності. Для досягнення мети було здійснено виконання таких завдань:

- здійснено аналіз вітчизняного й зарубіжного досвіду впровадження платформи Arduino у підготовку педагогів;
- уточнено поняттєвий апарат дослідження;
- обґрунтовано модель використання платформи Arduino як засобу розвитку цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти;
- розроблено методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти та експериментальним шляхом перевірено її ефективність.

Запропонований підхід ґрунтується на принципах відкритої освіти, проєктно-орієнтованого навчання, персоналізації, розвитку професійної автономії педагога, інтеграції елементів STEM і компетентнісного підходу. У процесі реалізації методики особлива увага приділялася:

- створенню умов для рефлексії, критичного мислення;
- проєктуванню індивідуальних освітніх траєкторій;
- розвитку навичок застосування отриманих знань у реальному освітньому середовищі;
- формуванню культури використання цифрових інструментів в освіті.

З урахуванням особливостей цільової аудиторії (педагогів, що працюють у школах з різним технічним забезпеченням, рівнем готовності, мотивації), розроблено методику, що передбачає поетапне опанування знань і вмінь, орієнтацію на практичні завдання, використання модульного та змішаного підходу, поєднання індивідуального й групового навчання. Її впровадження сприяє не лише професійному зростанню вчителів, а й популяризації робототехніки серед учнів і педагогів, формуванню мотивації до інноваційної діяльності в освітньому середовищі. Поряд із цим, підвищується здатність вчителя до організації міждисциплінарного навчання, що є необхідною умовою реалізації наскрізних змістових ліній і формування ключових компетентностей у Новій українській школі.

У процесі педагогічного експерименту перевірено ефективність методики, зокрема її вплив на зростання рівня цифрової компетентності з робототехніки. Експеримент проводився в межах неформального підвищення кваліфікації з використанням різних форматів: вебінарів, онлайн-тренінгів, практикумів, індивідуальних консультацій, а також організації професійних спільнот у соціальних мережах. Учасники мали можливість пройти повний цикл навчання — від базового ознайомлення з можливостями Arduino до створення авторського проєкту із застосуванням фізичних або віртуальних моделей, що забезпечило глибоке практичне засвоєння матеріалу.

Наукова новизна і теоретичне значення дослідження

Уперше:

теоретично обґрунтовано та розроблено модель використання платформи Arduino як засобу розвитку цифрових компетентностей з робототехніки учителів інформатики в умовах неформальної освіти;

обґрунтовано критерії, показники і рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики.

Уточнено:

поняття цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики;

методичні підходи до використання платформ Arduino і TinkerCad у неформальній освіті педагогів.

Дістали подальшого розвитку:

теорія та методика застосування апаратних і програмних засобів робототехніки для інформатизації неформальної освіти вчителів інформатики.

Практичне значення отриманих результатів дослідження:

розроблено та експериментально перевірено методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти; розроблено: практичний посібник «Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання

та програмування в TinkerCad»; розділ навчально методичного посібника: «Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів».

Достовірність отриманих результатів. Перевірка отриманих результатів методами математичної статистики підтвердила ефективність методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

Запропоновані результати можуть бути використані в діяльності центрів професійного розвитку педагогів, установ післядипломної освіти, STEM-центрів, закладів вищої освіти для вдосконалення системи підвищення кваліфікації вчителів інформатики відповідно до сучасних освітніх і технологічних викликів.

Розроблена методика:

- може бути використана в системі післядипломної педагогічної освіти;
- адаптована для роботи в STEM-таборах, освітніх хабах, інженерних студіях, цифрових лабораторіях;
- сприяє популяризації робототехніки серед педагогів та учнів;
- формує мотивацію до інноваційної діяльності;
- має високий потенціал масштабування й адаптації під регіональні потреби.

Ключові слова: робототехніка, цифрові освітні ресурси, цифрова компетентність, неформальна освіта, вчителі інформатики, STEM-освіта, розвиток учителя.

ABSTRACT

Kramar S.S. Methodology for Developing Informatics Teachers' Competence in Robotics in the Context of non-Formal Education. – Qualification scientific work as a manuscript.

The dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 011 – Educational and Pedagogical Sciences, within the educational and scientific program "Information and Communication Technologies in Education." – Institute for

Digitalisation of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine.
– Kyiv, 2025.

The relevance of the study is due to the growing need to modernize the process of teacher training in modern conditions of digitalization of education, the rapid development of engineering and technical innovations and the growth of society's demand for highly qualified ICT competent specialists. Particularly important in this context is the issue of quality training of teachers of computer science, able not only to navigate in new technologies, but also to introduce them into the learning process, ensuring the development of key competencies of students.

Non-formal education, due to its flexibility, practical orientation and a variety of forms of organization (online courses, trainings, project schools, clubs, circles, etc.), opens up wide opportunities for the development of professional competencies of teachers, in particular in the field of robotics. Especially relevant is the use in informal education of accessible and at the same time functional tools such as Arduino and TinkerCad, which allow to develop engineering thinking, programming skills, integrate knowledge on various subjects into a single educational space. However, the analysis of the current state of training of computer science teachers testifies to the insufficient development of methodological approaches to teaching robotics precisely in the conditions of non-formal education, as well as the fragmentation of practical materials, the lack of consistency in the formation of appropriate competence.

The study acquires particular relevance in the context of the implementation of strategies for the digital transformation of education, in particular the Concept "New Ukrainian School," the Concept for the Development of Digital Competencies of Citizens and UNESCO recommendations on the ICT framework for teacher competence. In such conditions, the role of the teacher as a facilitator of innovation, able to independently design educational content, adapt educational materials to the level of knowledge of students and create conditions for research activities, is growing.

The development of competence in robotics allows computer science teachers not only to learn new technologies, but also to effectively adapt them to the needs of different age groups of students, taking into account cognitive, psychological and social characteristics. The presence of the established competence contributes to interdisciplinary integration, in particular the implementation of STEM education elements in the lessons of computer science, physics, mathematics, and labor training. It also provides conditions for students to develop skills of system thinking, teamwork, creative solution of technical problems - skills that are key in the 21st century.

The need for research and scientific and methodological study of the problem of developing competence in robotics of computer science teachers in non-formal education is due to a number of contradictions that arise in the modern educational environment, namely:

- between the need to introduce robotics technologies into the educational process and the lack of methods focused on non-formal education;
- between the rapid development of digital technologies and the low level of their integration into the process of training computer science teachers;
- between the high demand for practical courses in robotics and the limitations of existing educational programs and models of non-formal education that can ensure their effective assimilation.

The purpose of the dissertation research is to substantiate and develop a methodology for the development of competence in robotics of computer science teachers in the conditions of non-formal education and experimental verification of its effectiveness. To achieve the goal, the following was carried out:

- analysis of domestic and foreign experience in the implementation of the Arduino platform in the training of teachers;
- clarification of the conceptual-categorical apparatus;
- development of a structural and functional model of using Arduino as a means of developing the digital competence of teachers in non-formal education;

- developed a methodology for the development of competence in robotics of computer science teachers in non-formal education and experimentally tested its effectiveness.

The proposed approach is based on the principles of open education, project-oriented learning, personalization, development of professional autonomy of the teacher, integration of STEM elements and competence approach. During the implementation of the methodology, special attention is paid to:

- creating conditions for reflection, critical thinking;
- Designing individual educational trajectories;
- development of skills of application of acquired knowledge in real educational environment;
- forming a culture of using digital tools in education.

Taking into account the characteristics of the target audience (teachers working in schools with different technical support, level of readiness, motivation), a methodology has been developed that involves the gradual mastering of knowledge and skills, orientation to practical tasks, the use of a modular and mixed approach, the combination of individual and group training. Its implementation contributes not only to the professional growth of teachers, but also to the popularization of robotics among students and teachers, the formation of motivation for innovation in the educational environment. Along with this, the teacher's ability to organize interdisciplinary training increases, which is a necessary condition for the implementation of cross-cutting content lines and the formation of key competencies in the New Ukrainian School.

The effectiveness of the methodology was tested through an experiment, which demonstrated its positive impact on the growth of teachers' digital competence. The experiment was conducted as part of non-formal teacher professional development using such formats as webinars, workshops, training sessions, individual consultations, and communities of practice on social media. Participants had the opportunity to undergo a full cycle of training - from a basic acquaintance with the capabilities of Arduino to the

creation of an author's project using physical or virtual models, which provided a deep practical assimilation of the material.

Scientific novelty and theoretical significance of the study

For the first time:

theoretically substantiated and developed a model for using the Arduino platform as a means of developing digital competencies in robotics of computer science teachers in non-formal education;

criteria, indicators and levels of formation of digital competence in robotics of computer science teachers are substantiated.

In the course of the study the next statements were clarified:

the concept of digital competence in robotics of a computer science teacher;

the methodological approaches to the use of Arduino and TinkerCad platforms in non-formal education of teachers.

Got further development:

theory and methodology of application of robotics hardware and software for informatization of informal education of computer science teachers.

Practical significance of the obtained study results:

developed and experimentally tested the methodology for the development of competence in robotics of computer science teachers in non-formal education; developed: practical manual "Arduino for computer science teacher: Virtual modeling and programming in TinkerCad"; section of the teaching aid: "Arduino software and hardware complex as a means of scientific education of teachers."

Reliability of the obtained results.

The statistical verification of the results confirmed the effectiveness of the proposed methodology for developing informatics teachers' competence in robotics in the context of non-formal education.

The proposed results can be used in the activities of centers of professional development of teachers, institutions of postgraduate education, STEM centers,

institutions of higher education to improve the system of advanced training of computer science teachers in accordance with modern educational and technological challenges.

Developed method:

- can be used in the system of postgraduate pedagogical education;
- adapted to work in STEM camps, educational hubs, engineering studios, digital laboratories;
- promotes the popularization of robotics among teachers and students;
- forms motivation for innovation;
- has a high potential for scaling and adaptation to regional needs.

Keywords: robotics, digital educational resources, digital competence, non-formal education, computer science teachers, STEM education, teacher development.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті в наукових фахових виданнях України, зокрема ті, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Крамар С. С. Програмно-апаратний комплекс ARDUINO як засіб неформальної освіти вчителів // Перспективи та інновації науки (Серія : «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). 2024. № 11(45). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11\(45\)-492-500](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-492-500)
2. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні особливості використання ARDUINO на платформі TINKERCAD у середовищі неформальної освіти вчителів // Фізико-математична освіта. 2024. Том 39, № 5. С. 27–33. DOI: [10.31110/fmo2024.v39i5-04](https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i5-04)
3. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні підходи до використання ARDUINO у процесі неформальної освіти вчителів // Інноваційна педагогіка. 2024. № 77. С. 264-268. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/77.53>
4. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Модель використання ARDUINO для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, №218. С. 139-143. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-218>

*Статті в інших виданнях, матеріали конференцій
щодо апробації результатів:*

5. Крамар С. С. Вплив застосування імерсійних технологій на результати навчальної діяльності в неформальній освіті вчителів інформатики // Імерсивні технології в освіті : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 квітня 2024 р. / за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. С.111-115. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742688/1/>

6. Крамар С. С. Важливість формування цифрової компетентності вчителів у використанні програмно-апаратного комплексу ARDUINO// Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (Пошук рішень в період війни) : зб .матеріалів всеукр.наук.-практ. семінару (Київ, 21 березня 2023 р.) / за заг.ред. О.В. Овчарук. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735075/>

7. Крамар С.С. Сучасний стан використання програмно-апаратного комплексу Arduino в освіті вчителів // Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ . ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна. С. 106-107. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733433>

8. Крамар С.С. Хмаро орієнтовані підходи до використання апаратно-програмного комплексу ARDUINO у неформальній освіті вчителів. Інститут цифровізації освіти, НАПН України. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану» : збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2023. С. 119-120. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735053/>

9. Крамар С.С. Методика розвитку компетентності з роботехніки вчителів інформатики за допомогою хмаро орієнтованої системи Tinkercad в неформальній освіті // Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України: збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2024. С. 114-115. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740554/>

Посібники

10. Крамар С.С. Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів // Використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної і післядипломної освіти: метод. посіб. / Бруйка А.В., Коваленко В.В., Крамар С.С., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г.,

Сухіх А.С., Шишкіна М.П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 144 с.

11. Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad: практ. посіб. / Крамар С.С., Київ : ІЦО НАПН України, 2025. 71 с.

ЗМІСТ

ВСТУП

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

16

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ РОБОТОТЕХНІКИ В УМОВАХ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

1.1. Використання систем робототехніки для підвищення цифрової компетентності вчителя інформатиків у умовах неформальної освіти як педагогічна проблема

1.2. Освітній потенціал використання Arduino та Tinkercad для підвищення кваліфікації вчителів

1.3. Методичні підходи до впровадження Arduino у неформальну освіту вчителів

1.4. Модель використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти

Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ ІІ. КОМПОНЕНТИ МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ КОМПЕТЕНТНОСТІ З РОБОТЕХНІКИ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В УМОВАХ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

2.1. Загальна методика дослідження

2.2. Основні компоненти методики

2.2.1. Елементи змісту методики

2.2.2. Реалізація методики

2.2.3. Особливості налаштування середовища

2.2.4. Основні інструменти середовища

2.2.5. Приклади рекомендованих вправ

2.2.6. Створення навчальних STEM-проектів

2.3. Додаткові методичні матеріали для вчителя

Висновки до розділу 2

РОЗДІЛ ІІІ. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Розроблення методики проведення експерименту

3.2. Перевірка ефективності методики

Висновки до розділу 3

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ЗЗСО	заклад(и) загальної середньої освіти
ІКТ	інформаційно-комунікаційні технології
МОН України	Міністерство освіти і науки України
НАПН України	Національна академія педагогічних наук України
НУШ	Нова українська школа
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics

ВСТУП

У сучасних кризових умовах цифрова трансформація освіти стає не лише трендом, а й критичною необхідністю. Стрімкий розвиток цифрових технологій, зміни у форматі навчання через пандемію COVID-19, а з 2022 року — воєнний стан в Україні, спричинили необхідність переосмислення підходів до підготовки педагогів, зокрема вчителів інформатики. Втрата доступу до якісної освіти через руйнування інфраструктури, вимушене переміщення, обмежена комунікація та порушення освітнього процесу актуалізували потребу в нових формах навчання педагогів, зокрема через неформальну освіту.

Однією з ключових і водночас перспективних сфер сучасної підготовки майбутніх і діючих учителів інформатики виступає робототехніка, що розглядається як важливий компонент інтегрованої STEM-освіти. Вона не лише сприяє формуванню інженерного стилю мислення й розвитку цифрової компетентності, а й забезпечує набуття учнями й педагогами цінних навичок програмування, баз електроніки, конструювання та здійснення проєктної діяльності. Саме завдяки таким міждисциплінарним підходам освітній процес набуває нової якості, орієнтованої на практичне застосування знань і розвиток високорівневих когнітивних умінь.

Незважаючи на зростаючий інтерес до недорогих і водночас функціональних платформ на зразок Arduino, а також на їх широке використання в освітній практиці за кордоном, в Україні процес підготовки вчителів до використання систем робототехніки у професійній діяльності залишається фрагментарним. Такий процес часто не має системної підтримки, недостатньо інтегрований у формальні програми підвищення кваліфікації, і особливо в неформальну освіту. Це призводить до того, що чимало вчителів залишаються не готовими до впровадження робототехніки у свою професійну діяльність, навіть якщо мають загальне уявлення про її значення.

Особливої актуальності проблема набуває в умовах кризових ситуацій, зокрема під час пандемії COVID-19 та інших надзвичайних обставин, коли освітяни були змушені оперативно переходити до дистанційних форм навчання. Хоча вчителі довели свою здатність швидко адаптуватися до змін і почали активно використовувати цифрові інструменти для підтримки освітнього процесу, ці зусилля здебільшого не охоплювали робототехніку. Це пов'язано як з технологічними обмеженнями, так і з браком відповідного педагогічного досвіду. Разом із тим, досвід швидкої цифровізації освітніх процесів продемонстрував важливу роль неформальної освіти як гнучкого та ефективного інструменту реагування на нові виклики, підвищення рівня цифрової грамотності вчителів і впровадження педагогічних інновацій.

У контексті стрімкого розвитку цифрових технологій і появи нових викликів для системи освіти дедалі важливішим стає оновлення її змісту відповідно до вимог сучасної інформаційної епохи. Незважаючи на впровадження інтелектуальних систем, засобів автоматизації та елементів роботизації в різні сфери людської діяльності, рівень обізнаності школярів і навіть студентів закладів вищої освіти щодо цих технологій часто залишається на низькому рівні. Це уповільнює розвиток науково-технічного мислення та обмежує здатність здобувачів освіти застосовувати знання на практиці, що суперечить засадам компетентнісного підходу. Саме тому проблема підвищення рівня цифрової компетентності з робототехніки у вчителів набуває дедалі більшої актуальності.

Серед технічних засобів, які можуть суттєво модернізувати процес навчання інформатики, фізики та інших природничо-математичних дисциплін, особливе місце посідає платформа Arduino. У поєднанні з онлайн-середовищем моделювання електронних схем Tinkercad Circuits вона дає змогу реалізувати повноцінні практичні заняття, інтегруючи елементи електроніки, схемотехніки, алгоритмізації та програмування. Цей підхід сприяє наближенню навчального процесу до реальних

умов інженерної діяльності, що, своєю чергою, підвищує мотивацію учнів і забезпечує міцніше засвоєння знань.

Сучасне інформаційно-освітнє середовище поступово трансформується під впливом технологічного прогресу, формуючи нові моделі організації навчання. Ці моделі передбачають широке впровадження хмарних сервісів, апаратно-програмних засобів і технологій дистанційного керування, що дедалі частіше включають робототехніку як невід’ємний компонент освітньої інфраструктури. Вони виконують не лише роль інструментів підтримування процесів набування і опанування знань, а й сприяють запровадженню сучасних освітніх підходів, зокрема проєктного навчання, STEM-підходу, а також персоналізованих траєкторій професійного розвитку педагогів.

Питання налаштування інформаційно-комунікаційного середовища на реальні потреби користувачів — учителів і здобувачів освіти — стає центральним у контексті вдосконалення якості освіти. Йдеться про створення інклюзивних, зручних і функціональних рішень, що сприятимуть не лише підвищенню навчальних результатів, а й розвитку дослідницьких та командних навичок, необхідних у ХХІ столітті. Особливого значення в цьому контексті набуває впровадження хмаро орієнтованих сервісів для забезпечення рівного доступу до якісних освітніх ресурсів, їх оновлення в режимі реального часу та підтримки спільнот практики серед учителів.

Окрему роль відіграє неформальна освіта вчителів інформатики, що дає змогу реалізовувати моделі гнучкого навчання, зорієнтованого на потреби конкретного педагога. Саме в цьому контексті особливо ефективним є застосування платформи Arduino, що дозволяє глибше опанувати як апаратні, так і програмні складники цифрових технологій. Навчання, організоване у форматі онлайн-курсів, вебінарів, дистанційних консультацій і практичних завдань у середовищі Tinkercad, забезпечує формування ІКТ-компетентностей нового рівня, необхідних для успішної педагогічної діяльності в цифрову епоху.

Успішне впровадження подібних підходів потребує науково обґрунтованих методичних рішень, зокрема розробки і впровадження спеціальних сценаріїв навчання, що передбачають доцільне поєднання апаратно-програмних засобів з інноваційними педагогічними технологіями. Такий підхід сприяє підвищенню якості освіти, а також забезпечує педагогів практичним інструментарієм для реалізації сучасних освітніх програм у сфері STEM.

Особливої уваги заслуговує питання підвищення кваліфікації вже працюючих учителів. Для цього необхідно створювати цілісні програми професійного розвитку, які передбачають використання Arduino, хмарних сервісів і інструментів моделювання. Такий підхід не лише сприяє оновленню знань, а й мотивує педагогів до постійного самовдосконалення, розвитку цифрової та професійної компетентності. Інтеграція інноваційних технологій у повсякденну практику діяльності вчителя стає передумовою підвищення якості освітнього процесу загалом.

В умовах зростаючого попиту на навчальні програми з основ робототехніки для різних категорій педагогічних працівників виникає низка суперечностей. З одного боку, існує очевидна потреба у широкому впровадженні Arduino в освітній процес; з іншого — спостерігається брак якісних методичних матеріалів, адаптованих до потреб шкільної освіти й підготовки вчителів. У зв'язку з цим нагальною потребою є створення й поширення практико-орієнтованих навчально-методичних ресурсів, які допоможуть педагогам ефективно впроваджувати робототехніку в навчання та реалізовувати інноваційні підходи відповідно до вимог сучасної освіти.

Аналіз потреб педагогічної спільноти, результати анкетувань учителів інформатики та фахові обговорення демонструють об'єктивні суперечності між:

необхідністю впровадження сучасних STEM-технологій (зокрема робототехніки) у навчальний процес і браком методичних матеріалів для неформальної підготовки вчителів;

актуальними вимогами до цифрової компетентності вчителів інформатики і недостатньою інтеграцією практико-орієнтованого навчання у процес їх підготовки; високим попитом на практичні курси з робототехніки та обмеженістю існуючих освітніх програм і моделей неформальної освіти, що здатні забезпечити ефективне їх засвоєння.

Незважаючи на існування окремих досліджень, які стосуються цифрової трансформації освіти, питання розвитку компетентності вчителів інформатики з робототехніки через неформальну освіту залишаються відкритими. Недостатня теоретична база, відсутність апробованих методик, обмежений доступ до якісного навчального контенту та інструментів обмежують впровадження робототехніки в шкільну практику.

Упродовж останнього десятиліття цифрова трансформація стала одним із ключових векторів розвитку освітніх систем у всьому світі. Стратегічні документи Європейського Союзу, такі як Digital Education Action Plan 2021–2027 та Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning (2018), визначають розвиток цифрових компетентностей громадян, зокрема педагогів, як пріоритетну мету для досягнення інклюзивної, якісної та інноваційної освіти. У цьому контексті широко впроваджуються рамки цифрових компетентностей, серед яких: DigComp 2.1 (Stephanie, Riina, & Yves, 2017) та її оновлена версія DigComp 2.2 (2022), що описують 5 основних галузей цифрової компетентності громадян; DigCompEdu (2017), яка є спеціалізованою рамкою для освітян, де підкреслюється важливість інтеграції цифрових технологій у педагогічну практику, зокрема з метою персоналізації навчання та створення інклюзивного цифрового середовища. Також важливою є концепція ЮНЕСКО "ICT Competency Framework for Teachers" (2022), що акцентує роль учителя як дизайнера цифрового освітнього середовища та медіатора в умовах нової цифрової епохи.

Україна активно імплементує зазначені міжнародні підходи у власну нормативну базу. Зокрема, Концепція розвитку цифрових компетентностей

громадян (затверджена розпорядженням КМУ № 167-р від 03.03.2021), а також План заходів щодо реалізації Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року (затверджений наказом МОН № 831 від 19.07.2022), визначають пріоритетом створення цифрового освітнього середовища та розвиток компетентностей педагогічних працівників. На додачу, Постанова Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. Використання платформи Arduino, освітньої робототехніки та STEM-технологій у навчальному процесі дедалі активніше розглядається в контексті підготовки майбутніх педагогів і модернізації шкільної освіти.

Питання розвитку цифрової компетентності педагогів розглядалося у працях українських та закордонних науковців. Зокрема, В. Биков [4], [5], [6], [7], Н. Морзе [160], [161], [162], [60], [61], О. Мосіюк, Я. Сікора [166], О. Спірін [88], [89], [90], [91], [92], О. Усата та інші досліджували теоретичні та практичні аспекти підготовки вчителів до використання цифрових технологій в освіті. Закордонні дослідники, такі як S. Eryilmaz, G. Deniz [132], M. Turac-Yupanqui [191], F. Pereira [191], C. Vidal-Silva [191], L. Pavesi-Farriol [191], A. S. Ortiz [191], J. Cardenas-Cobo [191], E. Krelja-Kurelovic [149], P. Pandey [174] наголошують на важливості практичного навчання вчителів у сфері робототехніки, особливо в умовах неформальної освіти.

Зокрема, О. М. Кривонос [46], Є. В. Кузьменко [46] та С. В. Кузьменко [46] у своїх публікаціях акцентують увагу на перспективах впровадження плати Arduino Nano 3.0 у шкільному курсі інформатики як інструмента розвитку технічного мислення учнів та засобу підтримки STEM-орієнтованого навчання. О. Барна [163, 164] та Н. Морзе [163, 164] у своїх спільних дослідженнях розглядають важливість навчання учителів початкової школи обчислювальному мисленню через використання інструментів STEM, зокрема робототехніки на основі Arduino. Аналогічну позицію відображено у працях М. І. Шерман, Я. Б. Самчинської та Н. І. Кужелюк [106], які представили досвід проєктування веб-ресурсу для вивчення

платформи Arduino інженерами-програмістами на рівні магістерської освіти. Практичні аспекти інтеграції Arduino в освітній процес також висвітлює І. Цаплан, який обґрунтовує можливості створення навчально-методичного комплексу «Основи програмування на базі датчиків Arduino» у системі підготовки фахівців комп'ютерної інженерії [104].

Тематично споріднені дослідження стосуються впровадження освітньої робототехніки в контексті STEM-освіти. Так, Н. В. Морзе, О. В. Струтинська та М. А. Умрик у спільній публікації [60] підкреслюють перспективність робототехніки як інструмента формування предметних і ключових компетентностей учнів [60]. У цьому ж контексті варто згадати й дослідження Р. Х. Березнюка, Л. П. Голубєва та співавторів, які описують переваги використання онлайн-середовища Tinkercad Circuits для моделювання мікропроцесорних систем на уроках інформатики та в технічних університетах [3].

Питання розвитку професійної компетентності вчителя інформатики, зокрема цифрової, є предметом досліджень О. М. Спіріна [88], О. В. Овчарук [67], О. О. Гриценчук [21], І. В. Іванюк [21], О. Є. Кравчини [21] та інших науковців Інституту цифровізації освіти НАПН України. У їхніх роботах обґрунтовано підходи до формування ІК-компетентності педагогів, визначено структуру цифрової компетентності та критерії її оцінювання в умовах сучасного освітнього середовища.

Значний внесок у розробку теоретико-методичних засад цифровізації освіти зроблено також О. П. Пінчук, яка досліджує міжпредметну інтеграцію цифрових інструментів і розвиток професійних компетентностей педагогів в умовах цифрового освітнього середовища [77]. М. П. Шишкіна у своїх працях формулює концептуальні основи хмаро орієнтованого середовища відкритої освіти й цифрової трансформації освіти [108]. М. В. Мар'єнко розглядає проектування хмаро орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних

дисциплін як необхідну умову підготовки педагогів до роботи в сучасних наукових ліцях [13, 58].

Особливу увагу в контексті цифрової трансформації освіти та підготовки вчителів до роботи з новими інструментами приділяє також С. Г. Литвинова, яка обґрунтовує підходи до створення та впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища, здатного підтримувати професійний розвиток учителів у формальній і неформальній освіті [52, 53, 54].

Таким чином, у сучасній українській педагогічній науці чітко окреслюються напрями досліджень, пов'язані з використанням Arduino, робототехніки, STEM та цифрових технологій для розвитку компетентностей педагогів, зокрема вчителів інформатики, а також з модернізацією освітнього середовища відповідно до вимог цифрової доби.

Вітчизняні і зарубіжні вчені досліджували з системної точки зору різні навчально-методичні комплекси, в тому числі і системи керування робототехнікою [1]. Різним аспектам використання Arduino в освітньому процесі присвячені роботи останніх років. Зокрема, у статті [106] автори описують створення веб-ресурсів для інженерів-програмістів, які вивчають Arduino на рівні магістерської освіти. Веб-ресурси допомагають студентам отримати знання з основ електроніки та програмування, необхідних для роботи з платформою Arduino. У статті [46] обговорюється апаратна складова платформи Arduino Nano 3.0, її технічні характеристики, а також можливості для навчальної діяльності в середніх школах. Платформа Arduino розглядається як інструмент для розвитку цифрової компетентності учнів завдяки доступності та простоті у використанні.

В умовах інформаційного суспільства надзвичайно важливо формувати в педагогів не лише технічні знання та ІКТ-компетентності, але й навички практичного використання інструментів, які сприятимуть креативному підходу та міждисциплінарному зв'язку. Сучасний освітній простір потребує фахівців, здатних інтегрувати цифрові технології в навчальний процес таким чином, щоб вони не

лише підвищували ефективність викладання, а й мотивували учнів до самостійного дослідження, експериментування та розв'язання реальних завдань. У зв'язку з цим виникає проблема пошуку ефективних методик навчання, що дозволять повноцінно використовувати програмно-апаратний комплекс Arduino у професійній підготовці вчителів, зокрема через неформальні форми освіти, які забезпечують більшу гнучкість і варіативність змісту. Окрему увагу слід приділити розробці дидактичних підходів, що враховують різні стилі навчання та рівень цифрової грамотності педагогів. Крім того, інтерес викликають питання використання Arduino у розвитку ключових компетентностей, таких як розуміння наукових процесів, критичне мислення, розвиток технічних та творчих навичок, вміння працювати в команді, вирішувати проблеми, а також забезпечення доступності освіти для всіх учнів, включно з тими, хто має особливі освітні потреби або проживає в віддалених регіонах. Таким чином, Arduino може виступати не лише технічним інструментом, а й засобом досягнення цілей сталого розвитку в освіті.

У світлі цих змін надзвичайно актуальним є запровадження нових, гнучких форматів професійного розвитку педагогів, які відповідають викликам сучасності: курси, онлайн-воркшопи, майстер-класи з використанням цифрових інструментів та робототехніки. Особливої ваги це набуває в умовах воєнного стану, коли освітній процес змушений адаптуватися до дистанційного або змішаного формату, обмеженого доступу до ресурсів і постійно змінюваного контексту. Саме тому розвиток компетентностей учителя з робототехніки як складової цифрової компетентності — не лише технічне вдосконалення, а й стратегічно важливий крок до забезпечення якості освіти та сталості освітнього процесу в кризових умовах.

Педагоги мають потребу у цілісній методиці навчання робототехніці з урахуванням умов неформального навчання, яка охоплює не лише технічну сторону, а й педагогічні аспекти впровадження, моделювання навчального середовища, формування мотивації учнів. Така методика має спиратися на сучасні дидактичні принципи, бути технологічно доступною, гнучкою для масштабування та адаптації.

Отже, проблема дослідження полягає у розробленні й обґрунтуванні методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти, яка б відповідала сучасним освітнім викликам і сприяла ефективному впровадженню STEM-компонентів у навчальний процес.

Об'єкт дослідження — процес розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

Предмет дослідження — методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

Мета дослідження — обґрунтувати і розробити методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти та експериментально перевірити її ефективність.

Завдання дослідження:

обґрунтувати поняттєвий апарат дослідження щодо компетентності з робототехніки;

визначити критерії, показники та сформованості компетентності з робототехніки у вчителів інформатики;

обґрунтувати модель використання Arduino як засобу розвитку цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти;

розробити методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти і експериментальним шляхом перевірити її ефективність.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. У дисертації наведено результати досліджень, одержаних під час виконання наукових тем Інституту цифровізації освіти НАПН України «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» (ДР 0121U107673, 2021-2023рр.), ««Проектування і використання відкритого освітнього середовища з

елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів»» (ДР 0124U000671, 2024-2025 рр.)

Тему дисертаційної роботи було затверджено на вченій раді Інституту цифровізації освіти НАПН України 30 жовтня 2023 р. (протокол № 14)

Методи дослідження. Для вирішення визначених завдань у дослідженні використано теоретичні, емпіричні та статистичні методи дослідження. Зокрема: проведено аналіз психолого-педагогічних теорій та концепцій, що належать до предмету дослідження, виконано порівняльний аналіз вітчизняних та міжнародних підходів до організації дистанційного навчання та проведення наукових досліджень з використанням сервісів хмарних обчислень, здійснено проєктування й моделювання середовища навчання вчителя інформатики в умовах неформальної освіти. Також були виконані систематизація й узагальнення *теоретичних* та експериментальних даних. Для підтвердження отриманих теоретичних висновків і отримання результатів було виконано *емпіричні* дослідження. Зокрема, було проведено експериментальне дослідження запровадження методики використання апаратно програмного комплексу Arduino для підвищення цифрової компетентності вчителя інформатики.

Для перевірки отриманих результатів дослідження було використано анкетування вчителів. Статистичний аналіз даних дав можливість підтвердити достовірність отриманих результатів та основну гіпотезу дослідження.

Наукова новизна і теоретичне значення дослідження

Уперше:

теоретично обґрунтовано та розроблено модель використання платформи Arduino як засобу розвитку цифрових компетентностей з робототехніки учителів інформатики в умовах неформальної освіти;

обґрунтовано критерії, показники і рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики.

Уточнено:

поняття цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики, під яким розуміємо його здатність проєктувати і використовувати в освітньому процесі робототехнічні системи та технології, а також адаптовувати ці технології під вікові особливості учнів та освітні цілі, спираючись на знання апаратних і програмних складників робототехнічних систем, вміння і навички їх використання, набуті як інтегрований результат професійної підготовки;

методичні підходи до використання платформ Arduino і TinkerCad у неформальній освіті педагогів, до яких віднесено проєктно-орієнтоване навчання, дослідницький підхід, інтеграцію STEM-компонентів, використання інтерактивних форм (воркшопів, хакатонів), гейміфікацію освітнього процесу та роботу з готовими освітніми наборами.

Дістали подальшого розвитку:

теорія та методика застосування апаратних і програмних засобів робототехніки для інформатизації неформальної освіти вчителів інформатики.

Практичне значення отриманих результатів дослідження:

розроблено та експериментально перевірено методику розвитку компетентності з роботехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти; розроблено: практичний посібник «Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad»; розділ навчально методичного посібника: «Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів».

Запропоновані результати можуть бути використані в діяльності центрів професійного розвитку педагогів, установ післядипломної освіти, STEM-центрів, закладів вищої освіти для вдосконалення системи підвищення кваліфікації вчителів інформатики відповідно до сучасних освітніх і технологічних викликів.

Дослідження здійснювалося упродовж 2020–2024 років і проводилося в три етапи.

На першому етапі дослідження (2020–2021 рр.) було визначено мету, об’єкт, предмет та завдання дослідження, сформульовано гіпотезу, окреслено методологічну та теоретичну базу. Проведено аналіз наукової літератури з проблем цифрової компетентності, STEM-освіти, неформального навчання та впровадження робототехніки в педагогічну практику. Досліджено сучасний стан підготовки вчителів інформатики до використання платформ Arduino і TinkerCad. Розроблено програму експериментального дослідження, обрано базу проведення експерименту, визначено методи збору та аналізу емпіричних даних, критерії та показники ефективності методики.

На другому етапі (2021–2022 рр.) було обґрунтовано та створено модель формування компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти. Розроблено критерії та показники сформованості цифрової компетентності у сфері робототехніки, модель використання платформи Arduino в освітньому процесі неформального навчання педагогів. Визначено дидактичні умови та особливості впровадження робототехнічного навчання у системі підвищення кваліфікації вчителів інформатики. Розроблено авторську методику, що поєднує використання апаратних засобів Arduino та віртуального середовища TinkerCad, підготовлено методичні матеріали для проведення практичних занять, тренінгів, консультацій. Реалізовано пілотний регіональний освітній проєкт із впровадження методики в межах неформальної освіти педагогів.

На третьому етапі (2022–2024 рр.) проведено експериментальну перевірку ефективності розробленої методики розвитку компетентності з робототехніки у вчителів інформатики. Проаналізовано отримані результати, здійснено їх кількісну та якісну оцінку із застосуванням методів математичної статистики. Сформульовано висновки та практичні рекомендації щодо організації неформального навчання педагогів з робототехніки, окреслено напрями подальшого вдосконалення авторської методики та можливості її масштабування. Результати дослідження були

представлені на науково-практичних семінарах, конференціях і методичних заходах обласного, всеукраїнського та міжнародного рівнів.

Результати дослідження впроваджено в педагогічну практику, що підтверджується довідками: Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 01-04/342 від 18.04.2025 р.); Дніпровського наукового ліцею інформаційних технологій Дніпровської міської ради (довідка № 01/326 від 24.12.2024 р.), Інституту цифровізації освіти НАПН України (довідка № 107/1 від 9.05.2025 р.); (Додаток В).

У наукових працях, опублікованих у співавторстві, автору належать: опис компонентів методики використання Arduino на платформі Tinkercad [35]; добір методичних підходів до використання Arduino у процесі неформальної освіти вчителів [36]; опис компонентів моделі використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти [37].

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні та практичні результати, концептуальні положення й загальні висновки проведеного дослідження були представлені у вигляді доповідей на *міжнародних конференціях*: IV Міжнародна науково-практична конференція «Імерсивні технології в освіті», (Київ, 30 квітня 2024 р.); *всеукраїнських семінарах* ЩО НАПН України: Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (Пошук рішень в період війни), (Київ, 21 березня 2023 р.), «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті та наукових дослідженнях» (Київ, 2021-2024 рр.); Звітній науково-практичній конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України, (10 лютого 2022), Звітній науковій конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану», (Київ, 24 лютого 2023 року), звітній науковій конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану»

(Київ, 23 лютого 2024 року), Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Системи навчання і освіти в комп'ютерно орієнтованому середовищі» (Київ, 02 червня 2025 року).

Публікації. Основні результати дослідження відображено у 11 працях, серед них 4 статей у наукових фахових виданнях України, 5 тез доповідей у матеріалах конференцій, 1 посібник.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (193 найменування, з них 82 іноземною мовою), 5 додатків. Загальний обсяг дисертації – 320 сторінок, з них 213 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ І.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ РОБОТОТЕХНІКИ В УМОВАХ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Зростаючий попит на інтеграцію робототехніки в освітній процес актуалізує завдання формування відповідної цифрової компетентності педагогів, здатних ефективно застосовувати інструменти Arduino, TinkerCad Circuits та інші сучасні платформи. У цьому контексті особливого значення набуває неформальна освіта як гнучкий і доступний інструмент підвищення кваліфікації вчителів.

У першому розділі дисертаційного дослідження здійснено аналіз теоретичних засад використання систем робототехніки в умовах неформальної освіти вчителів інформатики. Уточнено понятійно-термінологічний апарат дослідження, зокрема такі ключові поняття, як «системи робототехніки», «цифрові компетентності вчителя інформатики», «неформальна освіта», «освітнє середовище», «платформи Arduino та TinkerCad» тощо. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід використання систем робототехніки в освіті, зокрема у процесі перепідготовки й підвищення кваліфікації педагогів. Увагу приділено сучасному стану науково-педагогічних досліджень щодо формування цифрової компетентності вчителів у сфері робототехніки, а також виявлено недостатньо вирішені аспекти проблеми.

1.1. Використання систем робототехніки для підвищення цифрової компетентності вчителя інформатики в умовах неформальної освіти як педагогічна проблема

Платформа Arduino має значний потенціал для навчання електроніки, програмування та розв'язання міждисциплінарних завдань. Вчитель, який володіє методиками використання цієї платформи, здатен зробити навчання більш захопливим і результативним, розвивати у школярів технічне мислення, креативність та навички командної роботи. Однак для цього потрібне системне

навчання, адже багато педагогів стикаються з труднощами в освоєнні принципів роботи Arduino через недостатній рівень підготовки у цій сфері [106, 47, 83].

Таким чином, забезпечення високої якості підготовки вчителів до використання Arduino та хмарних платформ, зокрема Tinkercad Circuits, є важливою умовою успішної цифрової трансформації освіти [113]. Це дозволить сформувати у педагогів належний рівень цифрової та ІКТ-компетентності, сприятиме їхній професійній самореалізації в умовах високотехнологічного суспільства і створить умови для інтеграції інноваційних освітніх підходів у повсякденну педагогічну практику [23].

Розвиток освіти в Україні в умовах цифрової трансформації суспільства супроводжується суттєвими змінами змісту, форм і методів підготовки педагогів. Однією з таких змін є інтеграція STEM-складових, зокрема робототехніки, у систему професійного розвитку вчителів інформатики. Попри зростання уваги до цифрових технологій, термінологічна база, пов'язана з розвитком компетентності з робототехніки в умовах неформальної освіти, ще потребує уточнення [71]. У цьому розділі проаналізовано ключові поняття, що стосуються теми дослідження: «робототехніка», «компетентність з робототехніки», «неформальна освіта», «методика навчання робототехніки», «платформа Arduino», «віртуальні симулятори» та інші.

Поняття «робототехніка» (англ. robotics) у педагогічному контексті зазвичай розглядається як галузь, що включає проєктування, програмування та використання робототехнічних систем у навчальному процесі. У широкому розумінні це сукупність методів, інструментів та технологій, що забезпечують створення автономних або напівавтономних технічних систем [114]. У межах шкільної інформатики робототехніка виступає інструментом розвитку критичного мислення, алгоритмічної культури, інженерної та цифрової компетентності учнів [154].

Для того, щоб з'ясувати зміст основних понять дослідження, серед яких таке як «цифрова компетентність з робототехніки вчителя інформатики», необхідно

звернутися перш за все до тлумачення змісту більш широких понять, таких, як «цифрова когмпетентність», «цифровізація освіти», «цифрове освітнє середовище», «цифрові освітні ресурси».

Слідом за В.Г. Кременем і В.Ю. Биковим будемо вважати, що освітнє середовище – це «підсистема педагогічної системи, – штучно і цілеспрямовано побудований у закладі освіти суттєвий оточуючий студента простір (що не включає самого студента), в якому здійснюється навчально-виховний процес та створені необхідні і достатні для його учасників умови щодо ефективного і безпечного досягнення цілей навчання і виховання» [45, с. 10]).

Основним складником і структурною одиницею змістового наповнення освітнього середовища є електронні освітні ресурси (ЕОР). Згідно означення, наведеного в [8, с. 3], «електронні освітні ресурси – це вид засобів освітньої діяльності (навчання та ін.), які існують в електронній формі, розміщуються і подаються в освітніх системах на запам'ятовуючих пристроях електронних даних, є сукупністю електронних інформаційних об'єктів (документів, документованих відомостей та інструкцій, інформаційних матеріалів, процесуальних моделей та ін.).

ЕОР: відображують змістовно-технологічні компоненти освітніх методичних систем, формують предметно-інформаційні складові освітнього середовища (закритого і відкритого), утворюють наповнення освітніх електронних інформаційних систем, призначені для різнобічного цілеспрямованого використання учасниками освітнього процесу з метою інформаційно-процесуальної підтримки навчальної, наукової та управлінської діяльності, інформаційного забезпечення функціонування та розвитку освітніх систем».

Електронні освітні ресурси стають найважливішим елементом змістового наповнення освітнього середовища разом з іншими цифровими засобами навчання перетворюючи його на цифрове освітнє середовище. Тобто йдеться про процес *цифровізації освітнього середовища*, який розумітимемо, слідом за авторами праці [57, с.7], як «насичення такого середовища цифровими пристроями, засобами,

системами та налагодження електронно комунікаційного обміну між ними, що фактично уможлиблює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний освітній простір.... Цифровізація освітнього середовища здійснюється з метою підвищення ефективності освітнього процесу, покращення доступу до знань та створення більш гнучкого і адаптивного середовища навчання».

Розглядаючи цифрову, інформаційно-комунікаційну та інформатичну компетентність вчителя, слідуємо за О.М. Спіріним у трактовці найсуттєвіших взаємозв'язків та змістових відмінностей у їх розумінні. Зокрема, як зазначено у [96, с.4], «Інформаційна компетентність – підтверджена здатність особистості використовувати інформаційні технології для гарантованого донесення та опанування інформації з метою задоволення власних індивідуальних потреб і суспільних вимог щодо формування загальних та професійно-спеціалізованих компетентностей людини. Зазначимо, що загальні компетентності часто називають ключовими або базовими, а професійно-спеціалізовані – предметними».

При цьому в тому ж джерелі зазначено, що «під інформатичною компетентністю пропонується розуміти підтверджену здатність особистості задовольнити власні індивідуальні потреби і суспільні вимоги щодо формування професійно-спеціалізованих компетентностей людини в галузі інформатики» [96, с.7].

Для того, щоб перейти від поняття «інформаційна компетентність» до поняття «інформаційно-комунікаційна компетентність», а також «цифрова компетентність», необхідно звернутись до поняття «інформаційно-комунікаційні технології», які також трактуємо згідно того ж джерела. Слідом за О.М. Спіріним розуміємо «інформаційно-комунікаційні технології як технології розробки інформатичних систем та побудови комунікаційних мереж, а також технології формалізації і розв'язування задач у певних предметних галузях з використанням таких систем і мереж» [96, с.7]. Узагальнюючи дане означення, варто зазначити, що у цифрову епоху, в якій наразі перебуває суспільство, інформаційно-комунікаційні технології

переважно і принципово набувають ознак цифрових технологій, тому можна поширити дане визначення на цифрові технології. Також термін «електронні освітні ресурси» нині часто вживаються поряд з терміном «цифрові освітні ресурси», що є в багатьох рисах синонімічним.

Спираючись на дані визначення перейдемо до ключового поняття дослідження. В даному контексті надамо наступне визначення.

Цифрову компетентність з робототехніки вчителя інформатики трактуємо як його здатність проєктувати і використовувати в освітньому процесі робототехнічні системи та технології, а також адаптовувати ці технології під вікові особливості учнів та освітні цілі, спираючись на знання апаратних і програмних складників робототехнічних систем, вміння і навички їх використання, набуті як інтегрований результат професійної підготовки.

Така компетентність поєднує елементи цифрової, інженерної та педагогічної компетентностей [46].

Arduino – відкрита апаратно-програмна платформа, що використовується для створення інтерактивних пристроїв. Завдяки доступності, простоті програмування та великій спільноті користувачів вона широко використовується в освітньому середовищі, зокрема для формування базових навичок робототехніки [119, 120].

TinkerCad Circuits – віртуальне середовище моделювання електроніки, яке дозволяє без використання фізичних пристроїв створювати, тестувати й програмувати проєкти на основі Arduino. Його інтеграція в неформальну освіту педагогів дозволяє ефективно опанувати принципи роботи з робототехнічними системами в умовах обмежених ресурсів.

Поняття «неформальна освіта» вживається у значенні цілеспрямованої освітньої діяльності, що відбувається поза межами формальної системи освіти. Згідно з українським законодавством, неформальна освіта визнається як засіб підвищення кваліфікації педагогічних працівників і може реалізовуватись через участь у тренінгах, онлайн-курсах, вебінарах, майстер-класах тощо. Її характерними

ознаками є добровільність, гнучкість у виборі змісту, форм і тривалості навчання, практична спрямованість і орієнтація на задоволення конкретних освітніх потреб [18, 50, 51, 52, 53, 54, 78, 30, 31, 84, 54].

Методика навчання робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти охоплює поєднання апаратно-програмного компонента (Arduino, сенсори, виконавчі пристрої), середовищ моделювання (TinkerCad, симулятори), а також дидактичну частину – цілі, засоби, принципи і форми навчання. Методика передбачає модульну структуру, індивідуалізацію траєкторій навчання, перевагу практико-орієнтованих завдань.

Уточнення поняттєво-термінологічного апарату створює необхідну основу для подальшого теоретичного моделювання й практичного впровадження методики розвитку компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти.

Огляд зарубіжних досліджень з методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти включає кілька основних напрямків.

1. Теоретичні підходи до навчання робототехніки

Значний внесок у розвиток методології навчання робототехніки зробили дослідники, що опираються на конструктивістську та конструкціоністську теорії. Зокрема, роботи С. Пейперта (Papert, 1987) та А. діСессі (diSessa, 2000) підкреслюють важливість робототехніки для розвитку технологічної грамотності, що є необхідною навичкою для громадян 21-го століття. Руск та ін. (Rusk et al., 2008) пропонують зміну підходу до викладання робототехніки, залучаючи міждисциплінарні методи, такі як мистецтво, розповідання історій та інтерактивні виставки, що сприяє залученню ширшої аудиторії студентів [116, 117, 156, 137, 138].

2. Роль неформальної освіти в навчанні робототехніки

Дослідження показують, що неформальна освіта сприяє ефективному розвитку компетентностей у сфері робототехніки. Наприклад, американська програма 4-H

Robotics розробила навчальний план, заснований на експериментальному навчанні К. Колба. Вона включає практичний досвід, рефлексію та застосування отриманих знань у нових ситуаціях. Такий підхід сприяє розвитку проблемного мислення та навичок самонавчання [116].

3. Робототехніка як засіб розвитку компетентностей

Робототехніка використовується не тільки для викладання програмування та механіки, а й для формування широкого спектра навичок. Дослідження свідчать, що освітня робототехніка (ER) позитивно впливає на розвиток критичного мислення, креативності, співпраці та комунікативних навичок. Вона також мотивує учнів до вивчення STEM-дисциплін і сприяє їх професійному самовизначенню (Eguchi, 2016; Nugent et al., 2016; Kandlhofer & Steinbauer, 2016) [130, 117].

4. Використання технологічних платформ

Популярними платформами для навчання робототехніки є LEGO Mindstorms та інші програмовані конструктори. Дослідження показують, що ці платформи сприяють розвитку алгоритмічного мислення та навичок проектування. Наприклад, програма 4-H Robotics використовує LEGO Mindstorms та RoBoLAB, які допомагають навчати як учнів, так і їхніх наставників [116].

5. Вплив освітньої робототехніки на навчання

Емпіричні дослідження показують, що навчальні програми з робототехніки мають позитивний вплив на навчання програмуванню, інженерії та STEM-дисциплінам загалом. Наприклад, дослідження Benitti (2017) та Sisman et al. (2024) демонструють, що учасники програм з робототехніки розвивають не лише технічні навички, але й ключові когнітивні та соціальні компетентності [119, 120, 186].

Огляд зарубіжних досліджень щодо методики розвитку компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти, зокрема через використання Arduino та TinkerCad, вказує на кілька ключових тенденцій:

1. Arduino та STEM-освіта

Дослідження показують, що використання Arduino активно впроваджується у STEM-освіту, включаючи підготовку вчителів. Бібліометричний аналіз на основі даних Scopus виявив, що більшість публікацій, пов'язаних із Arduino, стосується саме STEM-освіти (67,1%) [112]. Це підтверджує тенденцію до інтеграції платформ на основі мікроконтролерів у навчальні програми для розвитку цифрових компетентностей педагогів і студентів. Водночас досліджень, що детально розглядають Arduino у контексті підготовки саме вчителів інформатики, поки що недостатньо.

2. Методичні підходи до викладання робототехніки

Сучасні методики навчання робототехніки підкреслюють важливість практичного підходу, заснованого на “tinkering” (конструюванні шляхом проб і помилок). Це особливо актуально у випадку неформальної освіти, де педагогічні інструменти можуть бути більш гнучкими та адаптивними. Вчителі, які проходять навчання на основі таких платформ, як TinkerCad чи Arduino, засвоюють не лише технічні аспекти, а й методику активного навчання через експерименти. Це дослідження аналізує вплив навчання вчителів інформатики за допомогою платформи Arduino та TinkerCad. Автори зазначають, що використання цих інструментів сприяє розвитку цифрових навичок та STEM-компетентностей у педагогів. Вони також розглядають практичні кейси впровадження таких методик у неформальній освіті. [118].

3. Електронні освітні ресурси для дистанційного навчання

У зв'язку з пандемією COVID-19 значно зріс попит на онлайн-ресурси для вивчення робототехніки. Дослідження показують, що використання MOOC-курсів, відеоуроків, симуляційних середовищ (таких як TinkerCad) є ефективним для дистанційного навчання вчителів. Водночас існує виклик у створенні доступних та інтерактивних матеріалів, які дозволять педагогам швидко інтегрувати нові технології у навчальний процес [181, 182].

4. Використання робототехніки для розвитку соціальних і творчих навичок

Деякі дослідження розглядають вплив робототехнічних курсів на розвиток креативного мислення, соціальної взаємодії та вирішення проблем у вчителів і студентів. Зокрема, дослідження показують, що використання мобільних роботів на основі Arduino сприяє міждисциплінарному навчанню та розширенню педагогічних підходів у викладанні ІКТ та технічних дисциплін [119, 120].

Отже, запровадження спеціалізованої методики для вчителів інформатики через використання Arduino та TinkerCad може значно підвищити їхню цифрову компетентність у сфері робототехніки. Водночас актуальним залишається питання доступності навчальних матеріалів, методик дистанційного навчання та міждисциплінарного підходу у викладанні.

Глобальні виклики, пов'язані з пандемією COVID-19, кризою ресурсів, війнами та швидким розвитком цифрових технологій, суттєво вплинули на систему освіти. Особливо актуальним стало впровадження дистанційного й змішаного навчання, що потребує високого рівня цифрових та технологічних компетентностей педагогів. Серед пріоритетів – розвиток STEM-компетентностей, зокрема робототехніки, як необхідного компоненту сучасної освіти. Досвід закордонних країн і вітчизняні напрацювання стали джерелом методологічних орієнтирів для формування ефективної методики розвитку компетентностей учителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти.

В Україні, особливо в період карантинних обмежень і воєнного стану, дистанційна та неформальна освіта набула пріоритетного значення. У межах ініціатив МОН України активно впроваджуються цифрові платформи та ресурси, зокрема «Всеукраїнська школа онлайн», дистанційні курси для педагогів, вебінари, цифрові хаби. Регіональні ініціативи, наприклад, курси підвищення кваліфікації з основ STEM-освіти або Arduino-тренінги в межах обласних інститутів післядипломної педагогічної освіти, підтвердили ефективність формату неформального навчання. Досвід упровадження практикумів з робототехніки на базі інтернет-ресурсів, таких як TinkerCad Circuits та симулятори Arduino IDE, засвідчив

потребу у створенні системної методики для формування відповідних компетентностей. Активна роль у цьому процесі належить педагогам-наставникам, STEM-центрам і спільнотам практики в соціальних мережах.

У США для опанування навичок STEM широко застосовуються онлайн-платформи, такі як Coursera, edX, Code.org, а також спеціалізовані програми для педагогів, наприклад, NASA Robotics Alliance Project, які дозволяють учителям пройти навчання з робототехніки з використанням Arduino, LEGO Mindstorms, Raspberry Pi. Навчальні матеріали супроводжуються інтерактивними симуляціями, відеоуроками та онлайн-тестуванням. Значна увага приділяється підтримці професійного розвитку вчителів через відкриті ресурси, форуми, сертифіковані курси та методичні посібники [170].

Фінляндія пропонує приклад системного підходу до цифровізації освіти. Крім Moodle, Google Classrooms і Microsoft Teams, активно використовується платформа Ville для створення адаптивних завдань, автоматичного оцінювання й зворотного зв'язку. У межах розвитку цифрових компетентностей вчителів уряд фінансує тренінгові програми, присвячені цифровому педагогічному дизайну та використанню STEM-технологій у класі [147].

У Канаді й Австралії державні центри дистанційної освіти пропонують модульні курси для вчителів, включно з програмуванням, основами електроніки й робототехніки. В Австралії існує понад 3500 безкоштовних тренінгів із цифрових навичок. Центри, як-от Distance Education Centre Victoria, забезпечують доступ до мультимедійних навчальних матеріалів, консультаційних сервісів і сертифікованих програм [140].

У країнах ЄС, зокрема в Німеччині, Австрії, Нідерландах, впроваджуються хмаро орієнтовані освітні середовища для навчання педагогів. Університети пропонують мікрокурси з Arduino, курси підвищення кваліфікації з цифрових технологій, віртуальні лабораторії для роботи з робототехнікою. Наприклад,

платформи Open Roberta, Tinkercad, SimulIDE активно використовуються в рамках учительських програм [171].

Отже, вітчизняний і міжнародний досвід підтверджують актуальність розробки методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики з використанням цифрових інструментів, зокрема Arduino і TinkerCad, у форматі неформальної освіти. Синтез кращих практик і теоретичних основ дозволяє створити ефективну систему навчання, адаптовану до українського освітнього контексту.

У зарубіжній педагогічній науці активно розвиваються дослідження, що стосуються використання Arduino та інших робототехнічних засобів у формальних, неформальних та змішаних освітніх форматах. Значна увага приділяється проектному навчанню, формуванню обчислювального мислення, підвищенню STEM-компетентностей та методичній підготовці вчителів.

Найбільш активно ці питання вивчаються в США, Іспанії, Греції, Бразилії, Угорщині, Туреччині, Нігерії, Сербії та Чехії. Варто зазначити, що особливої популярності Arduino як інструмент здобуває в умовах STEM-та Maker-освіти.

Низка зарубіжних досліджень присвячені питанням розроблення світніх платформ і середовищ навчання на основі Arduino, створення інструментів, що забезпечують технічну й методичну базу для навчання [193, 133, 135].

У дослідженні [193] (Іспанія) розроблено освітнє середовище PyBoKids для навчання програмування на Python з використанням реальних та симульованих Arduino-роботів. Це підкреслює потенціал симуляцій як засобу неформального навчання та надає методичну базу для створення схожих середовищ у підготовці вчителів.

У роботі [133] (Іспанія) описано досвід використання Arduino у курсах програмування, що дозволяє студентам застосовувати абстрактні знання на практиці. Такий підхід є корисним у підготовці вчителів до викладання в умовах нової української школи.

Автори праці [135] (Угорщина) запропонували універсальну Arduino-платформу для викладання природничих наук, що може бути ефективно адаптовано до потреб вітчизняної освіти.

Ефективність програм неформального навчання вчителів (тренінги, курси, табори, воркшопи) демонструють, як неформальні формати сприяють підвищенню цифрових компетентностей педагогів [137, 138, 152, 170, 128].

У дослідженнях [137, 138] (Туреччина) автори аналізують думки вчителів, які пройшли підвищення кваліфікації з Arduino-асистованого робототехнічного кодування. Дослідження демонструє ефективність короткострокових програм неформальної освіти для розвитку цифрової компетентності вчителів.

Дослідження [152] (Бразилія) описує тренінги для вчителів з освітньої робототехніки (URA Workshops), підкреслюючи важливість спеціалізованих модулів у професійному розвитку педагогів.

У роботі [128] (Тайвань) демонструється ефективність Arduino-роботів у розвитку навичок та знань у рамках Maker-освіти. Дослідження ілюструє, як неформальні формати навчання сприяють набуттю складних компетентностей.

У дослідженні [170] (США) надано огляд результатів роботи STEM-таборів і гуртків із робототехніки. Це особливо цінне з огляду на моделі неформальної освіти для вчителів, які включають змагальні елементи.

Використанню Arduino у міждисциплінарному та предметному навчанні присвячено низку досліджень, що ілюструють застосування Arduino в різних галузях знань та підтверджують її універсальність як навчального засобу [177, 156, 135].

У роботі [156] (Греція) Arduino використовується для вивчення хімії в змішаному середовищі, що підтверджує міждисциплінарний потенціал платформи Arduino, особливо в STEM-контексті.

У роботі [156] (Бразилія) розглянуто конструктивістські стратегії навчання фізики за допомогою Arduino. Це підкреслює потенціал методичних підходів, що можуть бути інтегровані в програми неформального навчання вчителів.

Методичні та педагогічні підходи до викладання з Arduino висвітлені у роботах, у центрі яких — дидактичні аспекти: активне, проєктне, конструктивістське та практико-орієнтоване навчання [159, 156, 133]. [159] (Сербія) розглядає використання Arduino-роботів у навчанні як приклад активного, практико-орієнтованого підходу до викладання, що може бути адаптований для підготовки вчителів.

Мобільні рішення та цифрові інструменти у неформальній підготовці вчителів є у центрі досліджень, які демонструють потенціал використання цифрових технологій, зокрема мобільних застосунків, у професійному розвитку педагогів. У роботі [167, 168] (Нігерія, ПАР) досліджено вплив мобільного застосунку для проєктного навчання на формування робототехнічних компетентностей у майбутніх учителів. Застосування мобільних рішень у неформальній освіті вчителів інформатики є перспективним і мало представлено у вітчизняних дослідженнях. У [180] (Іспанія) Arduino аналізується як інструмент для введення в робототехніку на початковому рівні, що має прямий стосунок до первинного етапу підготовки вчителів інформатики.

Використання платформи Arduino, освітньої робототехніки та STEM-технологій у навчальному процесі дедалі активніше розглядається в контексті підготовки майбутніх педагогів і модернізації шкільної освіти. Зокрема, О. М. Кривонос, Є. В. Кузьменко та С. В. Кузьменко у своїх публікаціях акцентують увагу на перспективах впровадження плати Arduino Nano 3.0 у шкільному курсі інформатики як інструмента розвитку технічного мислення учнів та засобу підтримки STEM-орієнтованого навчання. О. Барна та Н. Морзе у своїх спільних дослідженнях розглядають важливість навчання учителів початкової школи обчислювальному мисленню через використання інструментів STEM, зокрема

робототехніки на основі Arduino. Аналогічну позицію відображено у працях М. І. Шерман, Я. Б. Самчинської та Н. І. Кужелюк, які представили досвід проектування веб-ресурсу для вивчення платформи Arduino інженерами-програмістами на рівні магістерської освіти. Практичні аспекти інтеграції Arduino в освітній процес також висвітлює І. Цаплан, який обґрунтовує можливості створення навчально-методичного комплексу «Основи програмування на базі датчиків Arduino» у системі підготовки фахівців комп'ютерної інженерії.

Тематично споріднені дослідження стосуються впровадження освітньої робототехніки в контексті STEM-освіти. Так, Н. В. Морзе, О. В. Струтинська та М. А. Умрик у спільній публікації підкреслюють перспективність робототехніки як інструмента формування предметних і ключових компетентностей учнів [60]. У цьому ж контексті варто згадати й дослідження Р. Х. Березнюка, Л. П. Голубєва та співавторів, які описують переваги використання онлайн-середовища Tinkercad Circuits для моделювання мікропроцесорних систем на уроках інформатики та в технічних університетах [3].

Питання розвитку професійної компетентності вчителя інформатики, зокрема цифрової, є предметом досліджень О. М. Спіріна [88], О. В. Овчарук [67], О. О. Гриценчук [21], І. В. Іванюк [21], О. Є. Кравчини [21] та інших науковців Інституту цифровізації освіти НАПН України. У їхніх роботах обґрунтовано підходи до формування ІК-компетентності педагогів, визначено структуру цифрової компетентності та критерії її оцінювання в умовах сучасного освітнього середовища.

Значний внесок у розробку теоретико-методичних засад цифровізації освіти зроблено також О. П. Пінчук, яка досліджує міжпредметну інтеграцію цифрових інструментів і розвиток професійних компетентностей педагогів в умовах цифрового освітнього середовища [77]. М. П. Шишкіна у своїх працях формулює концептуальні основи хмаро орієнтованого середовища відкритої освіти й цифрової трансформації освіти [108]. М. В. Мар'єнко розглядає проектування хмаро

орієнтованих систем підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін як необхідну умову підготовки педагогів до роботи в сучасних наукових ліцях [13, 58].

Особливу увагу в контексті цифрової трансформації освіти та підготовки вчителів до роботи з новими інструментами приділяє також С. Г. Литвинова, яка обґрунтовує підходи до створення та впровадження хмаро орієнтованого навчального середовища, здатного підтримувати професійний розвиток учителів у формальній і неформальній освіті [52, 53, 54].

Таким чином, у сучасній українській педагогічній науці чітко окреслюються напрями досліджень, пов'язані з використанням Arduino, робототехніки, STEM та цифрових технологій для розвитку компетентностей педагогів, зокрема вчителів інформатики, а також з модернізацією освітнього середовища відповідно до вимог цифрової доби.

Вітчизняні і зарубіжні вчені досліджували з системної точки зору різні навчально-методичні комплекси, в тому числі і системи керування робототехнікою [1]. Різним аспектам використання Arduino в освітньому процесі присвячені роботи останніх років. Зокрема, у статті [106] автори описують створення веб-ресурсів для інженерів-програмістів, які вивчають Arduino на рівні магістерської освіти. Веб-ресурси допомагають студентам отримати знання з основ електроніки та програмування, необхідних для роботи з платформою Arduino. У статті [46] обговорюється апаратна складова платформи Arduino Nano 3.0, її технічні характеристики, а також можливості для навчальної діяльності в середніх школах. Платформа Arduino розглядається як інструмент для розвитку цифрової компетентності учнів завдяки доступності та простоті у використанні.

В умовах інформаційного суспільства надзвичайно важливо формувати в педагогів не лише технічні знання та ІКТ-компетентності, але й навички практичного використання інструментів, які сприятимуть креативному підходу та міждисциплінарному зв'язку. У зв'язку з цим виникає проблема пошуку ефективних

методик навчання, що дозволять повноцінно використовувати програмно-апаратний комплекс Arduino у професійній підготовці вчителів. Крім того, інтерес викликають питання використання Arduino у розвитку ключових компетентностей, таких як розуміння наукових процесів, розвиток технічних та творчих навичок, забезпечення доступності освіти для всіх учнів тощо.

В Україні дослідження з теми зосереджуються переважно на методиках впровадження STEM-освіти, використанні Arduino в освітньому процесі, формуванні предметних і ключових компетентностей школярів. Тематика професійної підготовки саме вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти ще лише починає розвиватися.

У роботі [46] здійснено огляд функціональних можливостей Arduino Nano у контексті вищої технічної освіти. Це створює технологічну базу, на якій можуть будуватися курси підвищення кваліфікації вчителів. Автори роботи [83] зосереджуються на підготовці вчителів фізики до STEM-навчання за допомогою Arduino. Незважаючи на те, що мова йде не про вчителів інформатики, методичні підходи можуть бути адаптовані для нашого предмета. У праці [17] здійснено аналіз використання TinkerCad як інструмента підтримки лабораторних робіт. Це важливо для розвитку дистанційних форм неформальної освіти, зокрема під час війни або пандемії.

У роботах [160, 161, 162] розглядається формування STEM-компетентностей у школярів через робототехнічні засоби. Це створює запит на фахову підготовку педагогів, що є мотивацією для вивчення нашої теми. У роботі [73] увагу зосереджено на побудові STEM-орієнтованого освітнього середовища. Цей досвід є підґрунтям для створення курсів для вчителів інформатики, адаптованих до таких середовищ. В [103] описано створення SMART-кабінету фізики, що передбачає інтеграцію мікроконтролерів. Такий простір є потенційним майданчиком для неформального навчання.

Автори праць [60, 61, 62] аналізують загальний стан навчання інформатики в Україні, включаючи проблеми нестачі підготовлених кадрів. Це прямо вказує на актуальність нашого дослідження. У роботах [20, 21] розглянуто європейський досвід цифрової підготовки вчителів. Хоча там не йдеться безпосередньо про Arduino чи робототехніку, загальні принципи розвитку цифрової компетентності є релевантними.

Зарубіжні дослідження мають більш розвинену методичну базу щодо використання Arduino в неформальній освіті вчителів, зокрема проектного, дистанційного та змішаного навчання, а також активно впроваджують симуляції та мобільні додатки.

Вітчизняні дослідження розкривають використання цифрових та імерсивних технологій як основу неформального та відкритого навчання. Ця група робіт висвітлює стосується питань доповненої/розширеної реальності, хмарних технологій, симуляцій і відкритого навчання, що концептуально узгоджується з підходами, де Arduino й моделювання виконують роль інструментів занурення в практико-орієнтоване середовище. У [124] обґрунтовано потенціал розширеної реальності (XR) для цифрового навчання, зокрема в контексті активного та залученого навчання. Це перекликається з тим, як Arduino й симулятори можуть бути використані для імітації реального освітнього досвіду. [175]: підкреслюють синергію хмарних технологій та доповненої реальності, що відкриває перспективи інтеграції мультимодальних інструментів у неформальну підготовку вчителів, аналогічно до середовищ на базі Arduino.

У [176] приділено увагу комп'ютерному моделюванню та хмарним інтелектуальним технологіям як способам підтримки відкритого навчання. Тут Arduino-середовища можна розглядати як частину цієї моделі відкритого STEM-навчання.

У [172, 173]: зосереджено увагу на інноваційній інтеграції цифрових стратегій у навчання, що співвідноситься з ідеєю створення технологічно насиченого середовища для розвитку компетентностей вчителів поза межами формальної освіти.

Таким чином, ці дослідження підтверджують, що неформальне, відкрите та симульоване середовище — ключовий чинник успішного засвоєння сучасних цифрових інструментів.

Вітчизняні дослідження поки що більше сфокусовані на учнях або загальному впровадженні STEM, ніж на підготовці вчителів інформатики з робототехніки. Проте технологічна база, описана у працях, може слугувати платформою для подальших розробок у цьому напрямку.

Прогалини у дослідженнях стосуються відсутності методичних моделей неформального навчання саме для вчителів інформатики, які включають Arduino, TinkerCad, і враховують сучасні цифрові інструменти.

Завдяки використанню Arduino та хмарній платформі Tinkercad можна вирішити проблему нестачі доступних і безпечних інструментів для дистанційного навчання, що особливо актуально в умовах воєнного стану, де навчання здійснюється в багатьох випадках онлайн. Є необхідність в обґрунтуванні і розробленні методичної підтримки для педагогів, аби усунути психологічні бар'єри у використанні нових технологій і стимулювати розвиток навичок, необхідних для роботи з мікроконтролерами, програмуванням та електронікою.

Таким чином, проблема полягає у створенні такої методики навчання, яка дозволила б педагогам опанувати Arduino в умовах обмежених ресурсів, водночас розвиваючи креативність і міждисциплінарні навички, що в перспективі підвищить якість викладання ІКТ у середній та вищій освіті.

Аналіз сучасних досліджень використання Arduino та робототехніки у навчанні свідчить про значний інтерес до інтеграції цих технологій у підготовку педагогів, проте також вказує на ряд труднощів, що обмежують повноцінне впровадження.

Варто відзначити, що окремі елементи навчання робототехніки вже впроваджуються у процес підвищення кваліфікації педагогічних працівників у системі післядипломної освіти. Зокрема, заклади післядипломної педагогічної освіти, такі як Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Полтавська академія неперервної освіти ім. М. В. Остроградського, Івано-Франківський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти та інші заклади пропонують сертифікатні програми й курси з основ STEM-освіти та практичного використання Arduino в освітньому процесі. Наприклад, у 2023 році Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти реалізував курс «STEM-лабораторія на базі Arduino» (30 год), а Комунальний заклад вищої освіти "Дніпровська академія неперервної освіти"— курс «Робототехніка як засіб розвитку ключових компетентностей учнів» (36 год), де передбачалося моделювання проєктів із використанням Arduino, Scratch та Tinkercad.

Певні компоненти робототехніки вже інтегровані у програми підвищення кваліфікації для вчителів у різних областях України. Зокрема, Тернопільський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти активно реалізує напрями STEM-освіти в регіоні. На його базі діє «Лабораторія STEM-освіти», оснащена програмованими модулями, 3D-принтером та обладнанням для створення робототехнічних конструкцій. Також цей заклад регулярно проводить курси підвищення кваліфікації з тематики STEM, серед яких — «Впровадження та використання засобів STEM-технологій у середовищі НУШ» (онлайн, до 30 годин), де закладено алгоритмічні та технічні основи робототехніки

Також для учнівської молоді активно реалізуються програми в межах гурткової та позашкільної освіти: зокрема, всеукраїнський конкурс «Роботрафік», фестивалі

FIRST LEGO League, «ROBOFEST Ukraine», купс «Arduino Starter Kit» на базі STEM-шкіл тощо.

Однак видно, що такі програми, хоч і охоплюють елементи робототехніки, здебільшого орієнтовані на узагальнене застосування STEM у навчанні, а не на системну підготовку саме вчителів інформатики. Більшість із них має короткий часовий формат або фокусується на загальних засадах. Натомість відсутні цілісні методичні програми, спрямовані саме на неформальну і диференційовану підготовку вчителів інформатики з акцентом на Arduino, Tinkercad, проєктне педагогічне мислення та безпечні онлайн-засоби. Цю прогалину мають заповнювати методики, що поєднують симуляційне середовище, хмарні платформи та модульну складність, пристосовану до різного рівня початкової компетентності.

Однак у більшості випадків навчання відбувається в межах короткотермінових програм або для загального ознайомлення. Водночас відсутні цілісні методики, спрямовані саме на неформальну освіту вчителів інформатики, що поєднували б хмарне середовище, симуляційні платформи (наприклад, Tinkercad), мікроконтролери Arduino та принципи STEM-орієнтованого підходу. Таким чином, зберігається потреба у створенні методично обґрунтованих рішень, які забезпечили б поступове та адаптивне входження педагогів у середовище робототехнічної освіти.

Дослідження провідних науковців вказують на недостатнє використання сучасних методів та інструментів, які могли б допомогти у викладанні основ робототехніки в освіті. Наприклад, Л. Фултон та М. Шмідт (2016) акцентують увагу на тому, що педагоги потребують значних зусиль для успішного освоєння та впровадження нових технологій у навчальний процес [185] Н. Морзе, М. Гладун та С. Дзюба (2018) також відзначають важливість методичної підтримки, яка сприяє задоволенню освітніх потреб і розвитку компетентностей [46]. С. Кім і колеги (2015) зосередилися на необхідності допомагати педагогам у створенні навчальних

компонентів, що інтегрують робототехніку та сприяють практичному застосуванню знань [145].

В останні роки спостерігається певний прогрес у розробленні методик підготовки педагогів у закладах вищої освіти та онлайн-підтримці навчання за допомогою платформ, як-от Tinkercad [160]. Проте питання підвищення кваліфікації вже працюючих вчителів та адаптація їхніх знань до швидкозмінних технологій залишаються актуальними завданнями, які потребують спеціальних методик та гнучких онлайн-середовищ.

В Україні робляться певні кроки у впровадженні STEM-підходів, зокрема у підготовці вчителів інформатики та фізики [14], [83]. Однак для розвитку методик навчання вчителів робототехніки, особливо в умовах неформальної освіти та змішаного навчання, потрібні подальші дослідження та розроблення спеціалізованих програм.

1.2. Освітній потенціал використання Arduino та Tinkercad для підвищення кваліфікації вчителів

Попри те, що ми живемо в епоху роботизованих систем та штучного інтелекту, знання, які здобуваються у школах і закладах вищої освіти у сфері технологій, залишаються на незадовільному рівні. Багатьом це видається прийнятним, хоча часто це не сприяє формуванню науково-технічного світогляду учнів, що є основою для розуміння сучасних технологій. Через це навіть прості технічні явища можуть здаватися незрозумілими та містичними, а наука та інженерія – складними і нецікавими [43].

Робототехніка, як прикладна галузь, пов'язана з розробленням автоматизованих технічних систем, є одним із перспективних напрямів розвитку науково-технічної освіти вчителів фізики і інформатики. Її освітній потенціал надзвичайно високий, тому вона швидко поширюється у багатьох сферах діяльності й стає популярним напрямом розвитку як шкільної освіти, так і підвищення кваліфікації вчителів.

Використання засобів робототехніки сприяє поступовому удосконаленню комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища закладів освіти, насиченню його сучасними інструментами і технологіями, які забезпечують групову співпрацю та ефективне досягнення дидактичних цілей. Особливо перспективними у цьому процесі є радіотехнічне та робототехнічне конструювання із застосуванням сучасних програм і базових компонентів мікроелектроніки [35, 43].

Незважаючи на потужний потенціал апаратно-програмного комплексу Arduino для викладання фізики, математики, інформатики та всебічного розвитку учнів, його застосування в школах, включно з приватними, залишається обмеженим. У деяких українських школах робототехніку почали викладати у формі гуртків та факультативів, проте нестача ресурсного забезпечення перешкоджає повноцінному виконанню навчальних проєктів. На державному рівні навчання робототехніки підтримується через олімпіади та конкурси, такі як Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine, FERREXPO ROBOT FEST та інші. У багатьох обласних центрах створені спеціальні центри, що забезпечують наукову й технічну підтримку для подальшого розвитку.

Через швидкі зміни у галузі ІКТ виникає потреба досліджень використання цих технологій у неформальній освіті вчителів. Апаратно-програмний комплекс Arduino стає важливим інструментом у підвищенні кваліфікації вчителів фізики та інформатики. Він дозволяє вчителям фізики вивчати явища та процеси електротехніки, проводити лабораторні роботи, а вчителям інформатики — опановувати комп'ютерне проєктування та створювати розробки для уроків із використанням Arduino [35, 43].

Хмаро орієнтовані реалізації Arduino значно спрощують його використання в умовах дистанційного чи змішаного навчання. Неформальна освіта відіграє важливу роль у розвитку конкурентоспроможності вчителів та їхніх ІКТ-компетентностей, де робототехніка є невід'ємним складником. Платформа Tinkercad, яка дозволяє

працювати з Arduino онлайн, забезпечує доступ до готових проєктів та сервісів, що полегшують організацію групової роботи.

Запровадження Arduino разом із сучасними хмарними сервісами є важливою передумовою для підготовки вчителів, здатних до активної професійної діяльності у високотехнологічному суспільстві. Це сприяє використанню інноваційних методик, дистанційного й змішаного навчання, розвитку командної роботи, необхідної для сучасного фахівця, обізнаного в ІТ.

Найважливішими характеристиками апаратно-програмного комплексу Arduino для педагогічного використання є вільний доступ, безпека та надійне зберігання інформації, контроль прав доступу, а також легка адаптація під різні цілі та завдання.

В Україні вже робляться перші кроки до навчання з використанням STEM-підходів, які стають все популярнішими у навчанні дослідницьких навичок в учнів. Тому розвиток методик для поглибленого опанування знань у цій сфері потребує подальшого вивчення [35, 43].

З огляду на високу динаміку розвитку ІКТ, потреба у застосуванні Arduino в системі неформальної освіти стає очевидною. Вона є однією з ключових умов підвищення ІКТ-компетентності та професійного рівня вчителів, формування навичок гнучкого, технологічно насиченого навчання. Такий підхід сприяє створенню середовища, яке стимулює інноваційні підходи до навчання та сприяє професійному розвитку вчителів, готових до використання сучасних ІКТ у своїй роботі [35, 43].

Таким чином, використання Arduino як базового інструменту для навчання в системі неформальної освіти є перспективним напрямом, який сприятиме модернізації освітнього процесу, підвищенню якості підготовки педагогів та розвитку їхньої професійної компетентності.

Arduino — це програмована електронна платформа з відкритим кодом, яка включає апаратну і програмну складові. Її перевага полягає у простоті

використання, доступності, безпечності та можливості адаптації під різні цілі. У неформальній освіті вчителів Arduino виконує роль інструменту для розвитку цифрової компетентності: від розуміння принципів роботи мікроконтролерів до створення прикладних навчальних проєктів. Tinkercad Circuits, як хмарне середовище моделювання електронних схем, дозволяє вчителям без спеціального обладнання вивчати основи схемотехніки та програмування Arduino у зручному форматі [35, 43].

Платформа Tinkercad вже багато років показує себе як стабільна, доступна, логічно скомпонована платформа для навчання (Рис1). За умов використання хмарних сервісів, дані зберігаються у центрі обробки даних, а не на локальному комп'ютері користувача, тоді як доступ до них забезпечується через браузер, є можливим з різних пристроїв, з яких можна вийти в Інтернет. За хмарної моделі організації доступу до ІКТ виникають необхідні умови для формування навичок командної роботи, які потрібні сучасному фахівцеві, що має бути обізнаним з використанням ІТ. Вчителі, які опановували даний комплекс, мали зареєструватися у хмаро орієнтованому середовищі, отримати акаунт, завдяки якому вони мали доступ до готових проєктів з поясненням, сервісів як для індивідуального, так і колективного використання.

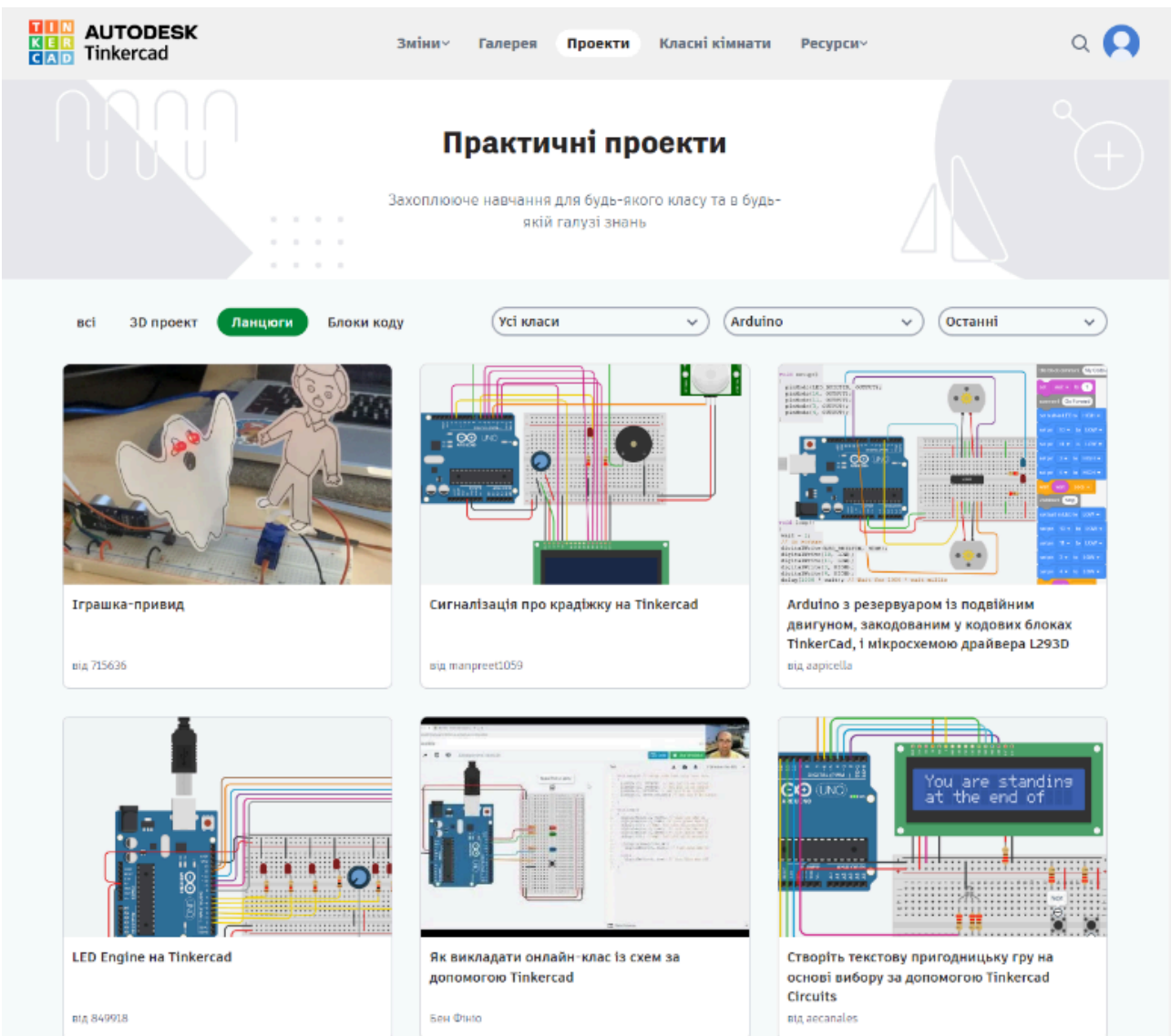


Рис. 1. Хмаро орієнтоване середовище Tinkercad

Найважливішою особливістю програмно-апаратного комплексу *Arduino*, з точки зору педагогічного використання, є вільний доступ, безпека та надійність зберігання інформації, контроль прав доступу, здатність легко адаптувати під різні цілі та задачі.

В умовах формування інформаційного суспільства важливо підготувати висококваліфікованих фахівців, здатних правильно та доцільно навчити використовувати комплекс так, щоб це було змістовно та цікаво. Тому необхідно шукати нові методичні підходи до організації навчання, які б сприяли глибокому засвоєнню та розумінню основних понять, правил, принципів і методів вивчення

дисциплін, їх взаємозв'язку з суміжними дисциплінами та способів їх використання на практиці [35, 43].

Особливої актуальності ці завдання набувають у процесі підвищення кваліфікації вчителів інформатики, які мають не лише опанувати нові технології, але й адаптувати їх до умов сучасного навчального середовища, що постійно змінюється. Саме тому методика повинна передбачати не лише технічне навчання, а й розвиток педагогічної рефлексії, розуміння дидактичного потенціалу інструментів, які використовуються [35, 43].

Для організації групової роботи з вчителями може бути використана платформа *Tinkercad*, але з інтегрованими класами, оскільки в даній платформі реалізовано наступні можливості: корегувати дії викладача, вести групове та індивідуальне спілкування, робити нотатки, відслідковувати прогрес успішності, зберігати роботи.

Крім того, *Tinkercad* дозволяє створювати віртуальні лабораторії, які значно розширюють можливості дистанційного та змішаного навчання. Інструменти моделювання схем забезпечують візуалізацію складних процесів, а симуляція роботи схем — їх перевірку без необхідності фізичного доступу до реальних компонентів. Це особливо цінно в умовах обмеженого доступу до обладнання, а також у випадках, коли навчання проводиться в режимі онлайн [35, 43].

Застосування програмно-апаратного комплексу не спричинить вчителям суттєвих труднощів у вирішенні поставлених завдань, для роботи потрібно лише мати доступ до мережі інтернет. Однак для користування хмарними сервісами необхідно пройти короткий інструктаж роботи з ними (Рис. 2.).

Доцільно передбачити також підготовчий міні-модуль або інструктивний вебінар, який дозволить учителям ознайомитися з функціоналом *Tinkercad*, правилами створення класів, методами взаємодії з учнями та способами оцінювання результатів. Це дозволяє уникнути технічних бар'єрів на старті роботи й забезпечити ефективне використання всіх можливостей середовища у подальшому [35, 43].

Користувацький інтерфейс платформи інтуїтивно зрозумілий навіть для новачків, що дозволяє значно скоротити час на оволодіння базовими функціями. Завдяки гнучкій системі керування класами, викладач може ефективно координувати діяльність усієї групи, задавати індивідуальні завдання, контролювати терміни виконання і надавати зворотний зв'язок у режимі реального часу. Такий підхід сприяє підвищенню мотивації до навчання і забезпечує умови для самостійного опанування складних тем [35, 43].

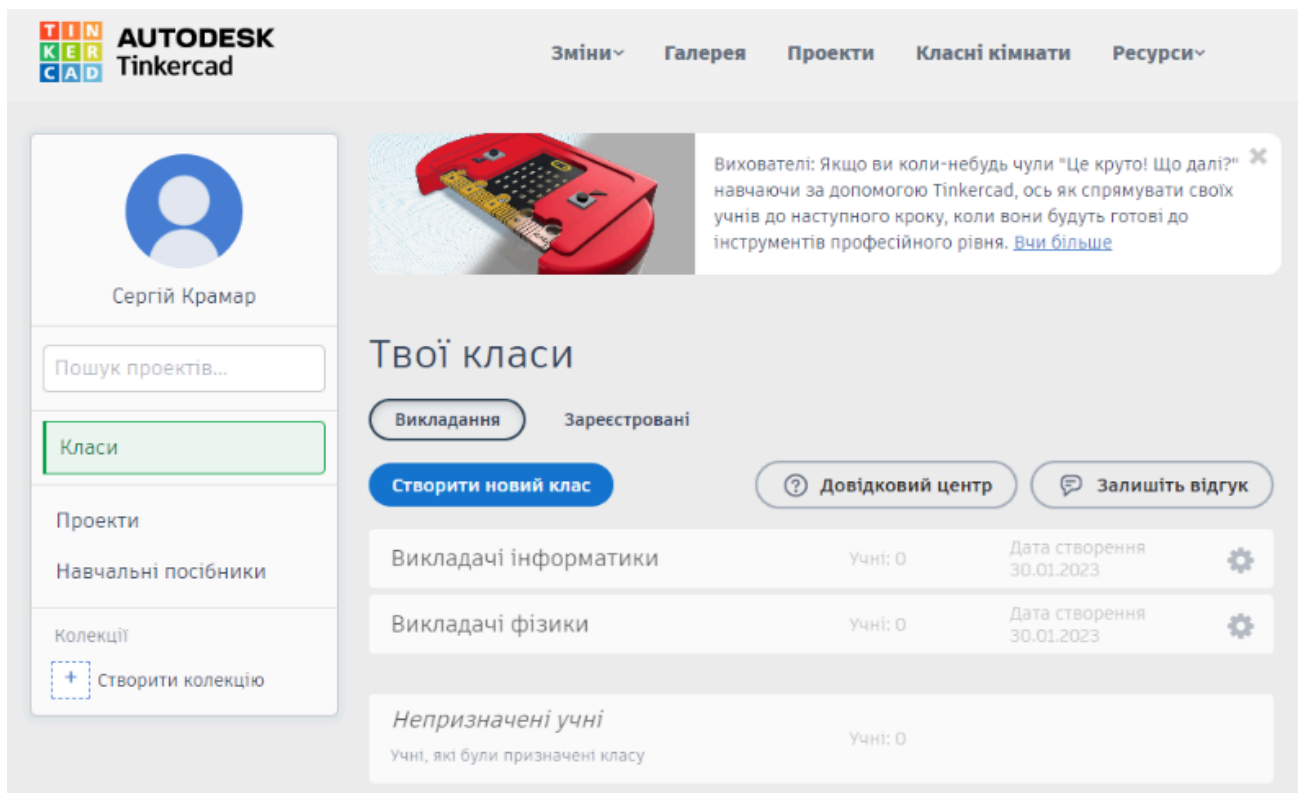


Рис. 2. Приклад платформи Tinkercad з інтегрованими класами

Завдяки впровадженню *комплексу* у навчальний процес вчителів з'являється можливість зосередити увагу на принципах, підходах, звільнити час та зусилля, які витрачаються на створення навчального матеріалу, використання платформи значно покращує процес навчання (Рис. 3).

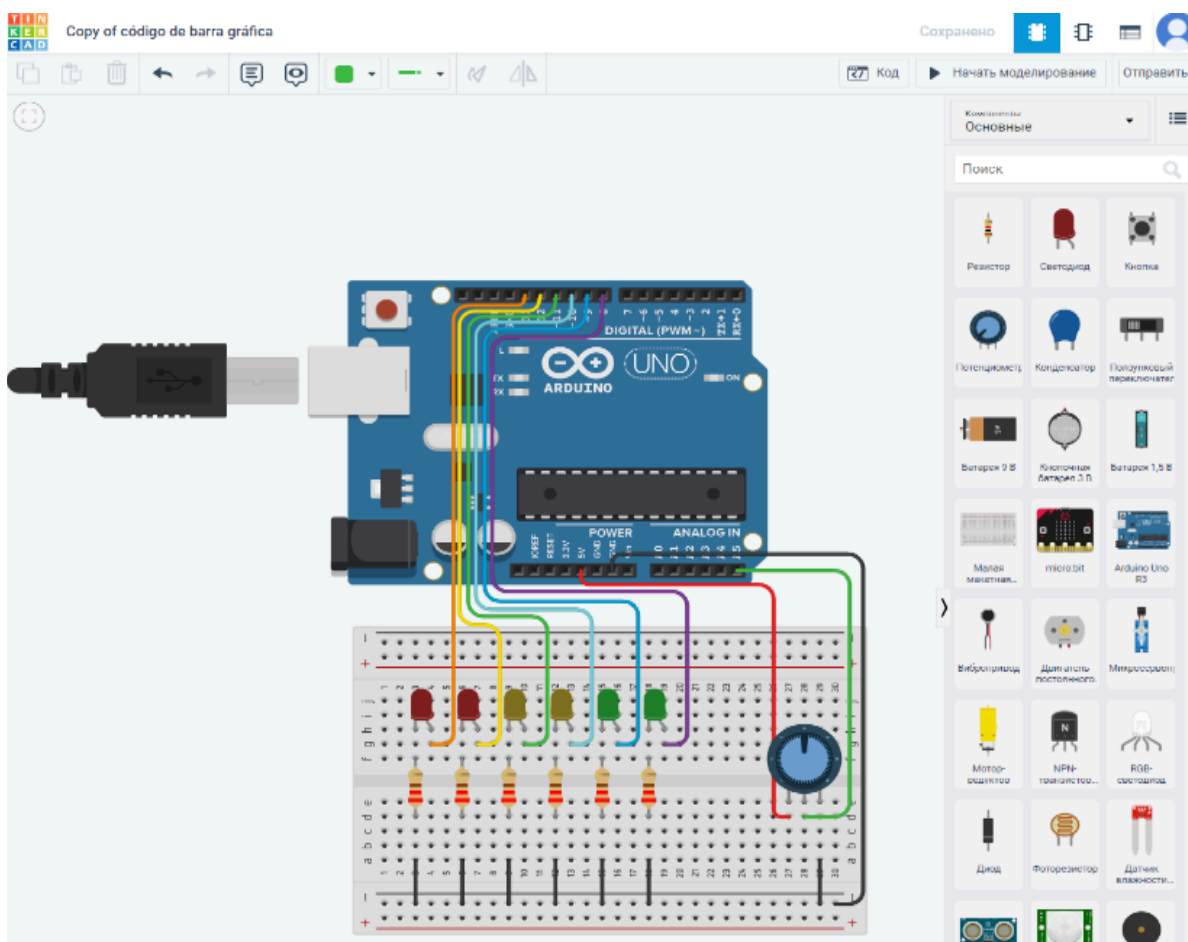


Рис. 3. Приклад елемента навчального процесу на хмарній платформі Tinkercad

Можливості використання *програмно-апаратного комплексу* для вирішення навчальних задач досить широкі. Вчитель, використовуючи хмарні сервіси, вирішує поставлену перед ним задачу, і, таким чином, він не має перешкод у застосуванні сучасних засобів ІКТ, а крім того, усвідомлює потрібність корисності платформи для успішної реалізації професійних цілей. Рішення задач прикладного характеру за допомогою хмарних сервісів забезпечує можливість формування професійних компетентностей [35, 43].

Основною перевагою застосування програмно-апаратного комплексу Arduino при проектуванні середовища навчання є розширення спектру засобів для роботи із сучасним обладнанням на онлайн платформі, до якої матимуть доступ всі учасники процесу навчання [35, 43]. Використання цього комплексу позитивно впливає на:

- формування навичок роботи в середовищі програмування мікроконтролерів;

- розвиток знань щодо структури програми та її елементів, змінних, виразів, масивів, логічних конструкцій, функцій, бібліотек тощо;
- удосконалення навичок написання програмного коду відповідно до поставленого завдання та перенесення його у середовище мікроконтролера;
- опанування основних понять з електрики;
- формування знань про основні елементи цифрових схем;
- удосконалення навичок розуміння, модифікації та конструювання електричних схем відповідно до пройденого матеріалу;
- формування навичок роботи із датчиками, їх налаштування, опрацювання даних з них та зчитування документації [4; 5].

Використання Arduino має беззаперечні переваги, а саме:

- спрощує процес роботи з мікроконтролерами у порівнянні з іншими пристроями для вчителів;
- плати Arduino відносно дешевші в порівнянні з іншими платформами;
- плати Arduino кросплатформені (можна працювати під управлінням ОС Windows, Mac OS і Linux);
- система Arduino має просте і зрозуміле середовище програмування.
- середовище програмування Arduino є додатком, що охоплює редактор коду, компілятор і спеціальний модуль для прошивки плати;
- мова програмування, що використовується в Arduino, є реалізацією Wiring, тобто це C / C ++, доповнений деякими бібліотеками;
- можливості плат Arduino можна розширити за допомогою особливих мікросхем, які називають «шилдами» (від англ. shields). Шилди встановлюються поверх основної плати і дають нові можливості. [7]

Основні риси функціоналу та особливості Tinkercad Circuits, що роблять доцільним її запровадження у середовище навчання вчителів, наступні: це онлайн платформа, тож для роботи потрібен лише Інтернет; є у наявності зручний графічний редактор для візуальної побудови електронних схем; доступним є набір

попередньо встановлених моделей найбільш популярних електронних компонентів, відсортованих за типами компонентів; платформа містить симулятор електронних схем, за допомогою якого можна підключити створений віртуальний пристрій до віртуального джерела живлення і простежити, як воно буде працювати; можна також використати симулятор датчиків та інструментів зовнішнього впливу. Є можливості змінювати показники датчиків, стежити за тим, як в залежності від цього змінюються параметри системи; зручно використовувати вбудований редактор Arduino з монітором порту і можливістю налагодження; є вже розроблені для розгортання проекти Arduino зі схемами і кодом; візуальний редактор коду Arduino; дає можливість інтеграції з рештою функціональністю Tinkercad і швидкого створення для вашого пристрою корпусу та інших конструктивних елементів; створена модель може бути відразу відправлена на 3D-принтер; вбудовані підручники і величезне співтовариство з колекцією готових проектів [35, 43].

Головне, що не потрібно завантажувати Arduino IDE, не потрібно шукати і викачувати популярні бібліотеки і sketch, не потрібно збирати схему і підключати плату – все знаходиться відразу на одній сторінці [35, 43].

Переваги використання Tinkercad: безкоштовний онлайн сервіс; найпопулярніші компоненти для Arduino вже є у симуляторі; багато схем створено (можна їх дописувати і змінювати); ділитися проектом з іншими людьми; постійне оновлення й доповнення; вікно написання коду не відрізняється від вікна Arduino IDE [35, 43].

Недоліки використання Tinkercad: не вистачає компонентів, які створюються швидше, ніж встигають створити симулятор цього компонента. [7, 35,43]

Запропонована методика використання програмно апаратного комплексу Arduino на платформі Tinekrad була апробована в освітньому процесі і виявилася досить зручною у використанні. Лекційні, практичні та лабораторні роботи проводились дистанційно, за допомогою одного з месенджерів для зв'язку з викладачем та за допомогою демонстрування робочого стола для чіткості та

якості подачі інформації. Кожне з цих занять було записане і потім завантажено в GoogleDrive, на якому в будь яку хвилину можна було переглянути його, якщо щось не зрозуміло або виникли якісь питання в завданнях або лабораторних роботах.

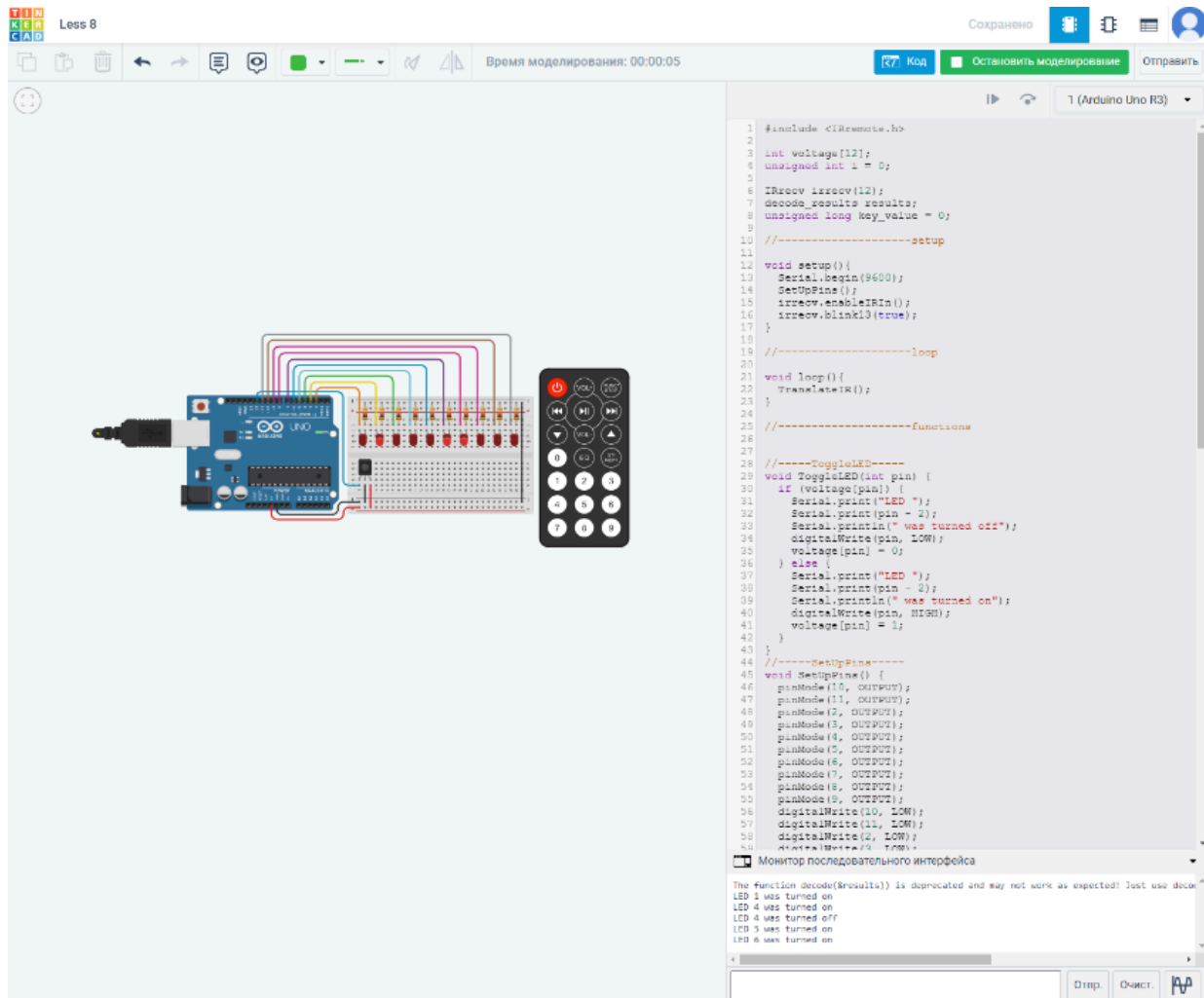


Рис. 4. Приклад заняття на платформі Tinkercad

Завдяки використанню хмарних технологій можна сформувати поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати у вчителів мотивацію, орієнтування та обізнаність щодо роботи з навчальними проектами, вміння ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організовувати час і наявні ресурси, технічно правильно та доцільно розповідати про датчики та їх особливості, розуміти відмінності датчиків один від одного,

орієнтуватись у бібліотеках та знати як їх встановлювати. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього фахівця в інформаційному суспільстві, що відкриває широкі можливості для особистісного розвитку і самореалізації.

Визначено наступні найбільш доцільні шляхи використання Arduino у неформальній освіті вчителів [35, 43]:

- Проектна робота з Arduino: використання Arduino для реалізації проектів, в яких поєднуються програмування та електроніка, розвиваються індивідуальні та командні комунікативні навички.
- Наукові дослідження: Arduino дозволяє проводити наукові експерименти, такі як аналіз впливу кліматичних умов на рослини за допомогою датчиків температури, вологості та світла.
- Розробка ігор: створення ігор на базі Arduino сприяє зміцненню навичок програмування та роботи з електронікою.
- Автоматизація та робототехніка: можливість створювати автоматизовані системи, використовуючи Arduino для керування та моніторингу, вивчаючи основи інженерії та системного аналізу.
- Інтерактивні арт-проекти: за допомогою Arduino можна реалізувати інтерактивні арт-інсталяції, які відгукуються на зміни у середовищі, що збагачує навчальний процес в естетичному вимірі.

1.3. Методичні підходи до впровадження Arduino у неформальну освіту вчителів

Ефективне використання Arduino в підвищенні кваліфікації вчителів ґрунтується на кількох методичних підходах: компетентнісному, конструктивістському, проектно-орієнтованому. До основних принципів належать: «навчання через діяльність», практико-орієнтованість, гнучкість і доступність. У фокусі – організація практичних занять, хакатонів, міні-проектів, що дозволяють інтегрувати знання з інформатики, математики, фізики. Значну увагу приділяють

STEM-інтеграції, використанню віртуальних лабораторій, симуляторів та освітніх платформ [36, 43].

Застосування платформ Arduino та Tinkercad Circuits у неформальній освіті педагогів сприяє:

- набуттю практичних умінь у програмуванні й роботі з електронними компонентами;
- розвитку творчого підходу, критичного мислення та інженерного способу розв’язання задач;
- інтеграції знань з різних предметних галузей;
- зростанню зацікавленості вчителів у впровадженні ІКТ у навчальний процес;
- формуванню основ для впровадження STEM-освіти у шкільному середовищі [36, 43].

Одним з ефективних способів використання Arduino в освітньому процесі є організація навчальних проєктів. Створення таких проєктів дозволяє вчителям залучати учнів до практичного застосування знань з програмування, електроніки та робототехніки. Проєкти можуть виконуватися як індивідуально, так і в команді, що додатково сприяє формуванню комунікативних навичок [36, 43].

Окрім цього, Arduino відкриває можливості для проведення експериментів у різних наукових галузях. Наприклад, за допомогою датчиків температури й вологості можна вивчати умови росту рослин, а використання світлових сенсорів – досліджувати вплив освітлення на їхній розвиток [36, 43].

Ще одним перспективним напрямом є створення ігрових проєктів. Розробка ігор сприяє вдосконаленню навичок програмування й роботи з апаратним забезпеченням, водночас розвиваючи логічне мислення та креативність учнів.

Індивідуальний або груповий формат таких завдань дозволяє адаптувати їх до різних освітніх ситуацій [3].

Інтеграція платформи Arduino в освітній процес, особливо в умовах неформальної освіти, не лише сприяє розвитку технічних навичок, але й має значний виховний потенціал. Зокрема, вона може бути ефективним інструментом для формування у здобувачів освіти ціннісного ставлення до навколишнього середовища, розвитку екологічної свідомості та соціальної відповідальності. Завдяки створенню проєктів, орієнтованих на моніторинг екологічних показників або оптимізацію ресурсів (наприклад, автоматичне поливання рослин, енергоефективне освітлення), учні не лише опановують сучасні технології, але й усвідомлюють вплив людської діяльності на довкілля. Це сприяє розвитку екологічної культури та формуванню усвідомленого ставлення до сталого розвитку [36, 43].

Для ефективного впровадження Arduino у навчання доцільно використовувати низку методичних підходів, які забезпечують залучення учнів, підтримку їх інтересу та практичну реалізацію здобутих знань:

1. Проєктно-орієнтоване навчання (Project-Based Learning, PBL):

Цей підхід ґрунтується на вирішенні реальних життєвих завдань шляхом створення практичних проєктів. Наприклад, учитель може запропонувати учням розробити систему контролю температури в приміщенні або автоматизовану модель вуличного освітлення. Таким чином учні поєднують знання з інформатики, фізики, математики та природничих наук, формуючи цілісне уявлення про роботу електронних систем [36, 60, 148].

2. Дослідницький підхід:

Arduino дозволяє організовувати міні-дослідження, в ході яких учні самостійно ставлять експерименти, збирають дані та аналізують результати. Наприклад, можна вимірювати рівень шуму в різних локаціях школи, визначати вологість ґрунту в шкільному саду чи перевіряти рівень освітлення в різний час

добу. Такі завдання стимулюють інтерес до природничих наук, навчають учнів аналізувати, робити висновки та формулювати гіпотези [1, 35, 61].

3. Інтеграція STEM і міждисциплінарність:

Arduino – це міст між кількома дисциплінами, що дозволяє об'єднувати на одному уроці програмування, фізику, математику та навіть біологію. Наприклад, під час створення проєкту з вимірювання сили струму учні використовують закони Ома (фізика), обчислюють опір (математика), програмують мікроконтролер (інформатика), а також можуть оцінювати, як це впливає на споживання енергії (екологія) [14, 60, 83].

4. Інтерактивні форми навчання (воркшопи, хакатони):

Практичні майстер-класи, конкурси та хакатони з використанням Arduino сприяють розвитку навичок командної роботи, здатності працювати в обмежених часових умовах, розв'язувати складні завдання та швидко приймати рішення. Вони також формують позитивне ставлення до інженерної діяльності та заохочують до подальшого навчання в технічній сфері [65].

5. Гейміфікація освітнього процесу:

Застосування ігрових елементів, таких як створення роботів, що виконують певні дії, або розробка комп'ютерних ігор з використанням Arduino, значно підвищує мотивацію учнів до навчання. Ігрові завдання допомагають формувати логічне та алгоритмічне мислення, сприяють розвитку креативності та навичок розв'язання нестандартних проблем [61, 83].

6. Робота з готовими освітніми наборами:

Багато освітніх компаній пропонують набори з Arduino, які містять покрокові інструкції та готові приклади проєктів. Це полегшує навчання як для початківців, так і для досвідчених користувачів, дозволяє поступово переходити від простих завдань до складніших, а також забезпечує інклюзивність – незалежно від рівня підготовки учнів [3, 17].

Щоб впровадження Arduino в освіті було успішним і системним, необхідно враховувати кілька ключових чинників. По-перше, вчителі мають володіти належним рівнем знань у галузі електроніки, програмування та педагогіки. Важливо передбачити навчальні програми з підготовки педагогів, які враховуватимуть специфіку предметів, що вони викладають (наприклад, інформатики, фізики, технологій), та їхні професійні потреби.

Також доцільно застосовувати додаткові цифрові ресурси: симулятори, віртуальні лабораторії, 3D-друк, віртуальну й доповнену реальність. Це дозволить моделювати фізичні процеси, проектувати пристрої у безпечному середовищі та забезпечити більш глибоке розуміння складних понять.

Окрему увагу слід приділяти матеріально-технічному забезпеченню. Без наявності базових елементів (плата Arduino, датчики, дроти, дисплеї, двигуни тощо) реалізувати повноцінні проєкти складно. Також потрібне програмне забезпечення, яке дає змогу створювати, налагоджувати й тестувати коди. Участь у спільних освітніх ініціативах з позашкільними, науковими чи громадськими організаціями може допомогти школам розширити доступ до ресурсів та новітніх рішень.

Важливо, щоб учителі активно взаємодіяли з учнями, підтримували їхню ініціативу, допомагали розвивати індивідуальні здібності. Проєкти з Arduino можна адаптувати під різний рівень складності, що дозволяє кожному учню знайти власну траєкторію навчання. Водночас, така діяльність сприяє не лише розвитку технічних компетентностей, а й соціальних навичок – співпраці, лідерства, емоційного інтелекту. Учні можуть створювати проєкти, спрямовані на покращення умов життя в громаді (наприклад, система моніторингу якості повітря), що формує їхню громадянську позицію.

Не менш важливим є розвиток критичного мислення. Під час роботи з Arduino учні навчаються аналізувати проблеми, моделювати ситуації, оцінювати ефективність рішень, оптимізувати код, відстежувати помилки – усі ці процеси сприяють формуванню навичок XXI століття.

Нарешті, відкритість платформи Arduino є ще одним суттєвим перевагою. Оскільки це відкрите програмне та апаратне забезпечення, воно підтримується широким міжнародним співтовариством, яке постійно створює нові бібліотеки, інструкції, відеоуроки й шаблони. Вартість комплектуючих також залишається доступною, що робить Arduino однією з найдемократичніших платформ для технічної освіти.

Отже, Arduino є універсальним та перспективним інструментом для реалізації міждисциплінарного підходу в освіті, розвитку не лише технічних, але й особистісних якостей учнів, підтримки вчителів у їхній професійній діяльності та модернізації освітнього процесу відповідно до викликів сучасності.

1.4. Модель використання arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти

Сучасні тенденції цифровізації освіти зумовлюють нові вимоги до професійної підготовки педагогічних кадрів. Використання платформ Arduino та TinkerCad відкриває широкі можливості для удосконалення змісту і методів розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики, поєднуючи програмування, електроніку та інженерну діяльність. В умовах неформальної освіти, де педагоги мають змогу експериментувати та впроваджувати інноваційні методики, особливого значення набуває розроблення та впровадження науково-методичних підходів до навчання робототехніки.

Разом із зростаючим попитом на навчальні програми з робототехніки, існує суперечність між необхідністю інтеграції Arduino в освітній процес і недостатньою кількістю методичних розробок для підготовки вчителів. Саме тому обґрунтування моделі використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки є актуальним завданням сучасної педагогічної науки.

Питання розвитку цифрової компетентності педагогів розглядалося у працях українських та закордонних науковців. Зокрема, В. Биков [4], [5], [6], [7], Н. Морзе

[160], [161], [162], [60], [61], О. Мосіюк, Я.Сікора [166], О. Спірін [88], [89], [90], [91], [92], О. Усата та інші досліджували теоретичні та практичні аспекти підготовки вчителів до використання цифрових технологій в освіті. Закордонні дос. лідники, такі як S. Eryilmaz, G. Deniz [132], M. Tupac-Yupanqui [191], F. Pereira [191], C. Vidal-Silva [191], L. Pavesi-Farriol [191], A. S. Ortiz [191], J. Cardenas-Cobo [191], E. Krelja-Kurelovic [149], P. Pandey [174] наголошують на важливості практичного навчання вчителів у сфері робототехніки, особливо в умовах неформальної освіти.

Однак, попри значний потенціал використання Arduino у педагогічній діяльності, залишається недостатньо розроблених ефективних моделей професійного розвитку вчителів у цій сфері. Це підтверджує необхідність подальших досліджень, спрямованих на розробку та впровадження таких моделей.

У контексті дослідження було здійснено аналіз підходів до інтеграції Arduino в освітній процес та виокремлено ключові складники, що визначають ефективність формування відповідних компетентностей. В результаті розроблено концептуальну модель використання Arduino для підвищення рівня цифрової компетентності вчителів інформатики, яка охоплює п'ять основних складників.

Цільовий складник, характеризує мету, яка полягає у підвищенні рівня цифрової компетентності вчителів з робототехніки шляхом інтеграції Arduino у навчальний процес.

Методологічний складник, охоплює науково-теоретичні засади, принципи та підходи, на яких ґрунтується використання Arduino в освіті, згідно запропонованої моделі. Методологічні підходи охоплюють: компетентнісний, що фокусує увагу на формуванні цифрової компетентності педагогів; конструктивістський, що спрямовує на навчання через активне створення проєктів із використанням Arduino; проєктно-орієнтований, згідно якого навчання орієнтоване на реалізацію практичних завдань. Принципи, на яких ґрунтується запровадження, охоплюють принцип практико-орієнтованості навчання, що означає, що воно має бути

максимально наближеним до реальних умов, «навчання через діяльність» (Learning by Doing) – активне застосування Arduino в реальних освітніх ситуаціях; принцип науковості, що обумовлює використання Arduino для розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики у відповідності до сучасних наукових досягнень у сфері педагогіки, цифрової освіти та робототехніки; принцип гнучкості та доступності, який підкреслює можливість реалізації навчального процесу в змішаному або дистанційному форматі, що дозволяє залучати ширшу аудиторію педагогів, забезпечуючи доступ до навчальних матеріалів у будь-який зручний час, та уможлиблюючи впровадження робототехніки в освітній процес навіть у віддалених регіонах, принцип відкритості, який передбачає використання відкритих цифрових ресурсів, симуляторів, інструктивних матеріалів та онлайн-середовищ, що не потребують ліцензованого або дороговартісного програмного забезпечення, а також підтримують відкритий обмін досвідом і взаємодію в межах професійних спільнот..

Змістовий складник – охоплює розроблення навчальних модулів:

- основи робототехніки та Arduino;
- програмування мікроконтролерів;
- використання TinkerCad для моделювання схем;
- проектна діяльність на базі Arduino;
- інтерактивні арт-проекти та STEAM-інтеграція.

Організаційно-методичний складник – передбачає методи, форми навчання, такі як тренінги, вебінари, майстер-класи, практичні заняття, а також засоби навчання, якими є середовище моделювання електричних схем і програмування мікро-контролерів (TinkerCad); платформи для візуального та текстового програмування (Arduino IDE, MakeCode, mBlock тощо); веб-ресурси та освітні платформи з матеріалами з робототехніки (Arduino Project Hub, Coursera, W3Schools та ін.); віртуальні лабораторії та емулятори для тестування Arduino-проектів.

Оцінювально-діагностичний складник – визначає критерії, показники і рівні

вимірювання рівня цифрової компетентності педагогів через тестування, аналіз проектних робіт і самооцінку.

Оцінювання рівня сформованості компетентності вчителя інформатики у галузі робототехніки потребує системного підходу, що враховує як змістові, так і процесуальні аспекти професійного розвитку. В основу запропонованої моделі було покладено *чотири критерії оцінювання рівня сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики*: когнітивний, діяльнісний, мотиваційний і рефлексивний. Їх вибір обумовлений як психолого-педагогічними закономірностями формування цифрової професійної компетентності вчителя, так і сучасними підходами до цифровізації освіти, зокрема європейськими рамками цифрових компетентностей.

Когнітивний критерій характеризує розуміння принципів роботи мікроконтролерів і електронних схем, рівень знань про використання Arduino,. Мотиваційний критерій – бажання використовувати Arduino у навчальному процесі, готовність до самостійного навчання. Діяльнісний критерій – здатність застосовувати набуті знання на практиці, створювати та реалізовувати проекти. Рефлексивний критерій – здатність аналізувати власні досягнення, оцінювати ефективність використання Arduino у навчанні.

Зміст кожного критерію обумовлений як завданнями дослідження, так і інструментарієм сучасних європейських рамок цифрової компетентності та іншими документами, серед них такі як: Європейська рамка цифрової компетентності освітян (DigCompEdu) [183]; Європейська рамка цифрової компетентності для громадян (DigComp 2.1), з вісьмома рівнями володіння та прикладами використання [143]; Рамка ІКТ компетентності для вчителів (ICT-CFT) [192].

1. Когнітивний критерій.

Цей критерій відображає рівень знань і розуміння основних понять, принципів функціонування апаратних та програмних складників Arduino, а також здатність до осмислення навчального контексту. Згідно з когнітивною таксономією

Блума [122], це охоплює такі процеси як знання, розуміння, аналіз та синтез. В межах DigComp 2.1 [143] цей критерій узгоджується з компетентнісною областю 1.1 Browsing, searching and filtering data, information and digital content (Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту) та 1.2 Evaluating data, information and digital content (Оцінка даних, інформації та цифрового контенту), оскільки вчитель має не лише знати, як працює пристрій, але й критично оцінювати інформацію про компоненти та їх використання в педагогічному контексті.

Важливою є також здатність до системного мислення — розуміння взаємозв'язку між апаратними елементами та програмним кодом, що є передумовою ефективного проектування та реалізації STEM-орієнтованих навчальних сценаріїв.

2. Діяльнісний критерій.

Цей критерій описує практичну реалізацію знань, зокрема здатність до програмування, створення схем, моделювання та усунення помилок. Він відповідає вимогам до цифрової продуктивності у DigCompEdu [183], особливо в межах компетентностей 2.2 Creating and modifying digital resources (Створення та модифікація цифрових ресурсів) та 3.3 Collaborative learning (Спільне навчання), де акцент робиться на здатності створювати нові цифрові рішення, використовувати цифрові інструменти для навчання і працювати над проектами.

Також діяльнісний критерій має тісний зв'язок із концепцією learning by doing (навчання в процесі роботи), що є ключовою в конструктивістських освітніх моделях (Papert, 1980) [178], і особливо релевантною у контексті робототехніки, де навчання відбувається через взаємодію з фізичними об'єктами та кодом.

3. Мотиваційний критерій.

Мотиваційний критерій визначення рівня сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики оцінює ставлення вчителя до навчання та впровадження робототехніки та Arduino, внутрішню готовність до експериментування, відкритість до інновацій та ініціативність. У DigCompEdu [183] мотивація вважається невід'ємною частиною таких компетентностей, як 5.1

Empowering learners та 6.2 Reflective practice, що підкреслюють важливість педагогічної віри у цінність цифрових інструментів та готовність до саморозвитку.

Дослідження у сфері мотивації (Ryan & Deci, 2000) [184] також вказують, що внутрішня мотивація, а не лише зовнішній контроль, є вирішальною для довготривалого набуття компетентностей, зокрема в динамічній галузі цифрових технологій.

4. Рефлексивний критерій

Рефлексивний критерій визначення рівня сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики вимірює здатність до самоаналізу, критичного оцінювання власної діяльності, виявлення помилок і шляхів їх подолання. Цей критерій має ключове значення для формування компетентного вчителя XXI століття, адже рефлексія — основа для удосконалення практики. У DigCompEdu [183] він найтісніше пов'язаний із компетенцією 6.2 Reflective practice (Рефлексивної практики), яка передбачає здатність оцінювати ефективність власного використання цифрових технологій, збирати зворотний зв'язок і вносити зміни.

У моделі Kolb's Experiential Learning (Експериментальне навчання Колба) (1984) рефлексія є етапом, що забезпечує перехід від дії до глибокого навчання, робить досвід усвідомленим та трансформованим у нову практику [146].

Зазначені критерії є міждисциплінарними та відображають взаємозв'язок із європейськими рамками цифрової компетентності: DigComp (2.1) [143]— для базового розуміння цифрових компетенцій усіх громадян; DigCompEdu [183]— для педагогів, які використовують цифрові технології в навчанні; UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (2018) [192] — де цифрова компетентність учителя описується як поєднання знань, вмінь, ставлення та цінностей, підкреслює важливість педагогічної, технологічної та дидактичної складової цифрової компетентності.

Таким чином, вибір саме когнітивного, діяльнісного, мотиваційного та

рефлексивного критеріїв дозволяє комплексно охопити не лише технічні знання, а й педагогічну зрілість, інноваційність, мотивацію до постійного розвитку — риси, що сьогодні визначають ефективного вчителя в умовах цифрової трансформації освіти. Такий підхід дозволяє оцінити сформованість компетентності з робототехніки не лише через здатність працювати з технічними пристроями або програмними середовищами, а й через педагогічну обґрунтованість застосування відповідних інструментів у реальному навчальному процесі, з урахуванням вікових, пізнавальних та емоційних особливостей учнів.

Когнітивний критерій охоплює знання вчителя про базові поняття, принципи та функціонування апаратно-програмних засобів робототехніки, зокрема Arduino та Tinkercad. Він передбачає розуміння теоретичних основ предмета, здатність пояснити ключові технічні терміни, а також здатність аналізувати та застосовувати знання для розв'язання навчальних задач. Цей критерій демонструє рівень теоретичної підготовки педагога, яка є основою для подальшого практичного застосування інструментів у викладанні.

Діяльнісний критерій фокусується на здатності вчителя ефективно використовувати знання з робототехніки в освітній практиці. Він охоплює практичні навички програмування, збирання схем, моделювання проєктів, а також вміння адаптувати дидактичні матеріали під потреби конкретного учня чи групи. Важливою складовою цього критерію є педагогічна доцільність застосування інструментів: наскільки вчитель уміє інтегрувати робототехніку в міжпредметний контекст, організовувати проєктну діяльність учнів, підтримувати навчальну мотивацію.

Мотиваційний критерій відображає внутрішню зацікавленість педагога в професійному зростанні та впровадженні інновацій. Він виявляється через готовність вчителя шукати нові підходи, брати участь у тренінгах, неформальних курсах, конкурсах, ініціювати та підтримувати впровадження робототехніки у школі. Важливим є усвідомлення значущості цифрових технологій для сучасної освіти, а також активна позиція вчителя щодо формування інноваційного

середовища в закладі освіти.

Рефлексивний критерій спрямований на оцінку здатності вчителя до самоаналізу, оцінювання ефективності власної педагогічної діяльності, внесення коректив у процес навчання відповідно до результатів учнів і власних спостережень. Він охоплює уміння критично осмислювати власну практику, узагальнювати досвід, формувати висновки й будувати стратегії професійного саморозвитку. Така рефлексія є необхідною умовою сталого професійного зростання в умовах змін і технологічного оновлення.

Кожен із наведених критеріїв оцінюється за чотирма рівнями: початковий, середній, високий та творчий. Початковий рівень передбачає лише елементарне розуміння чи вміння, що потребує зовнішньої підтримки; середній рівень відповідає стабільному, але ще не повністю автономному виконанню завдань; високий рівень демонструє достатню самостійність і гнучкість дій; творчий рівень характеризує здатність до ініціативного, інноваційного використання знань і навичок, створення нових педагогічних продуктів або моделей. Рівнева диференціація дозволяє не лише діагностувати стан сформованості компетентності, а й виявити напрямки подальшого вдосконалення професійної діяльності педагога.

Показники вимірювання для кожного критерію наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1.1.

Критерії, показники і рівні сформованості компетентності з робототехніки вчителя інформатики.

	Когнітивний	Діяльнісний	Мотиваційний	Рефлексивний
--	-------------	-------------	--------------	--------------

<p>н и з ь к и й</p>	<p>Розрізняє основні компоненти Arduino (контролер, датчики, світлодіоди). Може назвати базові функції Arduino IDE, але не вміє їх застосовувати. Усвідомлює, що Arduino використовується в освіті, але не розуміє його потенціалу. Здатен слідувати покроковим інструкціям без усвідомлення логіки виконуваних дій.</p>	<p>Підключає Arduino до комп'ютера, але не може самостійно завантажити код. Виконує прості експерименти за готовими інструкціями без розуміння деталей. Намагається змінити деякі параметри в готовому коді, але без успіху. Може фізично з'єднати компоненти на макетній платі, але не завжди правильно.</p>	<p>Виконує завдання лише за вказівками викладача. Проявляє мінімальний інтерес до Arduino, не ініціює власних експериментів. Уникає виконання завдань, що потребують критичного мислення. Не цікавиться новими методиками або ресурсами.</p>	<p>Не усвідомлює своїх помилок, потребує сторонньої допомоги. Уникає аналізу своїх проєктів. Не може пояснити, що саме зробив неправильно. Не проявляє ініціативу щодо покращення своїх навичок.</p>
--	--	---	--	--

С е р е д н і й	<p>Розуміє, як працює мікроконтролер і датчики, може пояснити основні принципи.</p> <p>Володіє базовими знаннями з програмування Arduino (цикл, змінні, оператори).</p> <p>Може пояснити логіку роботи простих схем (Blink, кнопка + світлодіод).</p> <p>Розрізняє аналогові та цифрові сигнали, розуміє їх використання.</p>	<p>Самостійно програмує та змінює код у простих прикладах (Blink, кнопка + LED).</p> <p>Будує базові схеми (резистори, кнопки, датчики температури).</p> <p>Використовує бібліотеки Arduino для розширення функціоналу своїх проєктів.</p> <p>Здатен комбінувати кілька сенсорів у межах одного пристрою.</p>	<p>Самостійно пробує нові завдання, якщо вони схожі на попередні.</p> <p>Прагне працювати в команді, але уникає складних завдань.</p> <p>Читає додаткові матеріали, але не впроваджує їх на практиці.</p> <p>Підписаний на освітні ресурси, але не бере активної участі в дискусіях.</p>	<p>Аналізує свої помилки після підказок викладача.</p> <p>На основі зворотного зв'язку вносить коригування в код або схему.</p> <p>Порівнює свої результати з іншими, намагається знайти покращення.</p> <p>Демонструє обережний підхід до самостійного навчання.</p>
--------------------------------------	---	---	--	---

в и с о к и й	<p>Може самостійно обирати необхідні компоненти для проєкту, знаючи їхні характеристики.</p> <p>Володіє знаннями про складніші алгоритми (робота з масивами, умовами, циклами).</p> <p>Аналізує та пояснює логіку складних схем (датчики температури, серводвигуни).</p> <p>Здатен знаходити та виправляти помилки в коді.</p>	<p>Створює комплексні проєкти (датчики температури + LCD дисплей).</p> <p>Самостійно розробляє та пише код для своїх схем.</p> <p>Використовує аналогові та цифрові входи/виходи в проєктах.</p> <p>Проводить тестування, виправляє баги, оптимізує код.</p>	<p>Самостійно шукає нові навчальні матеріали.</p> <p>Бере участь у конкурсах та виставках проєктів.</p> <p>Впроваджує нові методики у свої заняття.</p> <p>Допомагає колегам розібратися з Arduino.</p>	<p>Самостійно шукає та виправляє власні помилки.</p> <p>Після завершення проєкту аналізує його слабкі місця.</p> <p>Ділиться своїми напрацюваннями з іншими учасниками навчального процесу.</p> <p>Демонструє самокритичність і бажання розвиватися.</p>
---------------------------------	--	--	---	--

т в о р ч и й	Вміє адаптувати електронні схеми під різні задачі. Поєднує Arduino з іншими технологіями (IoT, AI, Web). Розробляє нові алгоритми та способи використання Arduino. Публікує власні матеріали або навчальні ресурси на основі досліджень.	Впроваджує нестандартні рішення в проєктах (мобільні додатки, керування через Bluetooth/Wi-Fi). Використовує Arduino у міждисциплінарних дослідженнях (фізика, біологія, екологія). Самостійно розробляє модулі та бібліотеки для Arduino. Створює інноваційні навчальні кейси для інших педагогів.	Створює власні навчальні програми або онлайн-курси. Генерує нові ідеї для застосування Arduino. Популяризує Arduino серед педагогів та учнів. Виступає на конференціях, веде блог або YouTube-канал .	Розробляє нові підходи до вирішення задач. Веде рефлексивний щоденник або портфоліо своїх проєктів. Аналізує та оптимізує свої навчальні методики. Дає рекомендації іншим педагогам щодо використання Arduino.
---------------------------------	--	--	---	--

Результативний складник – передбачає підвищення рівня цифрової компетентності вчителя інформатики з використання Arduino.

Розроблена модель використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики (Рис.1) сприяє підвищенню їхньої цифрової грамотності, розвитку практичних навичок у сфері програмування та електроніки, а також інтеграції інноваційних підходів у навчальний процес. Впровадження цієї методики дозволить забезпечити ефективне використання робототехніки в освітньому середовищі, стимулюючи зацікавленість учнів у технічних дисциплінах.



Рис. 5. Модель використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення можливостей використання Arduino в STEM-освіті та аналіз впливу таких технологій на мотивацію педагогів до професійного розвитку.

Висновки до Розділу 1.

У процесі аналізу теоретичних засад організації дистанційного та змішаного навчання, особливостей неформальної освіти та методичних підходів до розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики встановлено, що використання програмно-апаратного комплексу Arduino та хмарних симуляційних платформ, таких як Tinkercad Circuits, відкриває нові можливості для підвищення цифрової, інженерної й педагогічної компетентностей педагогів.

Уточнено та конкретизовано поняттєво-термінологічний апарат дослідження, зокрема, зміст поняття «компетентність з робототехніки вчителя інформатики», під яким розуміється його здатність проєктувати і використовувати в освітньому процесі робототехнічні системи та технології, а також адаптовувати ці технології під вікові особливості учнів та освітні цілі, спираючись на знання апаратних і програмних складників робототехнічних систем, вміння і навички їх використання, набуті як інтегрований результат професійної підготовки. Встановлено, що неформальна освіта створює сприятливі умови для індивідуалізованого, практико-орієнтованого й доступного навчання в умовах швидкої цифрової трансформації освіти.

Проаналізовано зарубіжний досвід розвитку компетентностей у сфері робототехніки, що охоплює такі напрями: конструктивістські й проєктно-орієнтовані підходи, навчання через практичну діяльність, застосування STEM-орієнтованих платформ, впровадження Arduino в учительську освіту. Зокрема, позитивні практики виявлено у США, Фінляндії, Канаді, Австралії та країнах ЄС. Їх спільною рисою є активна інтеграція дистанційних та змішаних форматів підготовки педагогів, а також інституційна підтримка формування цифрових компетентностей.

Аналіз вітчизняного досвіду засвідчив зростаючий попит серед педагогів на неформальні освітні формати, орієнтовані на вивчення Arduino, а також потребу у

доступних хмаро орієнтованих середовищах для розвитку професійної майстерності. Досвід організації онлайн-курсів, тренінгів та практикумів свідчить про ефективність застосування інструментів візуального моделювання (Tinkercad) та програмування мікроконтролерів у підвищенні ІКТ-компетентності вчителів.

У ході дослідження обґрунтовано доцільність застосування комплексу методичних підходів до розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. До таких підходів віднесено: проєктно-орієнтоване навчання, дослідницький підхід, інтеграцію STEM-компонентів, використання інтерактивних форм (воркшопів, хакатонів), гейміфікацію освітнього процесу та роботу з готовими освітніми наборами. Їх поєднання забезпечує практичну спрямованість, міждисциплінарність і гнучкість навчання, що відповідає специфіці сучасної неформальної освіти та потребам цифрової трансформації.

Встановлено, що поєднання апаратно-програмних платформ, таких як Arduino, з хмарними сервісами забезпечує: (1) гнучкість у виборі темпу та формату навчання; (2) доступність і масштабованість навчальних ресурсів; (3) розвиток міжпредметного підходу; (4) формування навичок командної роботи й творчого мислення.

Встановлено, що використання Arduino для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики у процесі неформальної освіти є ефективним за умови реалізації запропонованої структурно-функціональної моделі, яка включає шість взаємопов'язаних складників: цільовий, методологічний, змістовий, технологічний, діагностувальний і результативний.

Цільовий компонент визначає мету як формування цифрової компетентності вчителя інформатики з акцентом на володіння засобами освітньої робототехніки та їхнє впровадження в навчальний процес. Змістовий компонент охоплює навчальні модулі, що включають теоретичні відомості про електроніку, програмування, принципи роботи з платформою Arduino, а також практичні завдання з моделювання

та проєктування робототехнічних пристроїв із використанням Tinkercad Circuits, Wokwi та Arduino IDE.

Технологічний компонент моделі базується на поєднанні форм і методів проєктно-орієнтованого, дослідницького та гейміфікованого навчання в умовах змішаного або дистанційного формату. У рамках цього компонента передбачено використання цифрових інструментів для підтримки зворотного зв'язку, хмарних сервісів для організації спільної роботи, а також елементів навчального дизайну, що забезпечують індивідуалізацію освітньої траєкторії.

Діагностувальний компонент передбачає використання комплексної системи оцінювання, що охоплює як формувальне, так і підсумкове оцінювання рівня сформованості компетентності. Для вимірювання рівня цифрової компетентності вчителя інформатики з робототехніки доцільно використовувати критерії: когнітивний, діяльнісний, мотиваційний і рефлексивний, що характеризуються низкою показників для визначення рівнів цієї компетентності – низький, середній, високий, творчий.

Результативний компонент спрямований на підвищенні рівня цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики, їх здатності до самостійного створення робототехнічних освітніх проєктів і впровадження інновацій у практику викладання інформатики.

Таким чином, результати аналізу створюють методологічне підґрунтя для побудови ефективної методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти, що базується на використанні цифрових, симуляційних і хмарних технологій.

У розділі були використані праці автора: [35], [36], [37], [43].

РОЗДІЛ 2.

КОМПОНЕНТИ МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ КОМПЕТЕНТНОСТІ З РОБОТЕХНІКИ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В УМОВАХ НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ

У розділі II визначено загальну методику дослідження: методичний, технологічний та науковий рівень. Описано методику дослідження, завдання та етапи проведення дослідно-експериментальної роботи.

Науково обґрунтовано аспекти освітнього процесу: змісту навчання, методів і принципів педагогічної діяльності та виховання, дидактичних принципів проєктування хмаро орієнтованого середовища дистанційного навчання біології.

2.1. Загальна методика дослідження

Провідною ідеєю дослідження є положення про те, що методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти на основі використання Arduino та хмарних технологій є необхідною передумовою підвищення якості STEM-освіти та рівня цифрової компетентності педагогів.

Методичний рівень дослідження визначає модель формування професійної компетентності вчителя інформатики у сфері робототехніки, яка включає організаційно-змістовий компонент, етапи інтерпретації знань, перевірки та корекції результатів навчання. У запропонованій методиці Arduino і хмарні симулятори типу Tinkercad Circuits розглядаються як інструмент для практичного опанування навичок з основ схемотехніки, програмування, інженерного моделювання. Методика ґрунтується на принципах інтегративності, системності, науковості та орієнтації на самонавчання в умовах неформальної освіти.

Технологічний рівень дослідження розкриває можливості застосування хмаро орієнтованих ресурсів і симуляторів для організації навчання. Особливу увагу приділено платформам Arduino, Tinkercad, онлайн-інструкціям, відеоурокам,

форумам підтримки. У межах методики визначено критерії педагогічної доцільності використання тих чи інших цифрових інструментів, методів організації групової взаємодії, а також форм проєктно-орієнтованої роботи.

Науковий рівень дослідження визначається опорою на провідні концепції дистанційного і відкритого навчання, педагогіки партнерства, розвитку професійної компетентності та неформальної освіти. В межах дослідження розроблено авторську методику, апробовано її в освітньому процесі, виявлено позитивний вплив на формування цифрових, інженерних і педагогічних компетентностей учителів інформатики.

Методика дослідження. Для досягнення мети дослідження використано комплекс теоретичних, емпіричних і статистичних методів:

Теоретичні методи – аналіз психолого-педагогічної, методичної та спеціалізованої літератури, вітчизняного й закордонного досвіду, вивчення освітніх політик та стандартів, що стосуються робототехніки й цифрової компетентності.

Емпіричні методи – спостереження, моделювання, анкетування, проєктування, педагогічний експеримент, експертне оцінювання. Було проведено експериментальне впровадження розробленої методики у навчальні курси підвищення кваліфікації, тренінги та семінари для вчителів інформатики.

Статистичні методи – обробка результатів експерименту з використанням методів математичної статистики. Застосовано методику оцінювання динаміки розвитку компетентностей, зокрема через критерії Фішера.

Завдання дослідно-експериментальної роботи:

Визначити складники професійної компетентності вчителя інформатики з робототехніки;

Розробити та впровадити методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти;

Провести навчання вчителів за цією методикою (семінари, майстер-класи, онлайн-курси);

Оцінити результати впровадження методики й рівень зростання компетентностей;

Узагальнити отримані результати й надати практичні рекомендації для подальшого поширення досвіду.

Дослідження здійснювалося упродовж 2020–2024 років і проводилося в три етапи. На першому етапі дослідження (2020–2021 рр.) було визначено мету, об’єкт, предмет та завдання дослідження, сформульовано гіпотезу, окреслено методологічну та теоретичну базу. Проведено аналіз наукової літератури з проблем цифрової компетентності, STEM-освіти, неформального навчання та впровадження робототехніки в педагогічну практику. Досліджено сучасний стан підготовки вчителів інформатики до використання платформ Arduino і TinkerCad. Розроблено програму експериментального дослідження, обрано базу проведення експерименту, визначено методи збору та аналізу емпіричних даних, критерії та показники ефективності методики.

На другому етапі (2021–2022 рр.) було обґрунтовано та створено модель формування компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти. Розроблено критерії та показники сформованості цифрової компетентності у сфері робототехніки, модель використання платформи Arduino в освітньому процесі неформального навчання педагогів. Визначено дидактичні умови та особливості впровадження робототехнічного навчання у системі підвищення кваліфікації вчителів інформатики. Розроблено авторську методику, що поєднує використання апаратних засобів Arduino та віртуального середовища TinkerCad, підготовлено методичні матеріали для проведення практичних занять, тренінгів, консультацій. Реалізовано пілотний регіональний освітній проєкт із впровадження методики в межах неформальної освіти педагогів.

На третьому етапі (2022–2024 рр.) проведено експериментальну перевірку ефективності розробленої методики розвитку компетентності з робототехніки у вчителів інформатики. Проаналізовано отримані результати, здійснено їх кількісну

та якісну оцінку із застосуванням методів математичної статистики. Сформульовано висновки та практичні рекомендації щодо організації неформального навчання педагогів з робототехніки, окреслено напрями подальшого вдосконалення авторської методики та можливості її масштабування. Результати дослідження були представлені на науково-практичних семінарах, конференціях і методичних заходах обласного, всеукраїнського та міжнародного рівнів.

Результати експериментальної роботи засвідчили ефективність запропонованої методики та можливість її масштабування в системі післядипломної педагогічної освіти без значних матеріальних затрат.

2.2. Основні компоненти методики

В умовах цифрового суспільства в сучасному освітньому контексті неформальна освіта вчителів набуває все більшої актуальності. Вона сприяє підвищенню мотивації вчителів до професійного зростання та самовдосконалення, що в свою чергу дозволяє вчителям ефективніше впроваджувати інноваційні методики та підходи в освітньому процесі.

Сучасні підходи до підвищення професійної компетентності вчителів інформатики потребують переосмислення організації освітнього процесу з урахуванням технологічних інновацій, зокрема засобів освітньої робототехніки. Особливого значення набуває створення методики системи розвитку таких компетентностей саме в умовах неформальної освіти, яка є гнучкою, практико-орієнтованою та здатною оперативно реагувати на запити вчителів і потреби шкільної освіти.

Метою створення методики є забезпечення умов для цілеспрямованого розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики, що охоплює як базові знання про мікроконтролери Arduino, основи схемотехніки й програмування, так і навички організації проєктної діяльності учнів засобами робототехніки, опанування хмарних середовищ моделювання й симуляції електроніки (Tinkercad Circuits, Wokwi тощо).

Використання методики передбачає: вибір Arduino як базової платформи для навчання робототехніки; застосування хмарних симуляторів і середовищ моделювання для набуття інженерно-програмувальних навичок; формування навичок організації мікропроектної діяльності на основі задач реального світу; організацію тренінгів, онлайн-курсів, хакатонів, майстер-класів у межах неформальної освіти; інтеграцію змісту робототехніки в освітні модулі інформатики та STEM-напряму.

Сутність методики ґрунтується на трикомпонентній моделі компетентнісного підходу, яка включає когнітивний (знання про робототехніку та програмування), операційно-діяльнісний (здатність застосовувати знання на практиці) та ціннісно-мотиваційний (готовність до використання робототехніки у професійній діяльності) компоненти [82]. Кожен з них реалізується через відповідні освітні модулі, що структуровано охоплюють контент, інструменти і методики навчання. Такий підхід відповідає логіці сучасної педагогіки компетентностей, де формування професійної готовності розглядається як інтегративний процес, що поєднує знання, досвід та ціннісні установки [22].

Під методикою розвитку компетентності з робототехніки у межах однієї навчальної одиниці розуміємо нормативно побудований процес формування знань і навичок на основі визначеної мети, змісту, технологій навчання, методів оцінювання результатів і тривалості навчання. Зміст методик охоплює як окремі модулі (Arduino Starter, Основи електроніки, Середовище Tinkercad), так і міжпредметні блоки (STEM-проектування, педагогіка робототехніки, цифрове моделювання).

Структура методики базується на засадах проектного навчання, що передбачає виконання учнями практико-орієнтованих завдань, пов'язаних із реальними проблемами та технологіями. Такий підхід підтримується численними дослідженнями, які вказують на його ефективність у розвитку інженерного мислення, технологічної творчості та мотивації до навчання (Blumenfeld et al., 1991; Krajcik & Blumenfeld, 2006) [123]. У неформальній освіті проектна діяльність

посилюється гнучкістю форм роботи – від очних тренінгів до асинхронних онлайн-курсів, що дозволяє враховувати індивідуальні траєкторії розвитку педагогів. Методика має гнучку структуру, що дозволяє її адаптацію під різні цільові аудиторії – вчителів-початківців, досвідчених педагогів, керівників гуртків. Її компоненти можуть застосовуватись як окремо, так і в інтегрованому форматі в межах програм неформальної освіти.

Засоби реалізації методики включають:

Arduino-плати та комплектуючі;

хмарні платформи Tinkercad, Wokwi, Arduino Cloud;

інструктивні та демонстраційні матеріали (відеоуроки, онлайн-посібники);

цифрові інструменти зворотного зв'язку, тестування, верифікації проєктних рішень;

форуми підтримки та спільноти практиків.

Технічна компонента методики реалізується через апаратно-програмні засоби, які не вимагають дороговартісного обладнання та легко адаптуються до різних умов навчання. Це відповідає принципам доступності та масштабованості, рекомендованим Європейською рамкою цифрової компетентності для освітян DigCompEdu [183], яка наголошує на важливості використання відкритих інструментів і онлайн-середовищ для розвитку цифрової компетентності вчителів.

Методика передбачає організацію навчального процесу з урахуванням принципів гнучкості, відкритості, доступності, індивідуалізації та практичної значущості. Її впровадження сприяє розширенню професійного інструментарію вчителя, підвищенню його готовності до реалізації STEM-компоненти в освітньому процесі, розвитку критичного мислення, інженерної творчості та цифрової грамотності.

Таким чином, кожен компонент методики – цільовий, змістовий, технологічний, результативний – виконує свою функцію у формуванні цілісної професійної компетентності через формування її складника – цифрової

компетентності вчителя інформатики з робототехніки. Змістовий компонент забезпечує набуття теоретичних і прикладних знань; технологічний – оволодіння засобами й методами навчання робототехніки, реалізацію різних форм навчання (очні тренінги, онлайн-курси, практикуми), моніторинг результатів та формування рефлексивної здатності вчителя до саморозвитку. Така структурованість дозволяє методиці бути ефективним інструментом у системі професійного розвитку вчителів інформатики.

Зміст методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти спрямовано на формування та вдосконалення цифрових, інженерних і педагогічних умінь учителів щодо застосування засобів освітньої робототехніки у навчальному процесі. Основна увага приділяється використанню апаратно-програмних платформ Arduino, симуляторів електроніки (Tinkercad Circuits, Wokwi) та хмарних сервісів, що забезпечують можливості для моделювання, візуалізації й інтерактивного навчання.

Методи навчання, що застосовуються в межах методики, охоплюють:

Словесні методи: пояснення, інструктажі, дискусії, короткі лекції у форматі відеоуроків;

Практичні методи: виконання вправ на побудову схем, складання пристроїв, програмування контролерів, робота з Arduino IDE та Tinkercad Circuits;

Дослідницькі методи: проєктне навчання, частково-пошуковий і проблемно-орієнтований підхід до розв’язання практичних задач у галузі освітньої робототехніки.

Форми навчання, що реалізуються в межах методики:

очні або онлайн-семінари, тренінги й практикуми;

самостійна робота з інструкціями та відеоматеріалами;

мікропроєкти з робототехніки (індивідуальні й групові);

консультації (очно/дистанційно);

участь у мережевих освітніх проєктах (наприклад, спільне моделювання схем або змагання зі створення робототехнічних рішень);

навчання у змішаному форматі, з використанням LMS-платформ або Google Classroom.

Серед інноваційних форм навчання доцільним є комбінований тренінг з використанням симуляторів Arduino у хмарному середовищі. Такий тренінг поєднує очну взаємодію з інструктором із самостійною роботою в Tinkercad Circuits, спільним аналізом рішень, отриманих у рамках навчального сценарію. Ефективність навчання посилюється завдяки застосуванню шаблонів робочих листів, онлайн-опитувань, взаємооцінювання та залучення експертів (менторів) як консультантів.

У межах тренінгу вчителям також надаються методичні зразки уроків для учнів (конспекти, навчальні сценарії, вправи), які не є частиною безпосереднього змісту тренінгових занять, але демонструють шляхи застосування набутих знань на практиці.

Ці матеріали можуть використовуватись для індивідуального опрацювання після тренінгу або як основа для створення власних уроків.

За потреби, тренер може запропонувати учасникам проаналізувати окремі фрагменти таких сценаріїв як кейси під час модулів 5–6.

Засоби навчання, передбачені методикою:

апаратно-програмні комплекси Arduino;

емулятори та онлайн-платформи (Tinkercad Circuits, Wokwi);

сервіси Google (Docs, Drive, Meet, Classroom), платформи для спільної роботи (Padlet, Jamboard, Trello);

відеоуроки, навчальні презентації, цифрові інструкції;

електронні тести, інтерактивні завдання в середовищі Moodle або Google Forms.

Результативний компонент методики включає:

розвиток цифрової та інженерної компетентності вчителів;
зростання здатності до інтеграції робототехніки в навчальні програми;
підвищення якості організації STEM-діяльності в ЗЗСО;
формування готовності до самостійної розробки й реалізації освітніх проєктів із використанням Arduino.

2.2.1. Елементи змісту методики

Реалізація методики здійснюється через змістовно структуровані модулі, кожен із яких відповідає ключовим аспектам компетентності з робототехніки: базовим знанням з електроніки, практичній роботі з контролерами, програмуванню мікросхем, організації навчальних STEM-проєктів, інтеграції робототехнічного компонента в шкільний курс інформатики.

Назва програми: Arduino та Tinkercad Circuits для розвитку цифрової компетентності вчителя інформатики

Форма навчання: Неформальна освіта (серія тренінгів)

Тривалість: 30 годин (6 модулів по 5 годин)

Мета програми: Розвиток цифрової компетентності вчителів інформатики шляхом опанування основ електроніки, використання віртуального середовища Tinkercad Circuits та основ програмування мікроконтролера Arduino для реалізації навчальних STEM-проєктів.

Очікувані результати навчання:

- створювати та аналізувати прості електронні схеми у Tinkercad Circuits;
- програмувати мікроконтролер Arduino на базовому рівні (C/C++);
- інтегрувати практичну STEM-компоненту в уроки інформатики;
- організовувати проєктну діяльність учнів із використанням Arduino.

Структура навчальної програми:

Модуль 1. Вступ до Arduino та Tinkercad Circuits

Огляд можливостей Arduino та онлайн-середовища Tinkercad Circuits. Реєстрація та створення класів. Інтерфейс користувача. Додавання компонентів, запуск симуляції. Переваги віртуального моделювання.

Форма роботи: демонстрація, практикум, самостійна робота.

Модуль 2. Основи електроніки для роботи з Arduino

Поняття струму, напруги, опору. Закон Ома. Робота з резисторами, світлодіодами, кнопками. Симуляція схем. Аналіз схеми та використання вимірювальних приладів у Tinkercad.

Форма роботи: мінілекція, вправа, обговорення.

Модуль 3. Програмування в Arduino: перші кроки

Основи мови C/C++ для Arduino. Структура скетча (setup, loop). Команди pinMode, digitalWrite, delay. Створення програми для керування світлодіодом.

Форма роботи: практикум, робота з кодом, тестування.

Модуль 4. Взаємодія з кнопками та змінними

Цифрові сигнали. Робота з кнопками, зчитування їхнього стану. Використання змінних та операторів if-else. Управління кількома світлодіодами.

Форма роботи: вправи, кодінг, аналіз результатів.

Модуль 5. Аналогові сигнали, датчики, потенціометри

Різниця між аналоговими та цифровими сигналами. Використання analogRead, analogWrite. Підключення потенціометра, фоторезистора, датчика температури. Управління яскравістю LED.

Форма роботи: практикум, експерименти.

Модуль 6. Створення навчальних STEM-проектів

Об'єднання знань: створення інтерактивних проектів із використанням Arduino у Tinkercad. Приклади шкільних STEM-проектів. Робота в групах. Презентація ідей. Оцінювання і рефлексія.

Форма роботи: групова робота, презентація, зворотний зв'язок.

2.2.2. Реалізація методики

Методика є інтегрованою сукупністю підходів до формування професійної компетентності, в основі якої лежить поєднання: змістової близькості навчальних тем (електроніка, програмування, STEM), спільних освітніх цілей (розвиток компетентності вчителів у сфері робототехніки), педагогічних технологій (проектне навчання, хмаро орієнтоване середовище), єдиного інструментального середовища (Arduino, Tinkercad).

Реалізація методики здійснюється двома основними шляхами:

Навчання за авторською програмою серії тренінгів з робототехніки, що може бути інтегроване у програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників;

Участь в системі неформальної освіти – тренінги, вебінари, майстер-класи, індивідуальні онлайн-консультації тощо, які проводяться у межах освітніх проєктів, пілотних експериментів або ініціатив самоосвіти.

Метою запровадження *програмно-апаратного комплексу Arduino* у процес неформальної освіти вчителя інформатики є формування здатності до успішного використання інформаційних технологій у своїй професійній діяльності, творчого підходу до вирішення нестандартних проблем, глибокого оволодіння основами дисципліни. З цією метою була розроблена методика використання *комплексу* у неформальній освіті вчителів, спрямована на (i) формування професійних компетентностей вчителів інформатики та фізики, що дасть можливість успішно адаптуватися до вимог інформаційного суспільства; розвиток творчого підходу до вирішення нестандартних завдань; та (iii) формування навичок використання ІКТ, необхідних для аналізу, моделювання та вирішення теоретичних та практичних задач у професійній діяльності.

Методика використання апаратно-програмного комплексу Arduino була впроваджена для навчання вчителів інформатики та фізики у системі неформальної освіти. Для роботи з цим комплексом вчителі реєструвалися у хмарному середовищі та отримували обліковий запис, що надавав доступ до готових проєктів із поясненнями, а також до сервісів для індивідуальної та групової роботи. Платформа

Tinkercad зарекомендувала себе як надійний, інтуїтивно зрозумілий та логічно організований інструмент для навчання. При використанні хмарних сервісів дані зберігаються у центрі опрацювання даних, а доступ до них здійснюється через браузер, що дозволяє працювати з різних пристроїв із доступом до Інтернету. Така хмарна модель організації доступу до ІКТ створює необхідні умови для розвитку навичок командної роботи, важливих для сучасних фахівців, обізнаних з ІТ.

Для організації групової роботи з вчителями була використана платформа Tinkercad, але з інтегрованими класами, оскільки в даній платформі реалізовано наступні можливості: корегувати дії викладача, вести групове та індивідуальне спілкування, робити замітки по кожній з робіт, робити нотатки, відслідковувати прогрес успішності, зберігати роботи. Застосування програмно-апаратного комплексу не складатиме вчителям особливих труднощів у вирішенні поставлених завдань, для роботи потрібно лише мати доступ до мережі інтернет. Однак для користування хмарними сервісами необхідно пройти короткий інструктаж роботи з ними.

Завдяки впровадженню комплексу у навчальний процес вчителів з'являється можливість зосередити увагу на принципах, підходах, звільнити час та зусилля, які витрачаються на створення навчального матеріалу, зрозуміла платформа значно покращує процес навчання.

При вирішенні завдань в галузі основ ІКТ в освіті забезпечується міждисциплінарна інтеграція інформатики, математики, фізики та інших наук. Це сприяє інтелектуальному розвитку педагогів, формуючи цілісне бачення мети та забезпечуючи розвиток як декларативних, так і процедурних знань.

Програмно-апаратний комплекс Arduino відкриває широкі можливості для вирішення прикладних завдань, обробки інформації, зберігання та представлення даних. Викладач, використовуючи хмарні сервіси, легко вирішує поставлені завдання, знижуючи психологічні бар'єри у використанні сучасних ІКТ і усвідомлюючи важливість платформи для успішної реалізації навчальних цілей.

Розв'язання практичних задач за допомогою хмарних сервісів сприяє формуванню професійних компетентностей.

Доцільним є використання сучасного навчального середовища як одного з мотивуючих інструментів, щоб розширити можливості викладачів, підвищити ІКТ-компетентність, сприяти креативності, продемонструвати практичне застосування знань і посилити міжпредметні зв'язки. Основною перевагою комплексу Arduino в навчальному середовищі є розширення доступу до сучасного обладнання через онлайн-платформу, до якої можуть приєднатися всі учасники навчального процесу.

Комплекс Arduino позитивно впливає на:

- формування навичок роботи в середовищі програмування мікроконтролерів;
- розуміння структури програм та їх елементів, змінних, виразів, масивів, логічних конструкцій, функцій, бібліотек тощо;
- розвиток умінь створення програмного коду відповідно до поставлених завдань і його інтеграції в середовище мікроконтролера;
- засвоєння основних понять з електрики;
- формування знань про ключові елементи цифрових схем;
- покращення навичок в розумінні, модифікації та проектуванні електричних схем на основі вивченого матеріалу;
- опанування роботи із сенсорами, їх налаштування, обробку даних та аналіз технічної документації.

Сучасні тенденції розвитку технологій зумовлюють потребу в інноваціях у сфері освіти, зокрема у впровадженні міждисциплінарних підходів для розвитку ІКТ-компетентностей. Використання програмно-апаратного комплексу Arduino у неформальній освіті вчителів інформатики та фізики відкриває нові можливості для ефективного навчання, сприяє поглибленню знань, підвищенню кваліфікації та розвитку професійних навичок у галузі інформаційних технологій.

По-перше, Arduino та суміжні хмарні сервіси формують гнучке середовище навчання, яке є доступним, безпечним та ефективним для зберігання даних. Це забезпечує широкі можливості для адаптації комплексу до різноманітних педагогічних цілей, сприяє зручному використанню матеріалів для як індивідуального, так і колективного навчання. Завдяки цьому вчителі можуть без додаткових зусиль інтегрувати Arduino у свій навчальний процес та застосовувати його у розробці різних прикладних проєктів.

По-друге, впровадження комплексу Arduino в освіту сприяє розвитку міжпредметних зв'язків. Завдання, що вирішуються за допомогою Arduino, стимулюють інтеграцію знань з інформатики, фізики, математики та інших дисциплін. Це формує у вчителів комплексне бачення задач, навчає їх застосовувати різні галузеві знання на практиці та розвиває як теоретичні, так і практичні навички. Такий підхід позитивно впливає на мотивацію викладачів до опанування нових технологій та удосконалення своїх професійних компетентностей.

По-третє, Arduino полегшує засвоєння навичок роботи в середовищі програмування мікроконтролерів, формує розуміння основ програмування, структур даних та логічних конструкцій. Вивчення основних понять електроніки, побудови цифрових схем, роботи з сенсорами та обробки даних сприяє не лише підвищенню кваліфікації вчителів, але й надає їм інструменти для успішного впровадження проєктного підходу в навчальний процес. Вчителі отримують можливість обирати та комбінувати методи навчання, що найбільш ефективно сприятимуть розвитку ІКТ-компетентності їхніх учнів.

Крім того, інтеграція Arduino з хмарними сервісами сприяє розвитку навичок командної роботи та комунікації, що є важливими у сучасному високотехнологічному середовищі. Використання хмарних платформ розширює можливості доступу до навчальних матеріалів, дозволяє ефективно обробляти та зберігати дані, об'єднує вчителів і учнів для спільного виконання завдань. Ця

модель навчання розвиває компетенції, що важливі для професійної самореалізації, креативності та здатності до інновацій.

Проведене дослідження свідчить, платформа Tinkercad є ефективним засобом для організації навчання вчителів інформатики використанню програмно-апаратного комплексу Arduino. Завдяки опануванню низки навчальних тем і проведення творчих робіт, які можна було організувати на єдиній платформі, до якої викладачі і вчителі могли отримувати доступ у будь-якому місці і у будь-який час, значно розширилися можливості організації якісного навчання; розширився доступ до електронних ресурсів; підвищився рівень організації навчального процесу завдяки структуруванню матеріалу і підтримуванню ресурсів для вивчення в актуальному стані.

Сучасні тенденції розвитку технологій зумовлюють потребу в інноваціях у сфері освіти, зокрема у впровадженні міждисциплінарних підходів для розвитку ІКТ-компетентностей. Використання програмно-апаратного комплексу Arduino у неформальній освіті вчителів інформатики та фізики відкриває нові можливості для ефективного навчання, сприяє поглибленню знань, підвищенню кваліфікації та розвитку професійних навичок у галузі інформаційних технологій.

Особливу роль Arduino відіграє у підготовці вчителів до викладання основ робототехніки. Ця платформа дає змогу опанувати базові та поглиблені елементи створення інтелектуальних пристроїв, які взаємодіють із середовищем за допомогою сенсорів, актуаторів та алгоритмів керування. На відміну від курсу з автоматизації або мікроконтролерного програмування, робототехніка передбачає цілісне проєктування пристроїв, здатних до автономної або напівавтономної поведінки в динамічних умовах, і саме Arduino надає відповідний інструментарій для цього.

У межах тренінгів із застосуванням Arduino вчитель може опанувати такі ключові елементи робототехніки:

принципи сенсорної взаємодії з довкіллям – робота з датчиками температури, освітлення, відстані, вологості, акселерометрами, магнітометрами тощо. Вчитель набуває розуміння, як сенсори формують основу поведінки автономних роботів і як їхня інформація обробляється в реальному часі;

створення алгоритмів прийняття рішень – програмування мікроконтролера з використанням умовних операторів, циклів, логічних функцій. Це формує навички алгоритмічного мислення в контексті фізичного об'єкта, який реагує на зміни в середовищі;

керування виконавчими механізмами – зокрема сервоприводами, двигунами постійного струму, реле. Це дозволяє реалізовувати поведінкові сценарії роботів: рух, керування маніпуляторами, відкриття-закриття механізмів тощо;

інтегрування елементів у єдину систему – поєднання сенсорів, актуаторів і програмного забезпечення в комплексний пристрій, здатний автономно функціонувати. Такі завдання, як побудова лінійного слідувача, системи уникання перешкод або автоматичної системи поливу, дозволяють побачити взаємозв'язок усіх складових.

Проектна та дослідницька діяльність – Arduino сприяє розвитку в учителів проектного підходу, що відповідає сучасним освітнім трендам. Вчитель навчається створювати навчальні кейси з реальним застосуванням: наприклад, екологічний моніторинг, системи розумного дому, STEM-проекти.

Важливо наголосити, що саме поєднання програмування, електроніки, моделювання поведінки, а також системного мислення і вирішення задач у невизначених умовах виводить навчання з Arduino за межі простої автоматизації. Уміння створити конструкцію, запрограмувати її реакції, протестувати систему в дії, удосконалити поведінку пристрою в нових умовах – усе це наближає вчителя до розуміння суті сучасної робототехніки.

Іншими словами, навчання з Arduino не просто розширює цифровий інструментарій вчителя, а формує базу для розвитку робототехнічного мислення як

частини компетентнісного підходу до STEM-освіти. Така підготовка має практичну орієнтацію, підвищує мотивацію до професійного зростання й створює умови для залучення школярів до інноваційної технічної творчості.

2.2.3. Особливості роботи з середовищем

Для початку роботи вчителю необхідно зареєструватися на платформі Tinkercad. Це можна зробити за допомогою електронної пошти або облікового запису Google.

Після реєстрації обираємо меню “Classes” => “Create new class”.

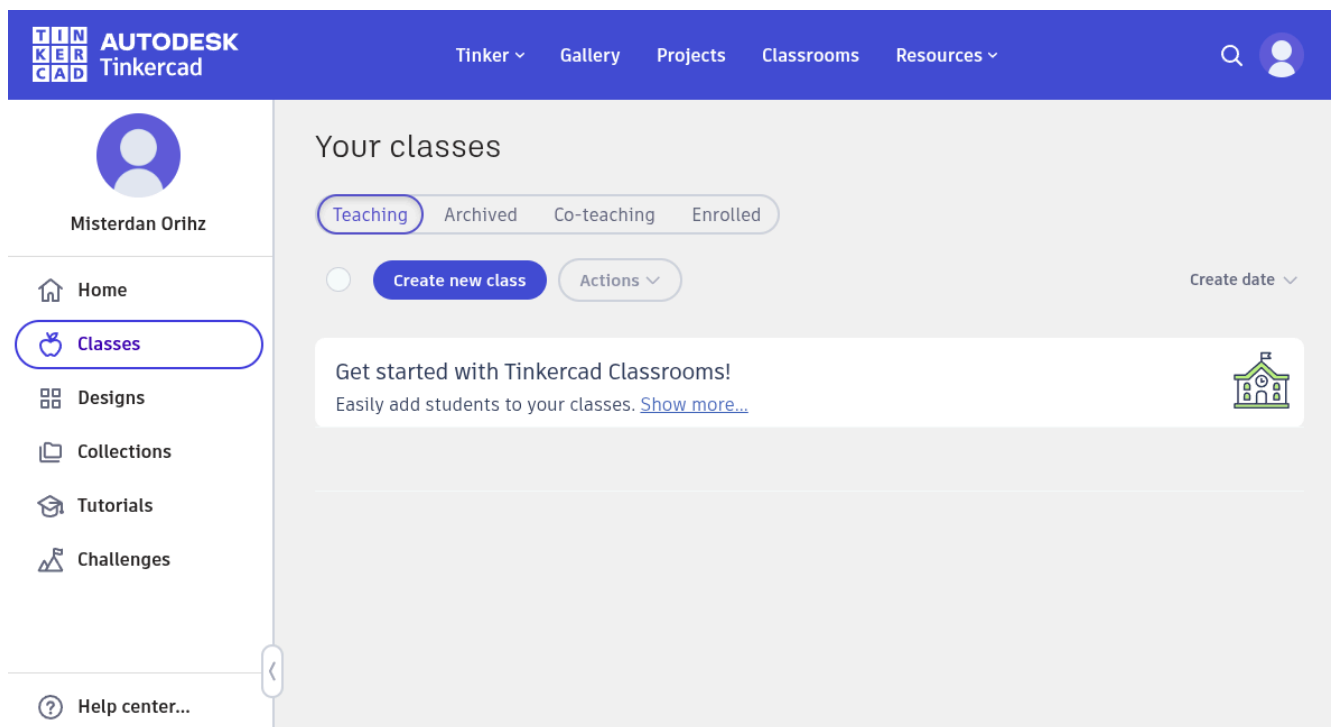


Рис. 6. Вигляд діалогового вікна акаунту користувача

У діалоговому вікні містяться меню “Class name”, “Grades/ages”, “Subject”, “Class Safe Mode setting”. Заповнюємо ці поля. Меню “Subject” видає опції “Architecture”, “Art”, “Computer Science / Coding”, “Design / 3D Design”, “Electronics”, “Engineering”, “General Education”, “Language Arts”, “Mathematics”, “Robotics”, “Science”, “Social Studies”, “Technology”, “Woodshop”, “Other”.

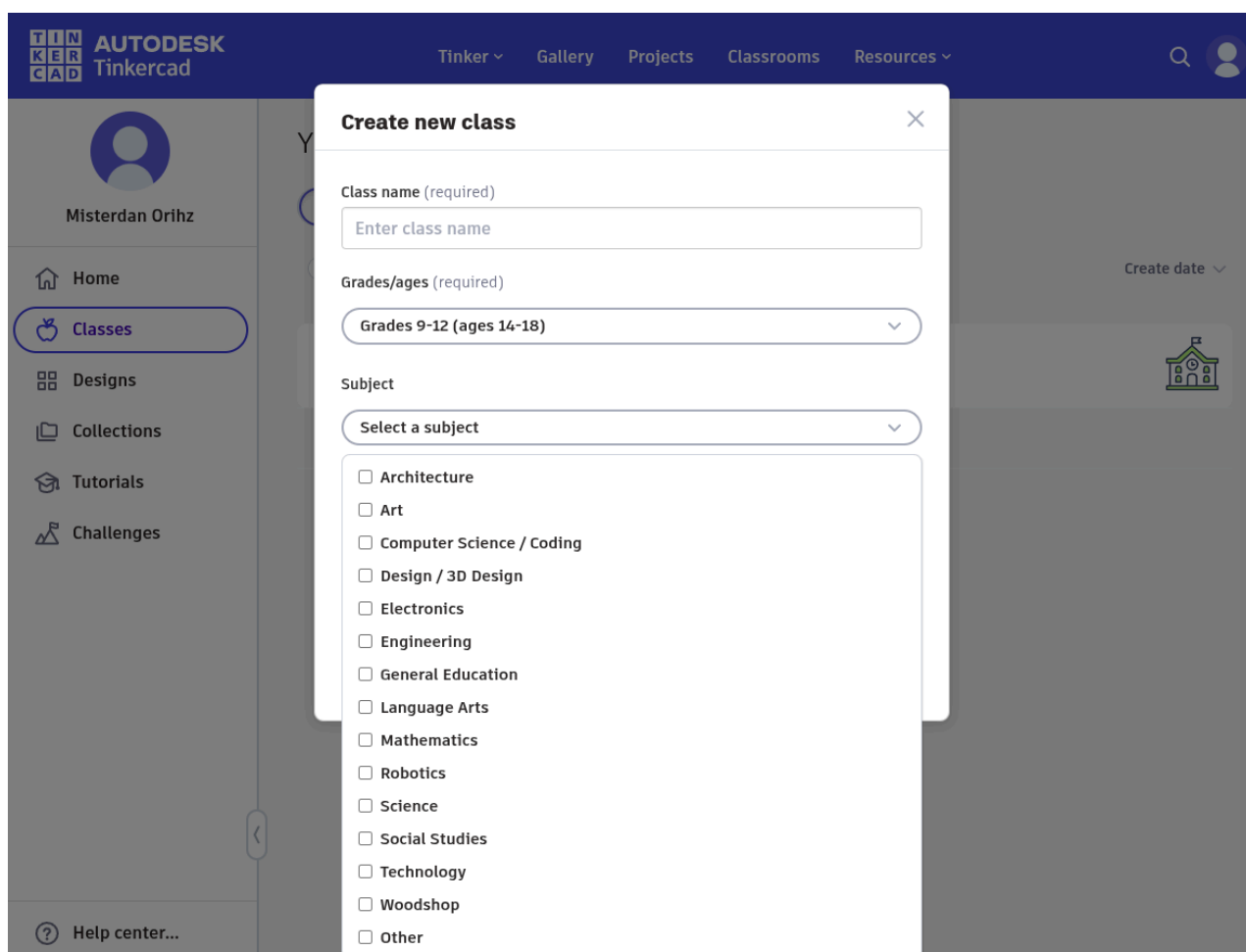


Рис.7. Створення нового класу

Якщо вчитель створює клас для роботи з Tinkercad Circuits і Arduino, найкращими варіантами будуть:

- Electronics – якщо фокус на електроніці та схемах
- Computer Science / Coding – якщо планується програмування Arduino
- Robotics – якщо використовується Arduino для робототехніки
- Technology або Engineering – якщо курс ширший і включає різні технічні аспекти

Якщо основна тема – віртуальне моделювання і програмування в Tinkercad та Arduino, тоді найкращим вибором буде Electronics або Computer Science / Coding.

Створений клас слід наповнити навчальним матеріалом і отримати Class link, тобто ідентифікаційний код класу, за яким учень приєднається до навчання.

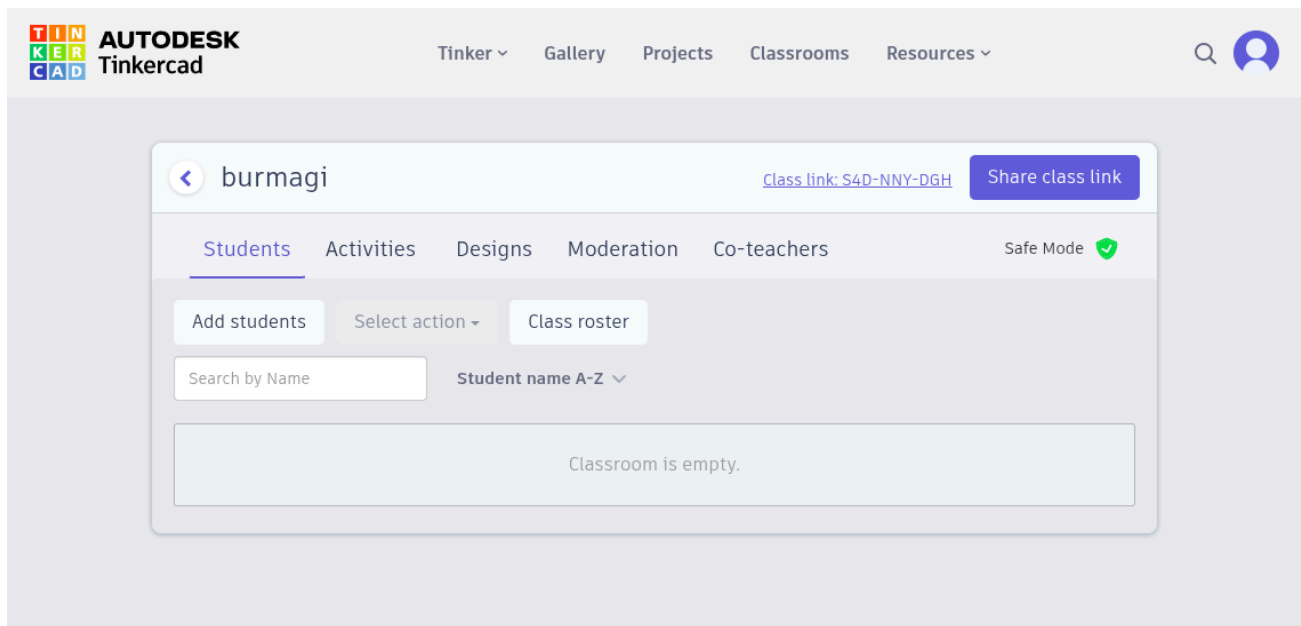


Рис.8. Вигляд вікна створеного класу

Учень також створює власний акаунт. Зайшовши у свій акаунт, учень обирає опцію меню “Classes”. У вікні “Your Classes” обираємо “Join a Class”.

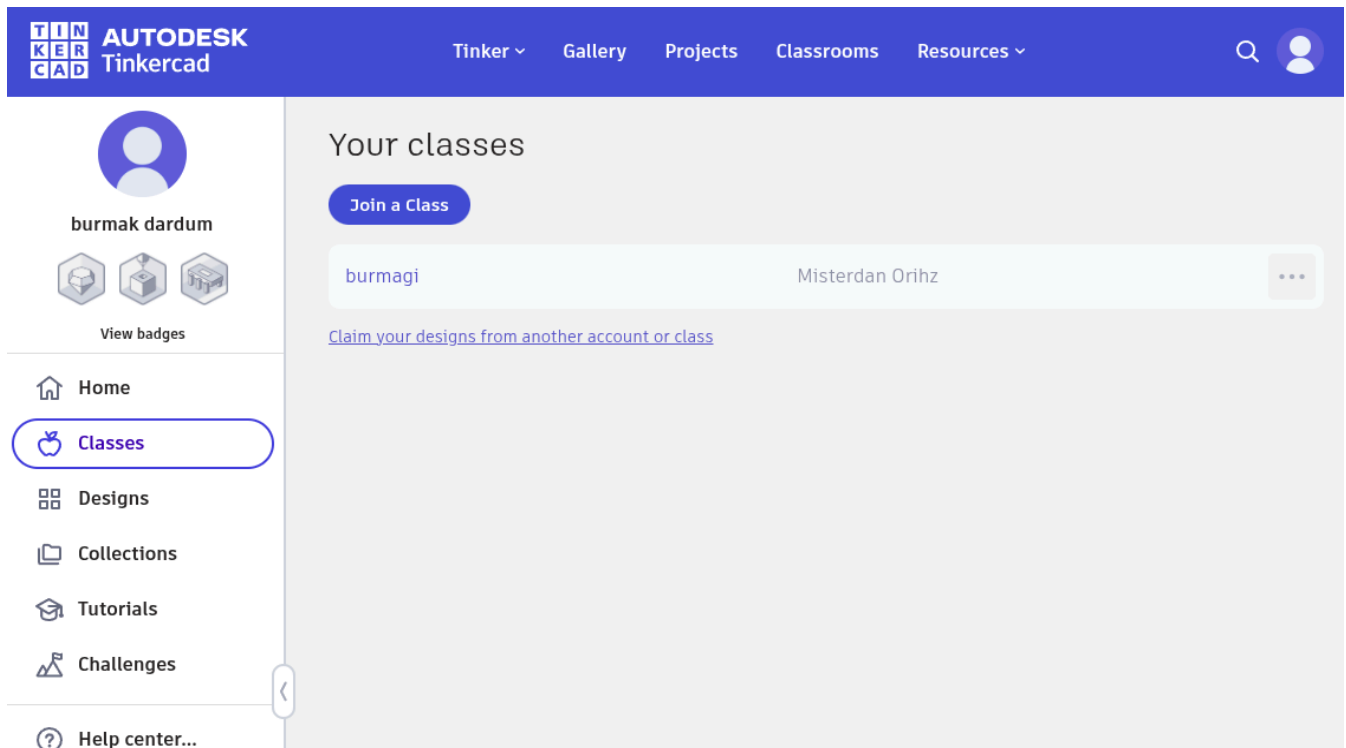


Рис. 9. Вікно приєднання до класу

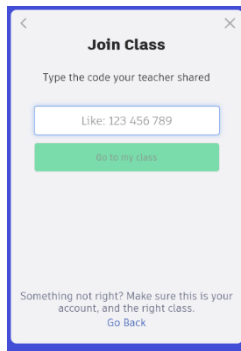


Рис. 10. Вікно для введення коду класу

В діалоговому вікні “Join Class” учень повинен занести код класу.

2.2.4. Основні інструменти середовища

Коли клас створено викладач створює курс (tutorial), який наповнює матеріалом, наявним в середовищі Tinkercad. Для цього викладач заходить в меню “Home” і в розділі “Circuits”:

Головний екран Tinkercad Circuits містить такі основні розділи:

Панель інструментів – кнопки для додавання компонентів, керування симуляцією.

Область проектування – місце, де створюється схема.

Список компонентів – набір доступних електронних елементів, таких як резистори, світлодіоди, кнопки, мікроконтролери.

- **Додавання електронних компонентів**

Щоб додати компонент до схеми, потрібно:

Відкрити список доступних елементів.

Обрати необхідний елемент та перетягнути його в область проектування.

Підключити компоненти між собою за допомогою провідників.

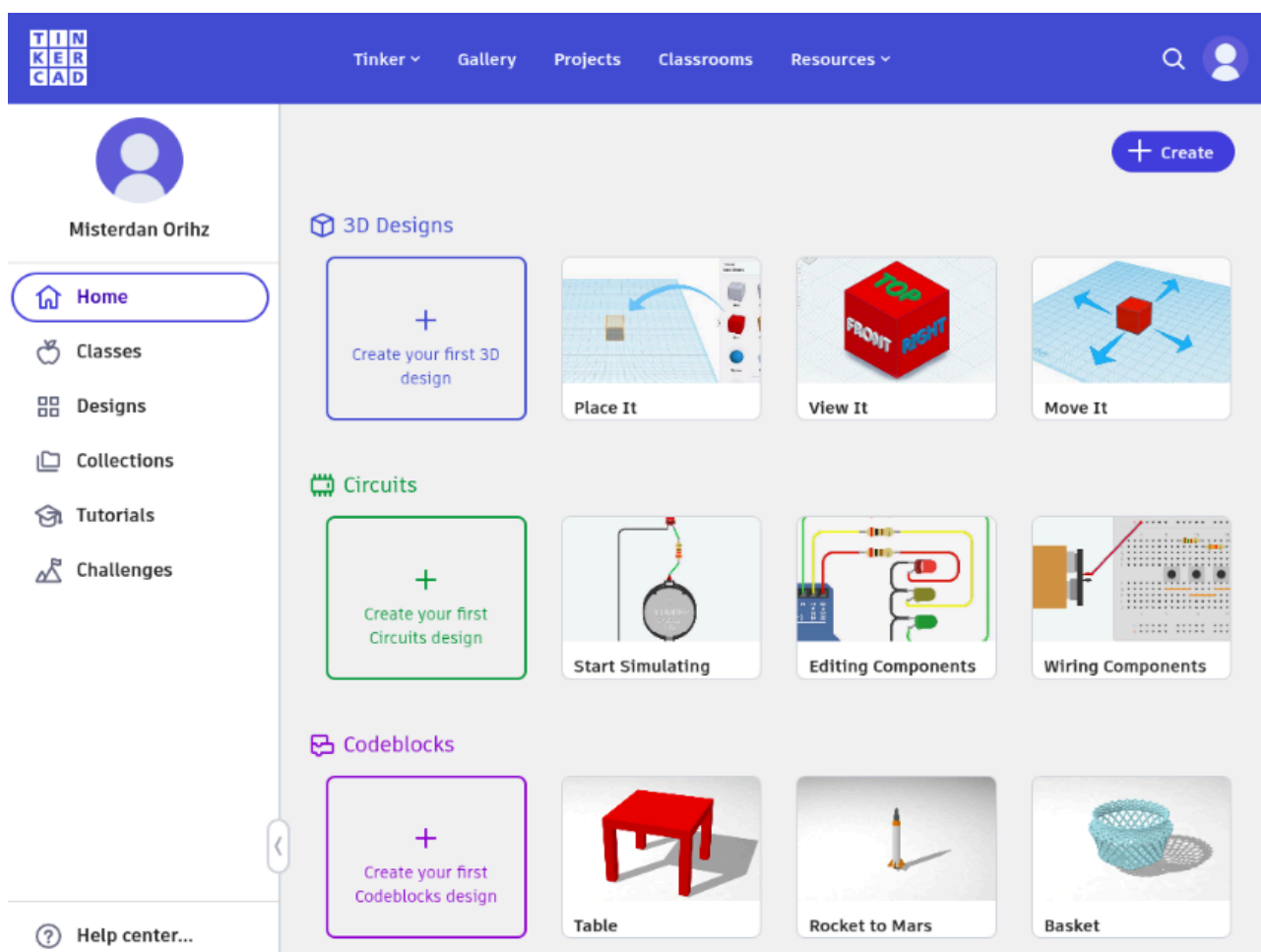


Рис. 11. Набір інструментів платформи Tinkercad Circuits

-
- **Використання блокового та текстового програмування**

Tinkercad підтримує два режими програмування:

Блокове програмування – візуальне створення програм за допомогою готових блоків, що підходить для початківців.

Текстове програмування – написання коду мовою Arduino (C++), що дозволяє створювати складніші програми.

- **Запуск симуляції та перевірка роботи схеми**

Після створення схеми та написання коду можна протестувати її роботу:

Натиснути кнопку "Start Simulation".

Перевірити правильність роботи схеми та коригувати помилки.

За потреби змінити код або з'єднання між компонентами.

Симуляція дозволяє зрозуміти, як працює схема без потреби у фізичному обладнанні, що значно полегшує навчальний процес.

2.2.5. Приклади рекомендованих вправ

Наочні матеріали:

Схема простого кола (LED + резистор).

Готовий файл проекту в TinkerCad.

Домашнє завдання:

Повторити створення простої схеми (LED + резистор). Вправи для учня, які допоможуть засвоїти основні функції Tinkercad Circuits:

1. Вправа для "Create your first Circuits design"

Завдання: Створіть новий електронний проєкт у Tinkercad Circuits, у якому лампочка (LED) світиться від батарейки.

Ознайомитися з блоковим кодуванням.

Натисніть "Create your first Circuits design".

Додайте 9V батарею (Battery 9V) і світлодіод (LED).

З'єднайте позитивний (червоний) полюс батареї з анодом (довга ніжка) LED.

З'єднайте катод (коротка ніжка) LED із негативним (чорним) полюсом батареї.

Додайте резистор 330Ω між батареєю та LED, щоб уникнути перевантаження.

Переконайтеся, що схема працює правильно.

2. Вправа для "Start Simulating"

Завдання: Перевірте, як працює схема із кнопкою (Button).

Відкрийте ваш проєкт або створіть новий.

Додайте батарею, кнопку (Button) та світлодіод.

З'єднайте їх так, щоб LED засвітився лише при натисканні кнопки.

Натисніть "Start Simulating" і перевірте, чи працює кнопка.

Якщо LED не загоряється, перевірте правильність підключень.

3. Вправа для "Editing Components"

Завдання: Змініть опір резистора і спостерігайте, як це впливає на яскравість LED.
Відкрийте проєкт із батарейкою, LED і резистором.
Натисніть на резистор, щоб змінити його опір.
Змініть значення, наприклад, з 330Ω на $1k\Omega$ (1000Ω).
Запустіть симуляцію і порівняйте яскравість світлодіода.
Спробуйте поставити занадто низький опір (наприклад, 10Ω) і подивіться, що станеться.

4. Вправа для "Wiring Components"

Завдання: Правильно з'єднайте компоненти на макетній платі (Breadboard).
Додайте батарейку, світлодіод, резистор і макетну плату.
З'єднайте батарейку з живильними шинами макетної плати (червоний дріт – до "+", чорний – до "-").
Встановіть LED у вертикальному ряду макетної плати.
Додайте резистор між катодом LED та "-" шиною.
Використовуйте правильне маркування дротів (червоний для "+", чорний для "-").
Перевірте, чи правильно ви з'єднали схему, і запустіть симуляцію.

2.2.6. Створення навчальних STEM-проектів

Далі наведено зразки тренінгових занять, розроблених в процесі роботи над розробленням і впровадженням методики розвитку компетентності з роботехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

Приклад тренінгового заняття на тему «Знайомство з Arduino та Tinkercad Circuits».

Мета заняття. Ознайомити вчителів із середовищем Tinkercad Circuits, основними складовими Arduino-проектів, принципами побудови електронних схем та базовим програмуванням у середовищі блокового або текстового коду. Надати практичні навички створення простої схеми зі світлодіодом і керування нею за допомогою Arduino.

Заняття спрямоване на формування базових електронних навичок, необхідних для реалізації STEM- або проектно-орієнтованого навчання в школі. У процесі роботи педагоги навчаються створювати найпростіші функціональні пристрої з використанням цифрових компонентів, а також оволодіють методикою візуального програмування, що є доступною навіть для початківців.

Очікувані результати. Після заняття учасник:

- створює власний акаунт у Tinkercad і орієнтується в його інтерфейсі;
- розуміє призначення основних компонентів Arduino Uno;
- вміє зібрати просту схему зі світлодіодом та резистором;
- створює програму, що вмикає/вимикає світлодіод;
- може використовувати блокове або текстове програмування для створення простих ефектів (наприклад, світлової послідовності).

Окрім того, учасник зможе самостійно планувати уроки з використанням Arduino-проектів, оцінювати доцільність їх застосування в різних вікових групах та формувати завдання з елементами логічного і технічного мислення.

Обладнання та середовище:

Онлайн-платформа Tinkercad Circuits

Ноутбук або комп'ютер з доступом до Інтернету

(За бажанням: фізичний набір Arduino Uno Starter Kit)

Фізичне обладнання дозволяє переходити від симуляцій до реальних експериментів, що стимулює мотивацію та поглиблює розуміння принципів електроніки.

Структура заняття.

1. Теоретична частина (10 хв).

Що таке Arduino: мікроконтролерна плата, можливості, застосування.

Види плат (Uno, Nano тощо) та їх особливості.

Середовище Tinkercad Circuits: онлайн-симулятор для навчання схемотехніки.

Arduino дозволяє створювати автономні або інтерактивні пристрої, які реагують на зовнішні події. Наприклад, учень може легко зібрати модель світлофора або сигналізації, а вчитель — розробити практикум з логіки або автоматизації.

Плати розрізняються за кількістю портів, розміром, типом мікроконтролера та обсягом пам'яті. Але принципи програмування та підключення залишаються подібними.

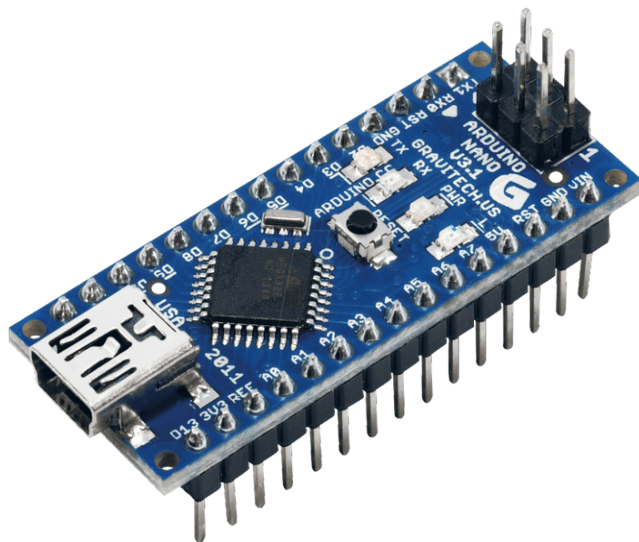


Рис. 12. Плата Arduino NANO.



Рис. 13. Плата Arduino UNO.

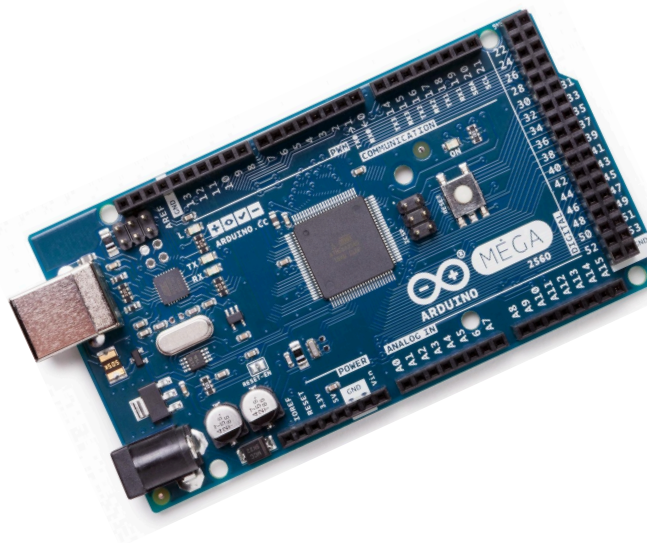


Рис. 14. Плата Arduino MEGA.

2. Реєстрація в Tinkercad та знайомство з інтерфейсом (10 хв).

Створення акаунта, огляд робочого простору.

Основні вкладки: 3D-проекти, Circuits, Блоки програмування.

Перехід до середовища Circuits: сцена, компоненти, код.

Tinkercad дає змогу без ризику для обладнання експериментувати, робити помилки й одразу бачити наслідки. Це безпечне та ефективне середовище для перших кроків у схемотехніці.

3. Практична частина (25 хв).

Побудова простої схеми:

Компоненти: Arduino Uno, Breadboard, світлодіод, резистор (220 Ом).

Пояснення призначення контактів: 5V, GND, цифрові піни.

Підключення світлодіода з резистором до піну 2.

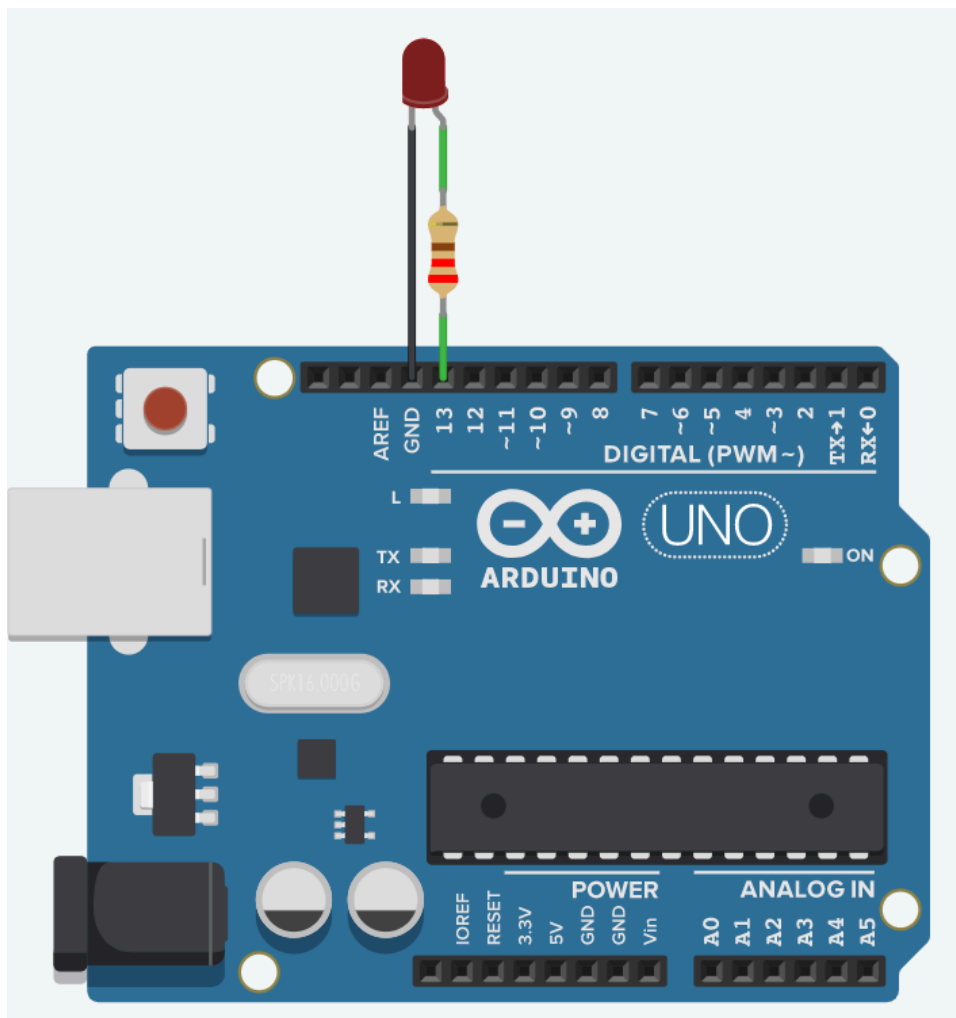


Рис.15. Під'єднання світлодіода.

Програмування.

Варіанти: блоки, комбінований режим, текстовий (C++).

Створення програми для ввімкнення світлодіода:

```
void setup() {  
  pinMode(2, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(2, HIGH); // Ввімкнути  
  delay(1000);           // Затримка 1 сек  
  digitalWrite(2, LOW);  // Вимкнути  
  delay(1000);  
}
```

Розширення:

Додавання ще двох світлодіодів, поетапне вмикання;

Реалізація «світлофора» або «змійки».

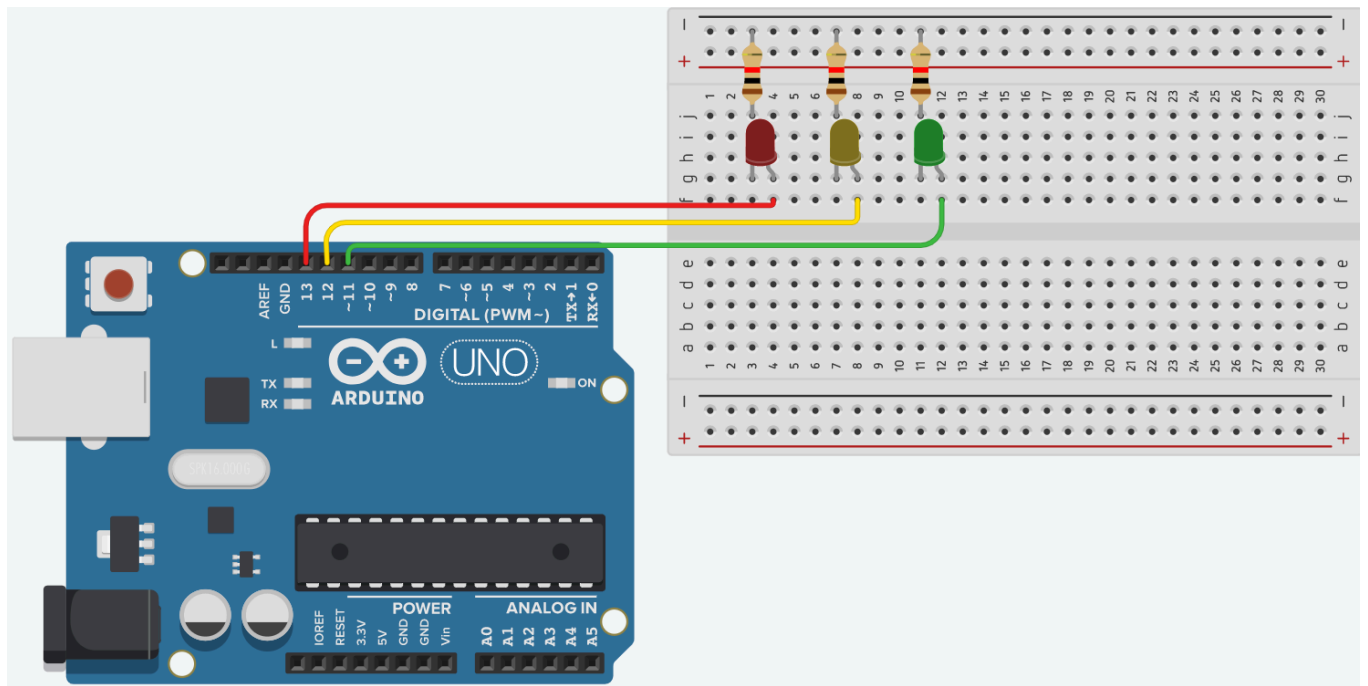


Рис.16. Додавання світлодіодів.

4. Рефлексія та підсумки (5 хв)

Що нового дізналися про Arduino та Tinkercad?

Що виявилося найпростішим/найскладнішим?

У яких шкільних темах можна використати цей досвід?

```
1  void setup()
2  {
3      pinMode(13, OUTPUT);
4      pinMode(12, OUTPUT);
5      pinMode(11, OUTPUT);
6  }
7
8  void loop()
9  {
10     digitalWrite(13, HIGH);
11     delay(1000);
12     digitalWrite(13, LOW);
13     delay(1000);
14     digitalWrite(12, HIGH);
15     delay(1000);
16     digitalWrite(12, LOW);
17     delay(1000);
18     digitalWrite(11, HIGH);
19     delay(1000);
20     digitalWrite(11, LOW);
21     delay(1000);
22 }
```

Трьом світлодіодам відповідають три змінні. В результаті виконання коду кожен світлодіод повинен включатися і виключатися на 1000 мс (1 сек) один за одним.

Домашнє завдання (за бажанням).

Створити схему «змійка» з 12 світлодіодів, які вмикаються по черзі.

Побудувати модель світлофора та реалізувати логіку перемикання сигналів.

Приклад тренінгового заняття на тему «Керування серводвигуном за допомогою Arduino».

Мета заняття: Ознайомити вчителя з принципом роботи сервопривода, його будовою, типами моторів, способами підключення до Arduino та методами керування ним за допомогою бібліотеки Servo.h. Розвивати навички використання серводвигунів у навчальних STEM-проєктах.

Очікувані результати:

Після завершення заняття учасник:
знає, що таке серводвигун і як він працює;
розрізняє типи сервомоторів (колекторні, безколекторні, з редуктором);
підключає сервопривід до Arduino;
програмує рух серводвигуна на заданий кут за допомогою функції `.write()`.

Обладнання та середовище:

Arduino Uno (або сумісна плата);
серводвигун (SG90 або інший);
дроти-перемички;
зовнішнє живлення (за потреби);
середовище Tinkercad Circuits або Arduino IDE.

Структура заняття.

1. Теоретична частина (15 хв)

Сервопривід. Ключові поняття.

Сервопривід - це мотор, положенням вала якого ми можемо управляти. Від звичайного мотора він відрізняється тим, що йому можна точно в градусах задати положення, в яке постане вал. Сервоприводи використовуються для моделювання різних механічних рухів роботів.



Рис. 17. Сервопривід

Важливим компонентом сервоприводу є привід - електромотор з редуктором. Щоб перетворити електрику в механічний поворот, необхідний електромотор. Однак найчастіше швидкість обертання мотора буває занадто великою для практичного використання. Для зниження швидкості використовується редуктор: механізм з шестернею, передає і перетворює крутний момент.

Принцип дії: електромотор з редуктором і системою позиціонування.

Призначення: керування положенням вала з високою точністю.

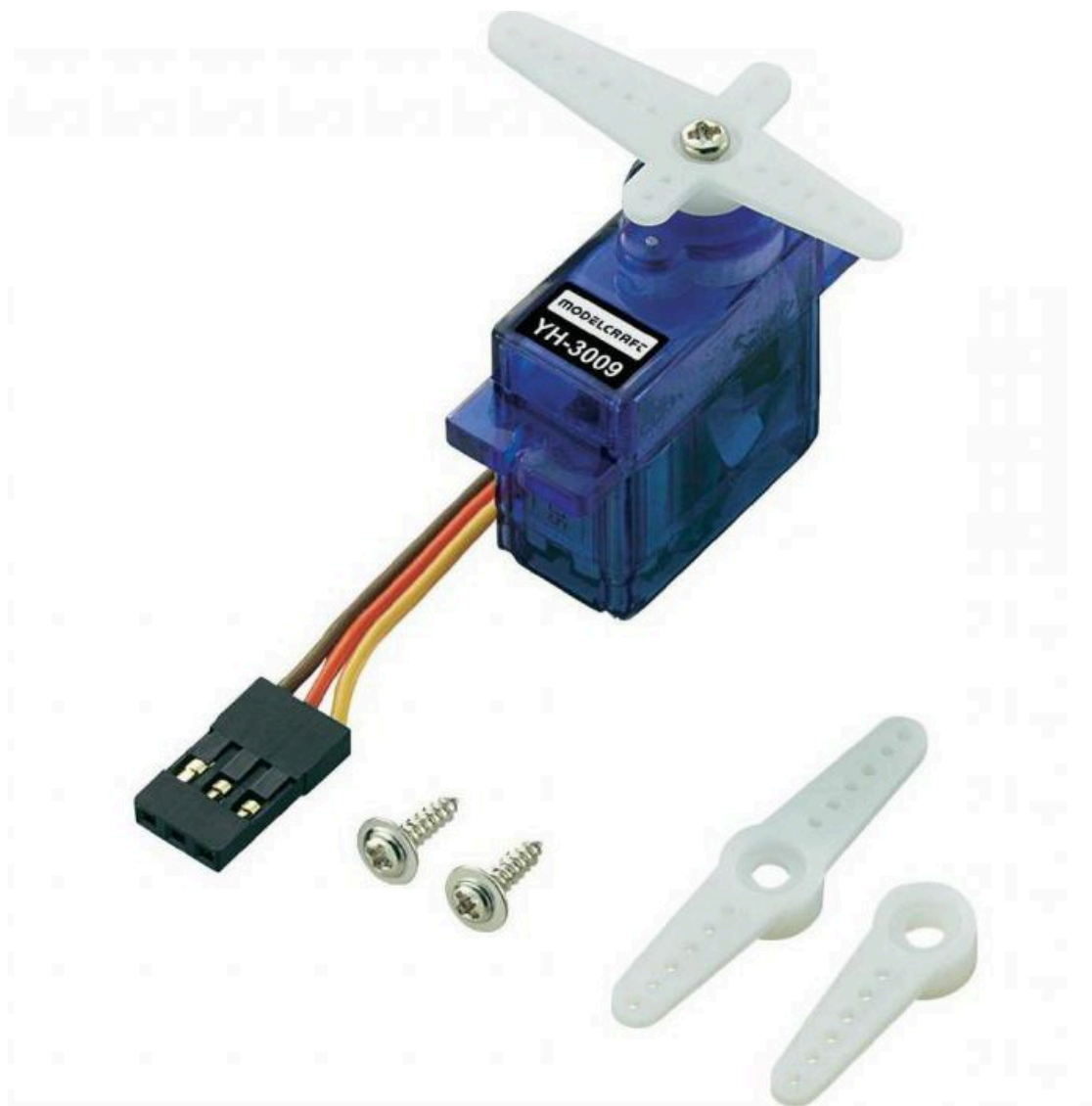


Рис. 18. Сервопривід Arduino

Види сервомоторів.

Сервоприводи можуть бути колекторні, безколекторні, з сердечником і без. Сервоприводи можуть відрізнятися за матеріалами шестерень: нейлонові, карбонові, металеві, титан. Вибір сервомотора відбувається залежно від навантаження, вартості, точності.

Схема підключення до Arduino

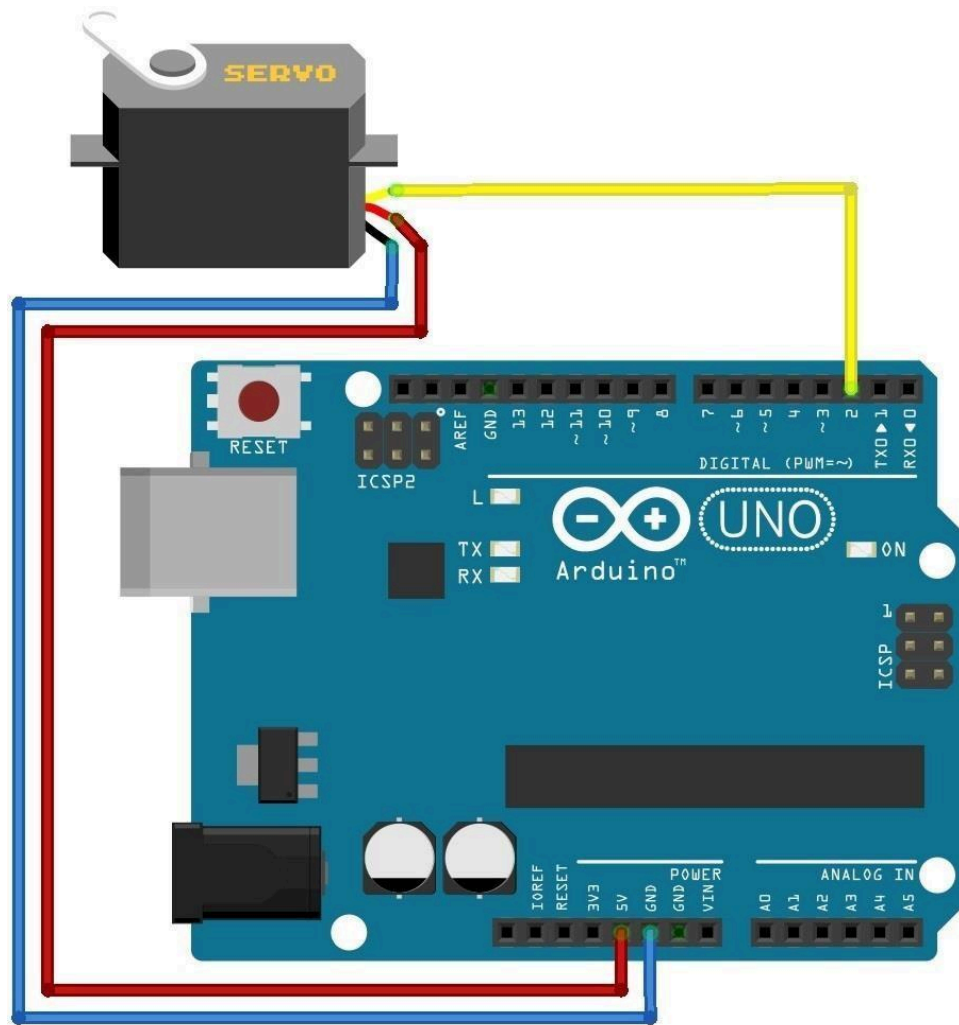


Рис. 19. Підключення до Arduino

Червоний – 5V,

Чорний – GND,

Жовтий/білий – сигнал (пін 3).

2. Практична частина (25 хв).

Підключення сервоприводу до Arduino.

Збірка фізичної або віртуальної схеми.

За потреби – використання окремого джерела живлення для сервопривода.

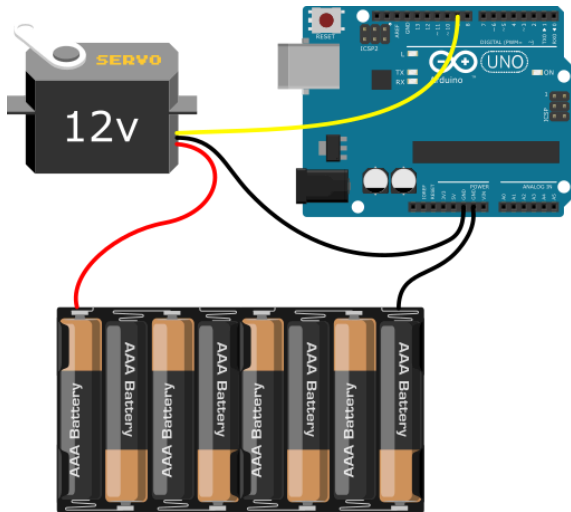


Рис.20. Доєднання окремого джерела живлення для сервопривода.

Написання програми.

```
#include <Servo.h>

Servo servo;

void setup() {
  servo.attach(3); // підключення до піна 3
}
```

```
void loop() {
  servo.write(0); // поворот на 0°
  delay(1000);
  servo.write(180); // поворот на 180°
  delay(1000);
}
```

Пояснення коду.

`#include <Servo.h>` — підключення бібліотеки;

`Servo servo;` — створення змінної;

`attach(3)` — вказання піна;

write(0) і *write(180)* — встановлення кута.

Експерименти.

Заміна кутів на 90°, 45°, 135°;

Введення змінної кута;

Симуляція руху механізму (наприклад, шлагбауму або сенсора).

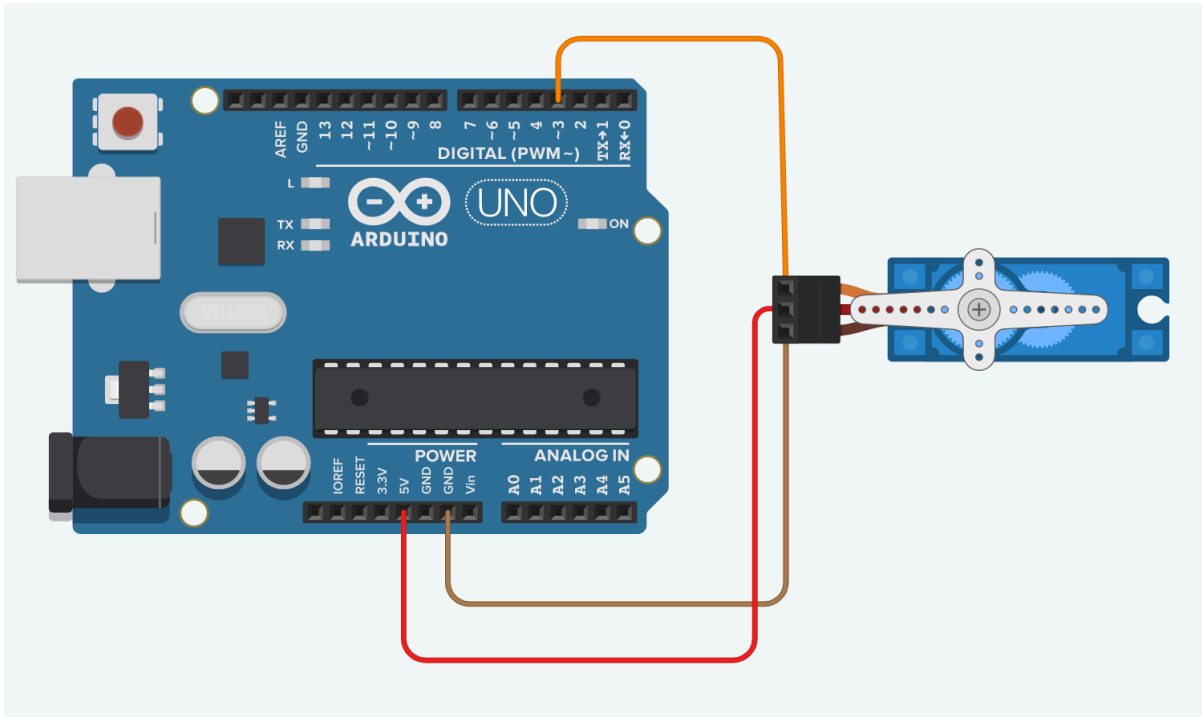


Рис.21. Керування сервоприводом

3. Рефлексія та обговорення (10 хв).

У яких проєктах доцільно використовувати сервопривід?

Як обрати тип серводвигуна для різних задач?

Як організувати безпечне живлення?

Домашнє завдання (за бажанням)

Створити в Tinkercad Circuits симуляцію пристрою, де сервопривід імітує рух механічної частини — наприклад, воріт, датчика або поворотної камери. Спробувати змінити затримку, швидкість руху або додати кнопку для керування.

Приклад тренінгового заняття на тему «Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04»

Мета заняття: Ознайомити вчителя з принципом роботи ультразвукового датчика відстані, його характеристиками, схемою підключення до Arduino, а також способами зчитування та обробки даних про відстань. Розвивати вміння використовувати датчики у проєктах автоматизованого виявлення перешкод, вимірювання відстані, тощо.

Очікувані результати: Після заняття учасник:

- розуміє принцип дії ультразвукового датчика;
- підключає датчик до Arduino та зчитує відстань;
- застосовує отримані дані для умовного керування пристроями (наприклад, LED);
- враховує вплив зовнішніх факторів (температура, напрямок, відбиття) на точність вимірювань.

Обладнання:

Arduino Uno (або сумісна плата), датчик HC-SR04, світлодіод, резистор (220 Ом), провідники



Рис. 22. Ультразвуковий датчик відстані



Рис. 23. Підключення датчика до Ардуіно

Структура заняття

1. Теоретична частина (15 хв)

Принцип дії: акустична хвиля, відбиття, вимірювання часу.

Технічні характеристики HC-SR04: діапазон 2–400 см, похибка до 3–5 см.

Фактори, що впливають на точність: температура, напрямок, якість з'єднання.

Пояснення роботи контактів: VCC, GND, Trig, Echo.

2. Практична частина (25 хв)

Підключення:

Trig → пін 12

Echo → пін 11

VCC → 5V

GND → GND

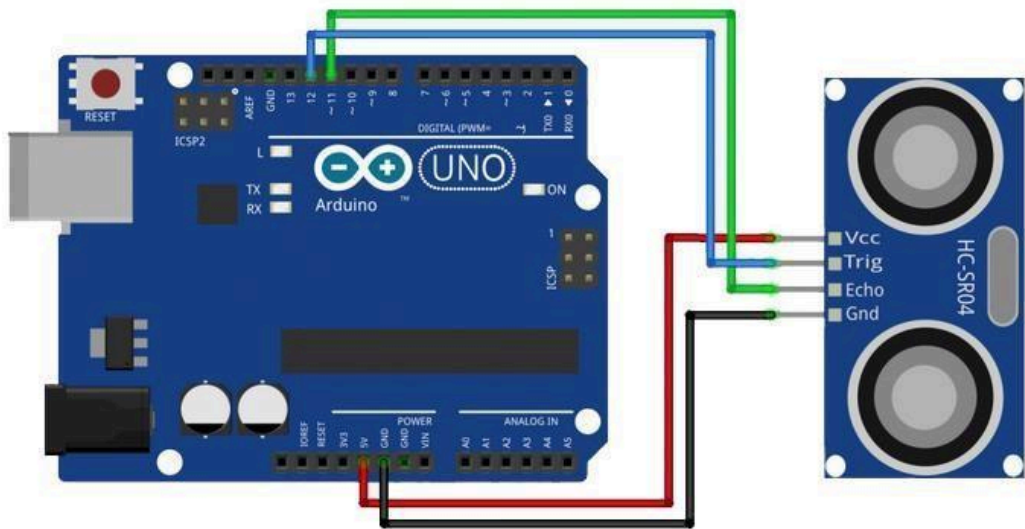


Рис. 24. Підключення датчика до Arduino

Програмування:

- Отримання відстані у см.
- Вивід у монітор порту.
- Реалізація *if-else*: якщо об'єкт ближче за 10 см — вмикається світлодіод.

Приклад коду:

```
const int trigPin = 12;  
const int echoPin = 11;  
long duration;
```

int distance;

```
void setup() {  
  pinMode(trigPin, OUTPUT);  
  pinMode(echoPin, INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(trigPin, LOW);  
  delayMicroseconds(2);  
  digitalWrite(trigPin, HIGH);  
  delayMicroseconds(10);  
  digitalWrite(trigPin, LOW);  
  
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
  distance = duration * 0.034 / 2;  
  
  Serial.print("Distance: ");  
  Serial.println(distance);  
  delay(1000);  
}
```

Розширення:

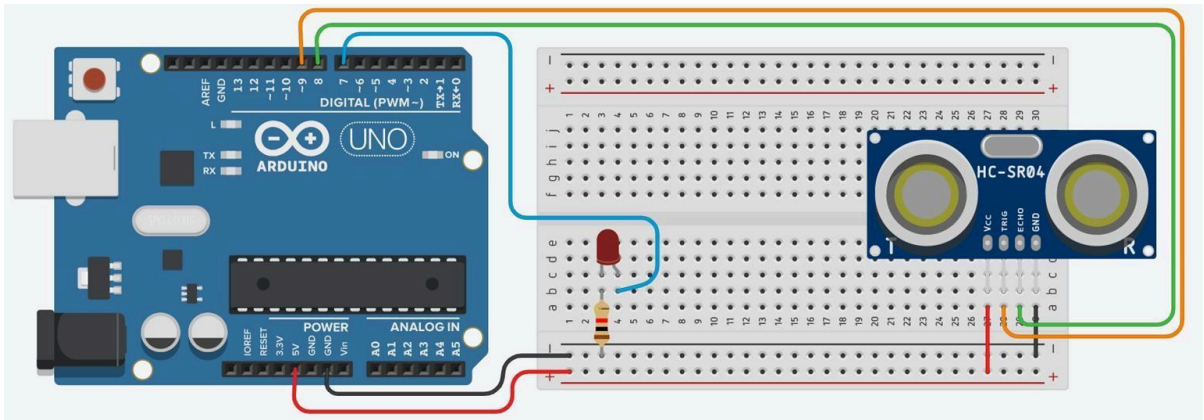


Рис. 25. Підключення світлодіода як датчика відстані

Додати звуковий сигнал або візуальний індикатор;

Змінити межу реагування;

Створити проєкт «паркувального асистента».

4. Рефлексія та підсумки (10 хв)

- Які переваги ультразвукового датчика над інфрачервоним?
- Де його можна застосувати у шкільному проєкті?

Приклад тренінгового заняття на тему «Мотори в Arduino-проєктах»

Мета заняття: Навчити вчителя працювати з різними типами моторів (DC, кроковий, серво), пояснити принцип їх дії, особливості підключення до Arduino, використання транзисторів, PWM, напрямків обертання. Розвивати вміння створювати прості механізми.

Очікувані результати. Після заняття учасник:

- розуміє принцип роботи DC та крокових моторів;
- розрізняє типи двигунів і їхнє призначення;
- підключає двигуни до Arduino (напрямку або через транзистор);
- керує швидкістю і напрямком обертання.

Обладнання:

Arduino Uno, DC мотор, Кроковий двигун (наприклад, 28BYJ-48 + драйвер ULN2003), Транзистор (наприклад, TIP120), Зовнішнє живлення, Провідники

Структура заняття

1. Теоретична частина (15 хв)

- Принцип роботи електродвигуна.
- DC мотор: регулювання швидкості PWM, зміна напрямку полярністю.
- Кроковий мотор: крокове обертання, точне позиціонування, драйвери.
- Порівняння з серводвигуном: коли що доцільно.

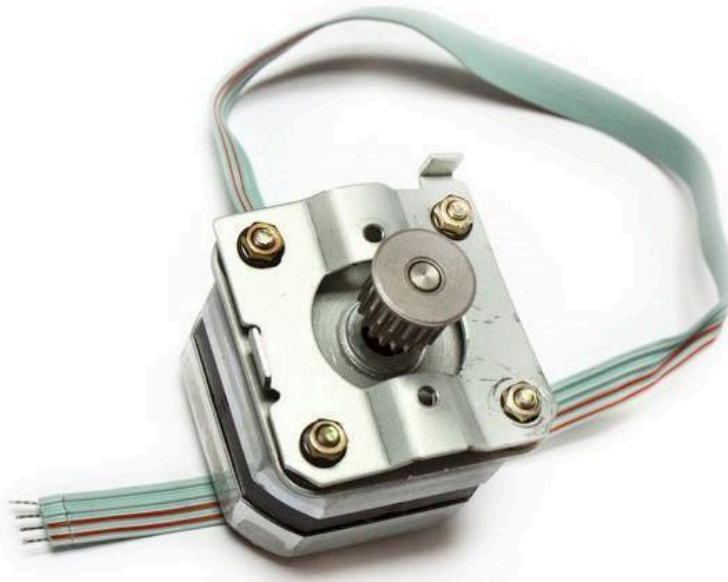


Рис. 26. Кроковий двигун

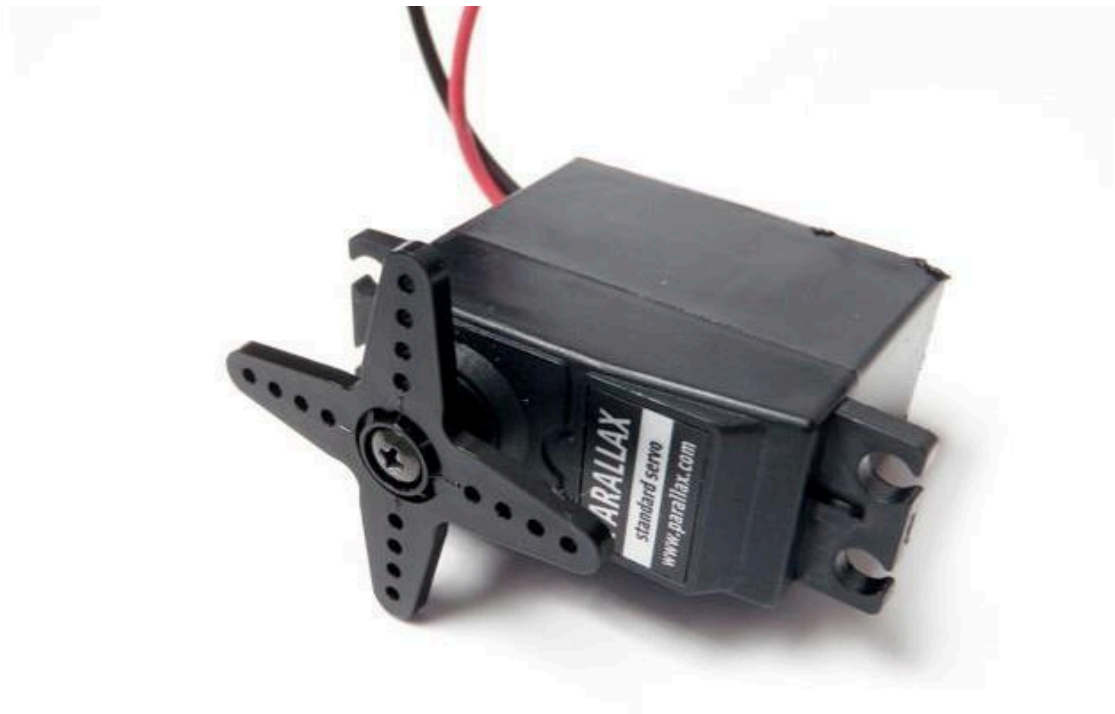


Рис.27. Електродвигун

2. Практична частина (25 хв)

- Керування DC-мотором напряму.
- Керування через транзистор:
 - Схема: мотор ↔ транзистор ↔ Arduino (сигнал на базу)
 - Можна керувати потужнішими двигунами
- Кроковий мотор із драйвером ULN2003:
 - Підключення 4 пінів до Arduino
 - Робота з бібліотекою Stepper.h
 - Поворот валу за кроками



Рис. 28. Мотор для проектів Arduino

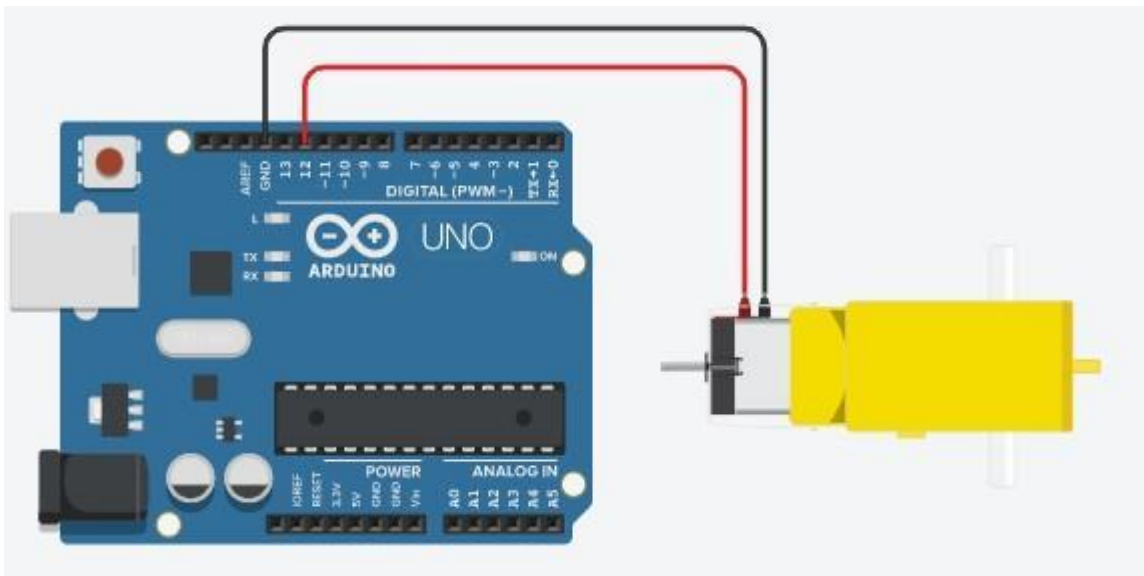


Рис. 29. Підключення мотора безпосередньо

3. Програмування:

```
int motorPin = 9;
```

```
void setup() {  
  pinMode(motorPin, OUTPUT);  
}
```

```

void loop() {
  analogWrite(motorPin, 150); // PWM: 0–255
  delay(2000);
  analogWrite(motorPin, 0); // Cmon
  delay(2000);
}

```

3. Рефлексія та обговорення (10 хв)

Як обрати тип двигуна під проєкт?

Як уникнути перевантаження плати Arduino?

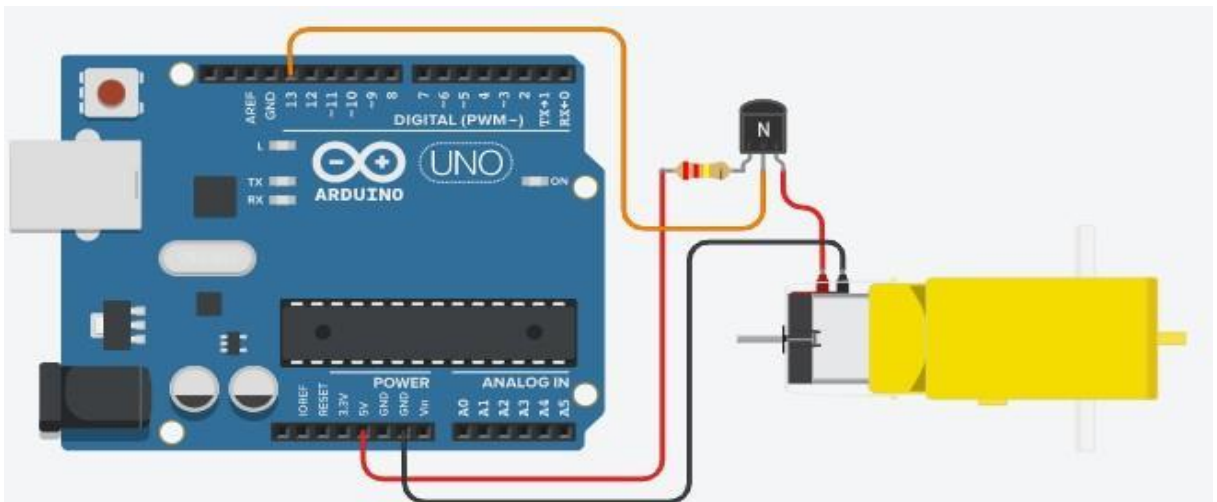


Рис. 30. Підключення мотора через транзистор

Тренінгове заняття: Використання зумера (buzzer) з Arduino

Мета заняття

Ознайомити учасників з принципами роботи пьезодинаміка (зумера), особливостями його підключення до плати Arduino, а також можливостями програмного керування звуком. Навчити відрізняти активний і пасивний зумер, використовувати функції `tone()` і `noTone()` для генерації звукових сигналів, створювати прості звукові ефекти, а також розширити уявлення про можливості Arduino у створенні інтерфейсів оповіщення.

Очікувані результати

Після завершення заняття вчитель:

розрізняє типи зумерів (активний/пасивний) та розуміє принцип їх дії;
знає призначення пьезоелемента в схемах звукової сигналізації;
підключає зумер до мікроконтролера Arduino;
використовує функції `tone()` та `noTone()` для керування звуком;
програмує базові звукові сигнали, у тому числі короткі мелодії;
реалізує взаємодію з іншими компонентами (наприклад, кнопками або фоторезисторами) для керування тоном.

Обладнання та середовище

Онлайн- або офлайн-середовище для програмування Arduino (Tinkercad Circuits або Arduino IDE)

Комп'ютер з доступом до Інтернету

Плата Arduino Uno (віртуальна або фізична)

Зумер (buzzer): активний або пасивний

Макетна плата, дроти, за потреби – кнопки, резистори, фоторезистори

Структура заняття

1. Теоретичний вступ (15 хв)

Що таке зумер?

Зумер (інша назва – пьезопищалка, пьезодинамік, buzzer) — це простий звуковий пристрій, що часто використовується в електроніці для оповіщення або відтворення сигналів. Його можна знайти у звичайних приладах: будильниках, мікрохвильових печах, дитячих іграшках, системах сигналізації та навіть у датчиках газу.

Принцип роботи

Зумер працює за рахунок п'єзоелектричного ефекту: при подачі струму пьезоелемент змінює свою форму і спричиняє вібрації металевої пластини, яка видає звук певної частоти.

Види зумерів

Активний зумер – має вбудований генератор, тож видає звук одразу після подачі напруги. Його легко підключити, але частоту звуку змінити неможливо.

Пасивний зумер – не має генератора. Потрібно самотійно подавати сигнал заданої частоти. Його можна використовувати для програмного створення різних тонів та мелодій.



Рис.31. Активний зумер (тільки + та -)

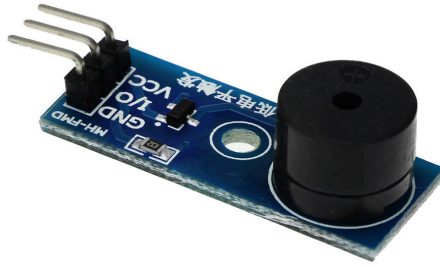


Рис.32. Пасивний зумер (є пін підключення)

Генерація тону	Вбудована	Керується ззовні
Частота звуку	Фіксована	Програмована
Підключення	Просте	Складніше
Гучність	Вища Нижча (залежить від частоти)	

2. Практичне підключення зумера до Arduino (10 хв)

Підключення

“+” зумера підключається до цифрового піну Arduino (наприклад, 8)

“-” або GND – до землі (GND)

Для активного зумера цього достатньо, а пасивний зумер ще потребує правильної частоти сигналу.

Уточнення для вчителя

Можна продемонструвати кілька прикладів підключення: лише зумер; зумер і кнопка; зумер і датчик (наприклад, PIR або фоторезистор). Це дозволить побачити, як звучання залежить від вхідного сигналу.

3. Програмування (25 хв)

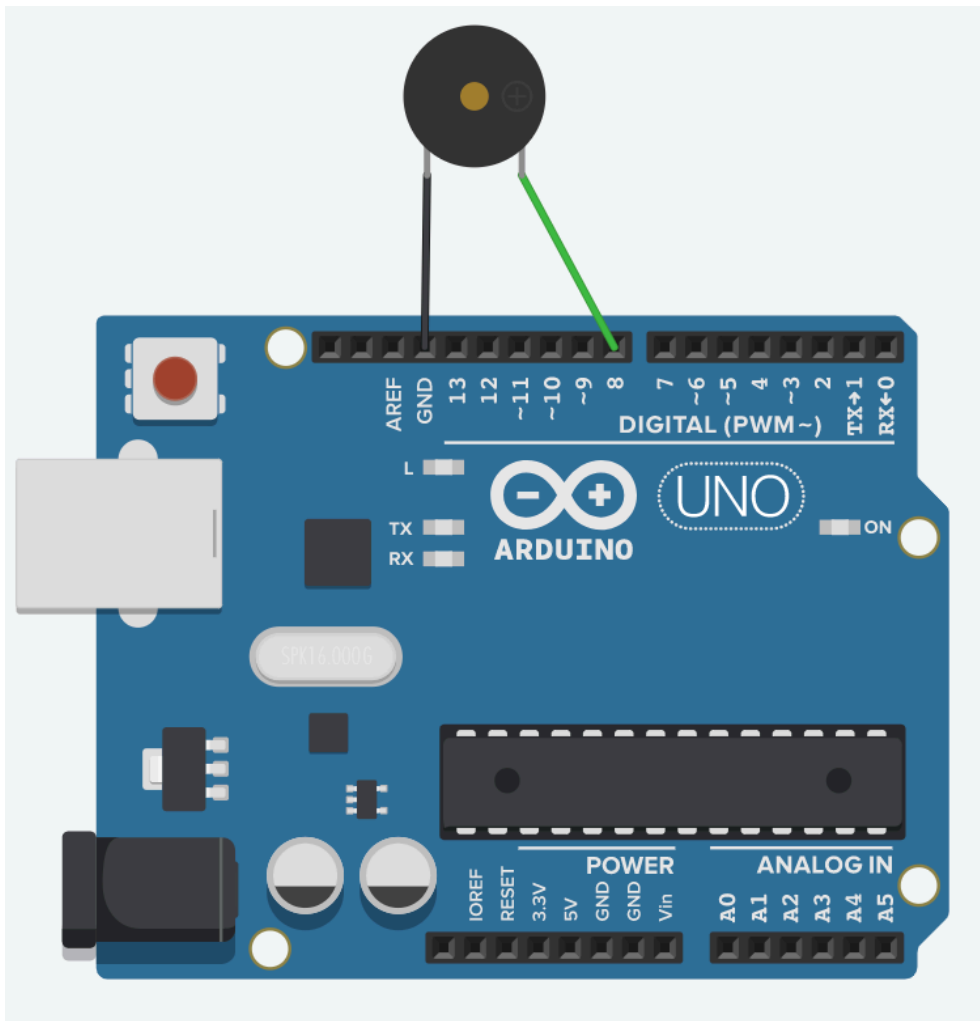


Рис.33. Підключення зумера до плати, ставимо “-” на GND, а “+” на пін, яким ми будемо керувати

Базові команди керування зумером

```
tone(8, 1000); // Відтворити тон частотою 1000 Гц на піні 8
```

```
delay(1000); // Затримка 1 секунда
```

```
noTone(8); // Зупинити звук
```

Завдання 1: звуковий сигнал

Створіть просту програму, яка вмикає зумер на 1 секунду, потім вимикає ще на 1 секунду – і так постійно.

```

1  #define buzz 8      // підключаємо базер на 8 пін
2
3  void setup ()
4  {
5      pinMode (buzz, OUTPUT); // робимо його вихідом
6  }
7
8  void loop ()
9  {
10     noTone (buzz);    // noTone - вимикає базер взагалі
11     delay (500);      // час затримки між діями (мілісекунди)
12     tone (buzz, 50);  // tone - включення (buzz, 50)
13     delay (500);      // де buzz - це 1 аргумент (пін)
14 }                    // 50 - значення частоти в герцах
15                    // (яке ми подаємо на пристрій)
16

```

Завдання 2: сигналізація з датчиком

Використати PIR-сенсор (датчик руху) або кнопку:

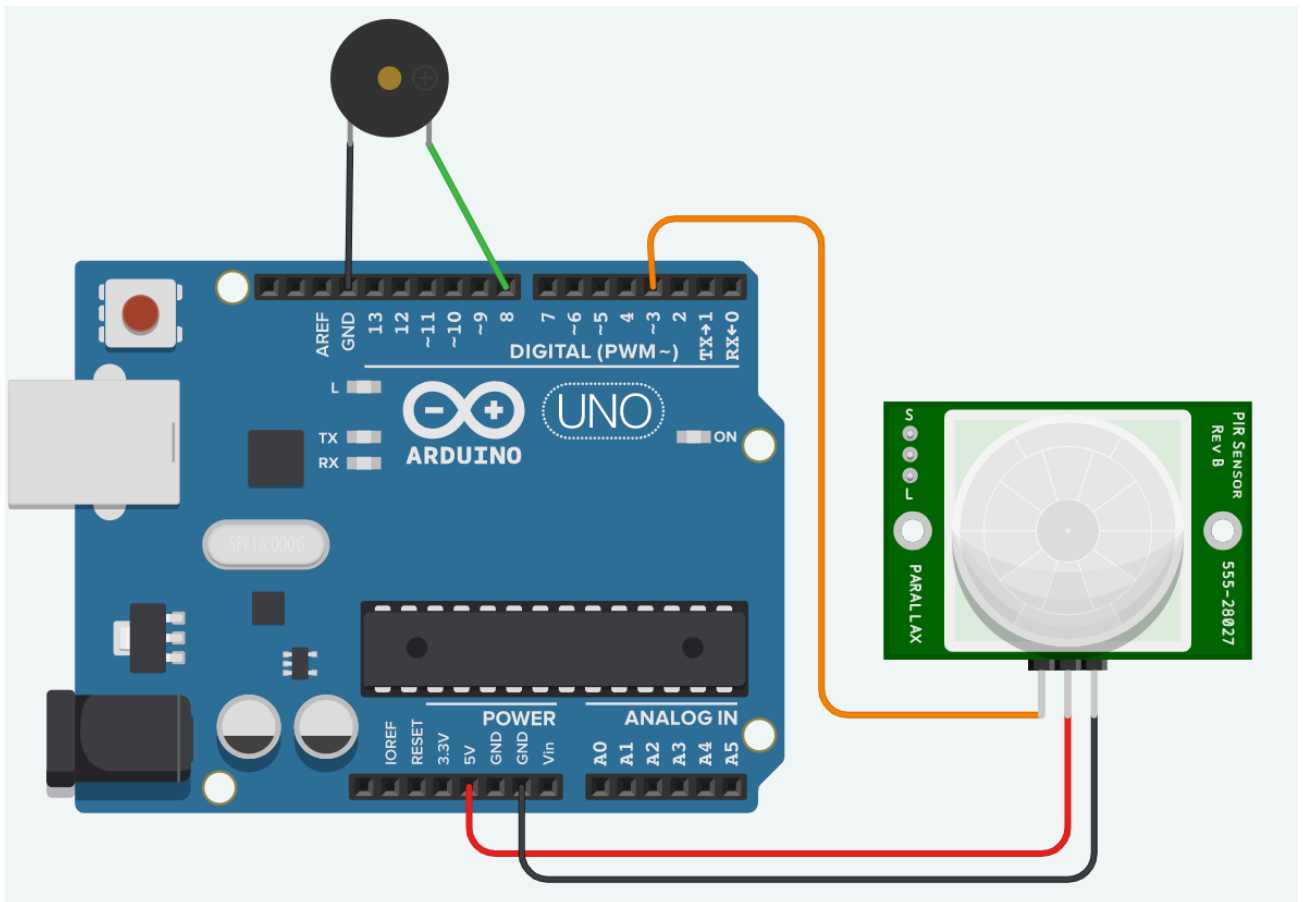


Рис.34. Підключення датчика руху

Якщо датчик зафіксував рух (або натиснута кнопка) – зумер вмикається.

Інакше – залишається вимкненням.

```
1 #define inputPin 3          // підключаємо сигнал (інтелект) від "PIR"
2 #define buzz 8             // підключаємо сигнал (інтелект) від "Buzzer"
3
4 int status = 0;             // змінна, яка читає "статус" нашого датчика
5 void setup() {
6   pinMode(buzz, OUTPUT);    // buzz - OUTPUT
7   pinMode(inputPin, INPUT); // датчик, який спрацює сам - INPUT
8   Serial.begin(9600);       // швидкість передачі даних в моніторингу портів
9 }
10 void loop(){
11   status = digitalRead(inputPin); // зчитування значення з датчика
12   if (status == HIGH) {        // якщо статус буде (HIGH) вкл
13     tone (buzz, 100);          // тоді базер буде працювати
14   }else{
15     noTone(buzz);              // інакше - вимкл
16   }
17   delay (100);
18 }
```

Завдання 3: прості мелодії

Навчити вчителів створювати короткі музичні фрази, наприклад:

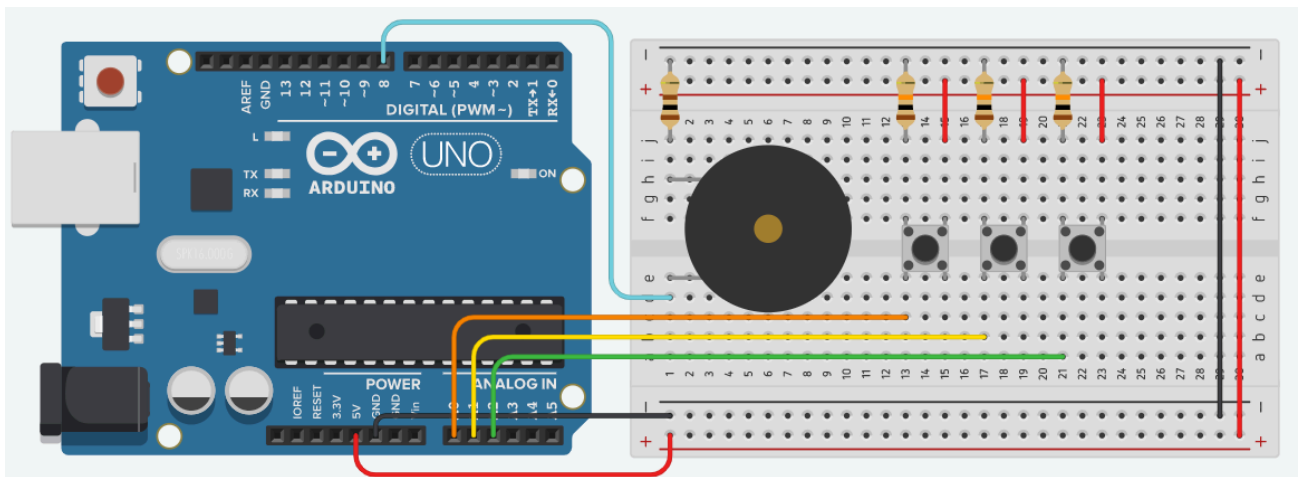


Рис.35. Тонові клавіатура

Рис.

tone(8, 440, 300); // A

delay(300);

tone(8, 494, 300); // B

delay(300);

tone(8, 523, 300); // C

delay(300);

```
1 void setup()
2 {
3   pinMode(8, OUTPUT);    // підключення базера (біпера)
4
5   pinMode(A0, INPUT);
6   pinMode(A1, INPUT);    // підключаємо всі 3 кнопки.
7   pinMode(A2, INPUT);
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   if (digitalRead(A0) == HIGH) {
13     tone(8, 440, 100); // 8 - пін, 440 - тональність (герц), 100 - час продовження за 1 натиск
14   }
15   if (digitalRead(A1) == HIGH) {
16     tone(8, 494, 100); // 8 - пін, 440 - тональність (герц), 100 - час продовження за 1 натиск
17   }
18   if (digitalRead(A2) == HIGH) {
19     tone(8, 523, 100); // 8 - пін, 440 - тональність (герц), 100 - час продовження за 1 натиск
20   }
21   delay(10);            // затримка між діями
22 }
```

Додаткові експерименти

Змінити тон за допомогою фоторезистора (в залежності від освітлення).

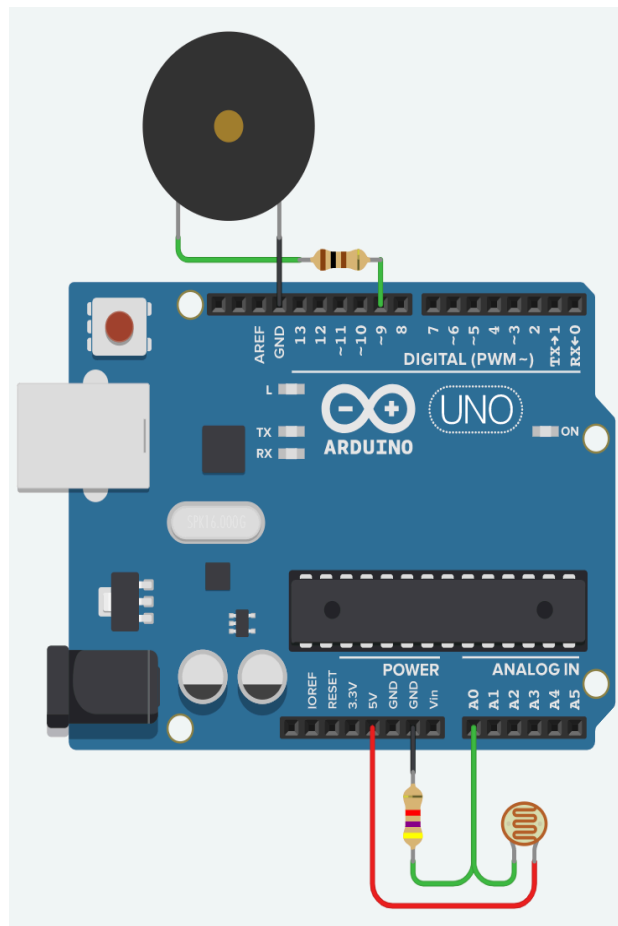


Рис.36. Звукова клавіатура з кнопками: кожна кнопка відповідає певній ноті.

4. Рефлексія та педагогічне обговорення (5–7 хв)

Запитання до групи:

Які моменти виявились новими чи несподіваними?

Яка різниця у застосуванні активного і пасивного зумера?

У яких навчальних темах можна використати цю схему?

Як інтегрувати зумер в STEM-проекти з учнями?

Домашнє (творче) завдання

Створити схему дверного дзвінка або “сигналізації” з використанням зумера.

Реалізувати “музичний інструмент” на базі кількох кнопок та пасивного зумера.

Методичні поради

Рекомендується показувати як віртуальну, так і фізичну реалізацію схем.

Важливо акцентувати на практичній доцільності використання зумера як доступного способу звукової взаємодії у багатьох проєктах.

У разі дистанційного навчання використовуйте Tinkercad Circuits — він дозволяє тестувати звучання прямо в браузері.

2.3. Додаткові методичні матеріали для вчителя

У межах тренінгової програми учасники не лише опановують інструменти Arduino та Tinkercad, але й розглядають приклади інтеграції цих технологій у шкільний курс інформатики. Для цього передбачається можливість самостійної роботи вчителя після завершення тренінгу. Учасникам надаються додаткові методичні матеріали — зразки уроків для учнів з використанням Arduino та Tinkercad Circuits.

Ці матеріали не є частиною навчального навантаження, але слугують ресурсом для поглибленого опрацювання, практичного застосування набутих знань, а також адаптації тренінгового контенту до шкільної практики.

Учасники можуть використовувати ці конспекти як шаблони, адаптувати їх до власного навчального середовища або розробити на їх основі власні навчальні сценарії. Нижче подано типові сценарії занять для учнів 7–9 класів, які можуть бути адаптовані кожним вчителем залежно від рівня підготовки учнів, наявного обладнання та освітніх цілей. Ці матеріали можуть бути використані вчителями як шаблони для планування власних уроків; можуть бути об'єктом аналізу під час тренінгів; демонструють, як практичні знання, отримані вчителями під час навчання, перетворюються на ефективну освітню практику.

Приклад конспекту уроку на тему «Базові електричні поняття (струм, напруга, опір)» [43].

Мета заняття.

- Ознайомити учнів із основними електричними величинами (струм, напруга, опір).
- Навчити застосовувати закон Ома в електричних розрахунках.
- Пояснити вплив опору на роботу електронних схем.

Обладнання:

Комп'ютери з доступом до Tinkercad Circuits

Віртуальні компоненти: батарейка, резистори, світлодіоди, амперметр, вольтметр

Презентація або плакати з теоретичним матеріалом

Робочі зошити

Актуалізація знань (5 хв).

Дайте визначення таким термінам, як "струм", "напруга", "опір".

Де у повсякденному житті ми стикаємося з електрикою?

Що відбувається, коли заряджається телефон або вмикається лампочка?

(Коротке обговорення, формування початкових уявлень)

Теоретична частина (15 хв.)

Визначення електричних величин

- Струм (I) – це потік електричних зарядів (електронів) у провіднику.
Вимірюється в амперах (A).
- Напруга (U) – це різниця електричних потенціалів між двома точками кола.
Вимірюється у вольтах (V).
- Опір (R) – це властивість матеріалу обмежувати потік електричного струму.
Вимірюється в омах (Ω).

Порівняння з водопровідною системою:

- Струм – це як потік води в трубі.
- Напруга – це тиск води, що проштовхує її крізь трубу.
- Опір – це ширина труби: чим вона вужча, тим складніше воді текти.

Закон Ома та його застосування

Закон Ома:

Струм у провіднику прямо пропорційний напрузі та обернено пропорційний опору.

Формула: $U = I \times R$

де:

- U – напруга (V)
- I – струм (A)
- R – опір (Ω)

Закон Ома пояснює:

- Якщо збільшити напругу (U) при сталому опорі, струм зростає ($I \uparrow$).
- Якщо збільшити опір (R) при сталій напрузі, струм зменшується ($I \downarrow$).

Приклад для обговорення: Як зміниться яскравість лампочки, якщо збільшити опір у колі?

Вплив опору на роботу електронних схем

- Якщо опір занадто малий – струм може стати надто великим \rightarrow можливе перегрівання або коротке замикання.
- Якщо опір занадто великий – струм може бути занадто малим, і пристрій не працюватиме належним чином.

Роль резисторів у схемах з Arduino:

- Захищають компоненти (наприклад, світлодіоди) від надмірного струму.
- Дозволяють точно контролювати електричні величини в колі.

Основи мови C для Arduino

Програмування в Arduino базується на C/C++.

Основні оператори: `pinMode()`, `digitalWrite()`, `digitalRead()`.

Структура програми: функції `setup()` (налаштування) і `loop()` (основний цикл виконання).

Робота з віртуальними компонентами в Tinkercad Circuits

Використання бредборда для складання схем без паяння.

З'єднання компонентів за допомогою провідників.

Запуск і перевірка роботи схеми через симуляцію.

Теоретичні основи: призначення резисторів, світлодіодів і кнопок

Резистори обмежують струм у схемі (наприклад, перед світлодіодом, щоб уникнути перегорання).

Світлодіоди мають полярність: анод (+) і катод (-).

Кнопки працюють як перемикачі (замикають або розмикають електричний ланцюг).

Робота з цифровими сигналами

HIGH (1) – напруга 5V (увімкнено), *LOW (0)* – 0V (вимкнено).

Кнопки можуть працювати у режимі підтягувального резистора (INPUT_PULLUP).

Взаємодія світлодіодів і кнопок через логічні оператори (if-else).

Практична робота в Tinkercad Circuits (20 хв.)

Завдання 1: "Дослідження струму та напруги"

Створити просту схему (батареяка 9 В + резистор + світлодіод).

Додати амперметр і вольтметр, виміряти значення.

Запитання: Що зміниться, якщо збільшити опір резистора?

Завдання 2: "Закон Ома в дії"

Використати Ohm's Law Calculator у Tinkercad.

Розрахувати, який резистор потрібен для безпечного підключення світлодіода.

Завдання 3: "Вплив опору на яскравість світлодіода"

Змінювати значення резистора та спостерігати, як змінюється яскравість світлодіода.

Обговорення результатів: чому при малому опорі світлодіод може перегоріти?

Аналіз та обговорення (10 хв.)

Які величини ми сьогодні вивчили?

Як можна пояснити закон Ома простими словами?

Чому важливо контролювати рівень опору у схемах?

Підсумок уроку (5 хв.)

Коротке повторення ключових понять.

Оцінювання роботи учнів.

Домашнє завдання: дослідити, які пристрої вдома містять резистори та який їхній вплив на роботу електроніки.

Завдання 1. Визначення електричних величин: струм, напруга, опір

"Електричні величини в повсякденному житті"

Інструкція:

Учням надається таблиця з побутовими електроприладами (наприклад, ліхтарик,

фен, зарядний пристрій для телефону).

Завдання: знайти вказані в характеристиках пристрою напругу (V), силу струму (A) та опір (Ω) або розрахувати відсутню величину за формулою Ома.

Приклад таблиці:

Пристрій	Напруга (V)	Струм (A)	Опір (Ω)
Ліхтарик	3 В	?	10 Ом
Фен	220 В	5 А	?
Зарядний блок	5 В	2 А	?

Запитання для обговорення:

- Чому для різних пристроїв потрібна різна напруга?
- Що відбувається, якщо змінити напругу, яку отримує пристрій?

Завдання2. Закон Ома та його застосування

"Обчислюємо параметри електричного кола"

Інструкція:

Учням надається схема електричного кола в Tinkercad Circuits: батарея 9 В, резистор, світлодіод.

Необхідно розрахувати силу струму (I), знаючи напругу ($U = 9 \text{ В}$) і опір резистора (наприклад, $R = 470 \text{ Ом}$), використовуючи закон Ома $I = U / R$.

Покроковий процес:

- Визначити відомі величини.
- Розрахувати силу струму.

Запустити симуляцію у Tinkercad і перевірити, чи працює світлодіод.

Змінити значення резистора (наприклад, 220 Ом) і передбачити, як зміниться струм і яскравість LED.

Запитання для обговорення:

- Як зміниться струм, якщо збільшити опір?

- Що станеться, якщо опору немає?

Завдання 3. Вплив опору на роботу електронних схем

"Чи згорить лампочка?"

Інструкція:

Учням пропонується змоделювати електричне коло у Tinkercad Circuits з батарейкою 9 В і лампочкою.

Потрібно додати різні резистори (100 Ом, 500 Ом, 1 кОм) та передбачити, як зміниться яскравість лампочки.

Що потрібно зробити:

- Запустити симуляцію без резистора – що станеться з лампочкою?
- Додати резистор 100 Ом – як зміниться яскравість?
- Додати резистор 1 кОм – що змінилося?

Записати висновки.

Запитання для обговорення:

- Чому надто маленький опір може спричинити перегрів або вихід з ладу елемента?
- Як можна регулювати яскравість лампочки, використовуючи змінний резистор?

Інші приклади методичних матеріалів для вчителя (конспекти уроків) наведено у Додатку Д, та у матеріалах авторського практичного посібника «Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad» [43].

Висновки до розділу 2

У Розділі 2 дисертаційного дослідження було обґрунтовано загальну методику дослідження, яка охоплює методичний, технологічний та науковий рівні, визначено комплекс методів, завдання й етапи проведення дослідно-експериментальної роботи з розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

У межах дослідження було розроблено й апробовано авторську методику розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики, що базується на використанні апаратної платформи Arduino та хмарного симулятора Tinkercad Circuits. У структурі методики виокремлено чотири основних компонентів: цільовий, змістовий, технологічний і результативний.

Цільовий компонент відображає орієнтацію методики на розвиток цифрової компетентності з робототехніки вчителя інформатики, необхідної для ефективного використання засобів освітньої робототехніки в навчальному процесі.

Змістовий компонент охоплює тематичне наповнення, спрямоване на опанування теоретичних основ схемотехніки, алгоритмізації, програмування, а також практичного застосування Arduino та хмарних симуляційних платформ (Tinkercad) у навчанні. Контент орієнтовано на поступове ускладнення завдань, міждисциплінарну інтеграцію, адаптацію до рівня підготовки слухачів.

Технологічний компонент охоплює методи (словесні, практичні, дослідницькі), форми (очно-дистанційні тренінги, практикуми, консультації, мікропроекти, самостійна робота), та засоби навчання (апаратно-програмні комплекси Arduino, емулятори, цифрові інструменти комунікації, тестування та зворотного зв'язку). Методика передбачає реалізацію навчання у формах очних і дистанційних тренінгів, майстер-класів, мікропроектів і самостійної роботи з цифровими ресурсами, що використовують хмарні сервіси. Серед методів перевага надається проєктному, дослідницькому, практико-орієнтованому

навчанню. Суттєва роль відводиться створенню ситуацій співпраці, імітації реальних інженерних завдань, використанню зразків для моделювання та формуванню навичок взаємодії в онлайн-середовищі.

Особливу увагу приділено використанню хмарних сервісів і інструментів віртуального моделювання, що забезпечують гнучкість, доступність і масштабованість освітнього процесу.

Результативний компонент відображає очікувані освітні зміни: підвищення рівня цифрової компетентності педагогів з робототехніки, зростання готовності до самостійного розроблення та впровадження STEM-орієнтованих уроків і проєктів, удосконалення практики інтеграції освітньої робототехніки в навчальні програми.

Здійснено поетапне впровадження методики у формі експериментального навчання: від аналізу проблеми до створення моделі, навчальних матеріалів і перевірки їх ефективності.

У розділі були використані праці автора: [36], [42], [43].

РОЗДІЛ 3.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

У сучасних умовах вибір і впровадження освітніх технологій повинні відповідати педагогічним цілям, принципам розвитку професійної компетентності вчителів та стратегіям цифровізації освіти. Одним із ефективних інструментів для організації практико орієнтованого навчання в умовах неформальної освіти є поєднання апаратної платформи Arduino з хмарними симуляторами, зокрема Tinkercad Circuits. Таке поєднання дозволяє створити гнучке навчальне середовище, яке забезпечує доступність, інтерактивність і можливість реалізації інженерного підходу до навчання інформатики.

Для перевірки ефективності запропонованої методики розвитку компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти було проведено дослідно-експериментальну роботу. З метою обґрунтованої оцінки результатів розроблено систему критеріїв, індикаторів та факторно-критеріальну модель вимірювання рівня сформованості професійної компетентності, а також застосовано методи математичної статистики для обробки отриманих даних.

Матеріали цього розділу присвячено аналізу результатів педагогічного експерименту, зокрема оцінці динаміки змін у рівнях компетентностей учителів, що брали участь у навчанні за авторською методикою, та виявленню педагогічної ефективності її впровадження.

3.1. Розроблення методики проведення експерименту

Для експериментальної перевірки гіпотези дослідження було проведено педагогічний експеримент, у ході якого передбачалася перевірка ефективності методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти.

На першому етапі дослідження (2020–2021 рр.) було визначено мету, об’єкт, предмет та завдання дослідження, сформульовано гіпотезу, окреслено

методологічну та теоретичну базу. Проведено аналіз наукової літератури з проблем цифрової компетентності, STEM-освіти, неформального навчання та впровадження робототехніки в педагогічну практику. Досліджено сучасний стан підготовки вчителів інформатики до використання платформ Arduino і TinkerCad. Розроблено програму експериментального дослідження, обрано базу проведення експерименту, визначено методи збору та аналізу емпіричних даних, критерії та показники ефективності методики.

Розроблення методики дослідження відбувалося як поетапний процес на основі практичної взаємодії з освітніми установами, що спеціалізуються на впровадженні інноваційних підходів у навчанні інформатики та технологій. Основним завданням дослідження було створення, апробація й удосконалення методики розвитку компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти із залученням апаратної платформи Arduino та хмарних інструментів моделювання, таких як Tinkercad Circuits. Особливу увагу приділено формуванню експериментальної бази, що забезпечувала перевірку ефективності запропонованої методики в умовах освітньої практики.

У 2018–2019 роках базовим осередком для початкової апробації методичних підходів стала інжинірингова школа BroBots (м. Київ). Цей заклад є прикладом освітньої STEM-ініціативи, спрямованої на розвиток інженерного мислення в учнів та підготовку вчителів до роботи з сучасним обладнанням. У рамках співпраці було організовано цикл тренінгів для вчителів інформатики, присвячених основам використання Arduino у навчальному процесі. Під час тренінгів учителі знайомилися з основами схемотехніки, програмування мікроконтролерів, опановували базові принципи створення інтерактивних STEM-проєктів, що лягли в основу майбутньої структури навчального модуля з робототехніки. На цьому етапі здійснювалося навчання вчителів, підбір і апробація інструментарію дослідження (8 вчителів інформатики).

У 2019–2020 роках діяльність продовжувалась у Комп'ютерній академії ШАГ (м. Київ), де здійснювалося навчання педагогів, які працюють у системі позашкільної інформатичної освіти та прагнуть інтегрувати робототехніку в програми гуртків, факультативів і спеціальних курсів. В академії було протестовано структурно-логічну модель викладання основ Arduino для вчителів, що враховувала адаптацію до різних рівнів технічної підготовки та темпів засвоєння матеріалу. На цьому етапі здійснювалося навчання вчителів, розроблення і апробація елементів методики (16 вчителів інформатики).

У 2022 році розширено географію реалізації методики за рахунок співпраці з навчальними франшизами KiberOne та ITtboss, що функціонують у межах міських і приватних освітніх ініціатив. У цих закладах було організовано курси підвищення кваліфікації педагогів, у межах яких здійснювалось активне тестування розроблених модулів методики, зокрема методів практико орієнтованого навчання на основі Arduino-інженерії. Навчання здійснювалося у формі мінікурсів, майстер-класів і менторських сесій (20 вчителів інформатики).

На другому етапі (2021–2022 рр.) було обґрунтовано та створено модель формування компетентності вчителів інформатики з робототехніки в умовах неформальної освіти. Розроблено критерії та показники сформованості цифрової компетентності у сфері робототехніки, модель використання платформи Arduino в освітньому процесі неформального навчання педагогів. Визначено дидактичні умови та особливості впровадження робототехнічного навчання у системі підвищення кваліфікації вчителів інформатики. Розроблено авторську методику, що поєднує використання апаратних засобів Arduino та віртуального середовища TinkerCad, підготовлено методичні матеріали для проведення практичних занять, тренінгів, консультацій. Реалізовано пілотний регіональний освітній проєкт із впровадження методики в межах неформальної освіти педагогів.

На третьому етапі (2022–2024 рр.) проведено експериментальну перевірку ефективності розробленої методики розвитку компетентності з робототехніки у

вчителів інформатики. Проаналізовано отримані результати, здійснено їх кількісну та якісну оцінку із застосуванням методів математичної статистики. Сформульовано висновки та практичні рекомендації щодо організації неформального навчання педагогів з робототехніки, окреслено напрями подальшого вдосконалення авторської методики та можливості її масштабування. Результати дослідження були представлені на науково-практичних семінарах, конференціях і методичних заходах обласного, всеукраїнського та міжнародного рівнів.

У 2023 році була завершена основна фаза розроблення методики, проведено узагальнення результатів, удосконалено змістові компоненти, структуру навчальних матеріалів, визначено дидактичні підходи до формування компетентностей. Розпочалась активна фаза апробації методики, яка реалізовувалась на базі кількох експериментальних майданчиків.

Протягом 2024 року проведено серію тренінгів для вчителів на базі Інституту цифровізації освіти НАПН України, де відбулося цілеспрямоване підвищення кваліфікації педагогів ЗЗСО з питань впровадження робототехніки та Arduino в освітню практику. У межах цієї діяльності було організовано й проведено експериментальні зрізи, метою яких було кількісне й якісне оцінювання змін у рівні сформованості професійних компетентностей учителів (16 Вчителів інформатики)

Окрему роль у формуванні експериментальної бази відіграв Дніпровський науковий ліцей інформаційних технологій – заклад, орієнтований на реалізацію інформаційно-технологічної складової змісту освіти для старшокласників. У ліцеї було не лише навчено вчителів за методикою, а й реалізовано навчання учнів з використанням Arduino в рамках STEM-освітнього середовища. Це дало змогу здійснити повноцінну перевірку ефективності методики в умовах навчального закладу, що поєднує академічну спрямованість із практико орієнтованими освітніми підходами (6 вчителів інформатики).

Таким чином, у процесі формування експериментальної бази було залучено широкий спектр закладів, що представляють як формальну, так і неформальну

освіту, спеціалізованих у галузі STEM і IT. Це дало змогу створити репрезентативні умови для перевірки гіпотези дослідження та забезпечило основу для подальшої адаптації методики в системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Одним із ключових завдань сучасної освіти є підготовка фахівців, здатних ефективно адаптуватися до динамічного середовища та використовувати можливості цифрових технологій. Сьогодні процес підготовки професіоналів значно виходить за межі традиційних підходів до навчання. На зміну класичному аудиторному навчанню приходять інноваційні комбіновані моделі, які інтегрують нові сервіси та інструменти, включаючи технології з елементами робототехніки із використанням хмаро орієнтованих платформ. Такий підхід сприяє створенню гнучкого освітнього середовища, здатного задовольнити зростаючі вимоги сучасного суспільства та ринку праці.

Розроблені в ході дослідження модель і методика відзначалися практичною спрямованістю щодо використання засобів робототехніки у процесі неформальної освіти вчителів, підвищення рівня їх цифрової компетентності. Ці результати знайшли використання у процесі неформальної освіти вчителів, що здійснювався у Дніпровському науковому ліцеї інформаційних технологій Дніпровської міської ради у 2024 році. Для перевірки ефективності розробленої методики на базі ліцею було проведено педагогічний експеримент, виконано порівняння навчальних досягнень вчителів за рівнями підготовки за розробленою методикою і відзначено позитивні показники успішності з опанування платформи Tinkercad. Результати використання запропонованої методики у процесі неформальної освіти свідчать, що дана платформа є ефективним засобом для організації навчання вчителів використанню програмно-апаратного комплексу Arduino. Завдяки опануванню низки навчальних тем і проведення творчих робіт, які можна було організувати на єдиній платформі, до якої викладачі і вчителі могли отримувати доступ у будь-якому місці і у будь-який час, значно розширилися можливості організації якісного навчання; розширився доступ до електронних ресурсів; підвищився рівень

організації навчального процесу завдяки структуруванню матеріалу і підтримуванню ресурсів для вивчення в актуальному стані.

У 2024–2025 навчальному році в Тернопільському обласному комунальному інституті післядипломної педагогічної освіти було впроваджено результати наукового дослідження, зокрема під час реалізації курсів підвищення кваліфікації вчителів інформатики. Результати дослідження, а саме компоненти методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти були впроваджені в ході проведення семінарів для вчителів інформатики «STEM-підходи та доповнена реальність на уроках інформатики» (19.04.2024 р.), «STEM-предмети як засіб міжпредметної інтеграції в Новій українській школі» (27.03.2025 р.) (18 вчителів інформатики). У цьому ж закладі було дібрано контрольні групи, які займалися вивченням робототехніки, але не проходили курси за авторською методикою (82 вчителів інформатики).

Матеріали дослідження були використані для організації практичних занять для вчителів у змішаному та дистанційному форматах. Вони охоплювали теми з віртуального моделювання електронних схем, програмування мікроконтролерів на базі Arduino, розробки інтерактивних освітніх проєктів. Застосування хмарної платформи TinkerCad дозволило забезпечити доступ учасників до симуляційних середовищ без необхідності додаткового обладнання, що є особливо актуальним у післядипломній освіті. Розроблені автором тематичні модулі, практичні завдання та методичні матеріали позитивно вплинули на розвиток компетентності вчителів у сфері робототехніки та інженерного мислення.

Завдяки впровадженню зазначених матеріалів, слухачі курсів здобули нові практичні навички, зросла їх мотивація до впровадження STEM-елементів у шкільне навчання, а також розширилися можливості дидактичного забезпечення уроків інформатики та використання технологій. Учасники високо оцінили доступність викладу, логіку структурування змісту та практичну цінність матеріалів.

Таким чином, використання матеріалів дослідження в освітньому процесі Тернопільського ОКІППО сприяло впровадженню сучасних підходів до цифрової освіти, розвитку технічної творчості та удосконаленню професійної майстерності педагогічних працівників.

Матеріали дослідження також активно використовувалися в організації науково-методичної діяльності Інституту цифровізації освіти НАПН України, орієнтованої на підвищення цифрової компетентності освітян у форматі неформальної освіти. Зокрема, напрацювання з методики навчання вчителів інформатики основам робототехніки було використано в ході організації і проведення низки заходів, серед яких: Всеукраїнський науково-практичний семінар «Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: Пошук рішень в період війни» (Київ, 21 березня 2023 р.); Онлайн школа «Цифрові технології в наукових дослідженнях» (01.11.2023 – 13.12.2023 р.); Навчальні майстер-класи з використання цифрових технологій в освітній і науковій діяльності (2024 р., загальна кількість учасників – 532, з яких 298 – вчителі); Майстер-клас «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога» (25 квітня 2024 р., 503 зареєстрованих учасника).

Результати дослідження, зокрема компоненти методики із запропонованими підходами до розвитку фахової компетентності з робототехніки в умовах неформального навчання, були використані під час консультативної та методичної підтримки вчителів інформатики, а також презентовані на міжнародних конференціях, що проводилися в цей період Інститутом цифровізації освіти НАПН України, зокрема, «Імерсивні технології в освіті» (Київ, 30 квітня 2024 р.).

3.2. Перевірка ефективності методики

Педагогічний експеримент було організовано з дотриманням принципів науковості, репрезентативності, відкритості та етичності. Його мета полягала у перевірці ефективності розробленої авторської методики розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики в умовах неформальної освіти, зокрема в

контексті використання робототехнічних засобів Arduino та середовища моделювання Tinkercad.

Контрольна та експериментальна групи формувалися на засадах добровільності участі з-поміж вчителів інформатики, що виявили інтерес до вдосконалення своєї професійної підготовки у сфері цифрових технологій. Відбір учасників проводився з урахуванням їхнього педагогічного стажу, мотивації, базового рівня цифрової компетентності та територіальної доступності до центрів проведення навчання. Було забезпечено приблизну рівність груп за кількісним складом і за попередніми результатами діагностики, що дозволяє вважати їх зіставними.

Для визначення рівнів цифрової компетентності учасників експерименту застосовувався комплекс методів, зокрема: стандартизовані анкети (самооцінка), діагностичне тестування з відкритими й закритими завданнями, практичні завдання на симуляторі Tinkercad, кейсові вправи, проєктна діяльність, а також методи педагогічного спостереження, індивідуальні бесіди з учасниками та аналіз продуктів їх діяльності (створених схем, програм, навчальних макетів тощо). Оцінювання проводилося за чотирма компонентами (когнітивним, діяльнісним, мотиваційним, рефлексивним) із поділом на рівні: низький, середній, високий, творчий. Для підвищення об'єктивності результатів використовувалися критерії чіткого рівневого опису, а також застосовувались різнотипні джерела інформації: узагальнення результатів тестування, спостережень, бесід і аналізу продуктів діяльності. Це дало змогу виявити як якісні, так і кількісні зміни у сформованості цифрової компетентності, а також простежити динаміку професійного розвитку учасників протягом усього експериментального періоду.

Зміст навчання в межах авторської методики було структуровано у вигляді модульної програми, що включала теми: основи схемотехніки, архітектура Arduino, програмування сенсорів і виконавчих елементів, використання хмарних симуляторів, методика проєктного навчання у сфері робототехніки. Адаптивність методики забезпечувалася можливістю варіювання рівня складності завдань,

наданням підтримки тьюторів, а також створенням умов для індивідуальної та групової роботи.

Обґрунтування вибору Arduino та Tinkercad полягає у їхній доступності, функціональній гнучкості, можливості застосування у віртуальному середовищі без додаткового обладнання. Arduino — це апаратна платформа з відкритим кодом, що дозволяє реалізовувати STEM-підходи у навчанні, а Tinkercad Circuits дає змогу візуалізувати логіку схем і моделювати поведінку електронних пристроїв у режимі реального часу.

Розроблена методика має практичне значення і може бути адаптована до умов підготовки майбутніх учителів інформатики у педагогічних ЗВО, зокрема в рамках навчальних дисциплін за вибором, практики або в позааудиторній діяльності. Використання засобів неформальної освіти (тренінгів, онлайн-курсів, мікропроектів, воркшопів) сприяє розширенню можливостей диференційованого навчання, активізації учнів і формуванню стійкої цифрової компетентності.

З метою з'ясування стану сформованості цифрової компетентності вчителів інформатики та оцінювання ефективності впровадження авторської методики розвитку компетентності з робототехніки в умовах неформальної освіти, було проведено констатувальні зрізи її сформованості згідно таких критеріїв:

- когнітивного (знання основ схемотехніки, принципів роботи мікроконтролерів, розуміння функціонального призначення компонентів платформи Arduino та принципів роботи середовищ моделювання);
- діяльнісного (уміння практичного застосування Arduino та хмарних симуляторів у процесі навчання, проєктування та реалізації навчальних завдань на основі робототехніки);
- мотиваційного (внутрішня зацікавленість у розвитку в галузі цифрових технологій, прагнення до професійного самовдосконалення);

- рефлексивного (здатність оцінювати власний досвід використання цифрових технологій, усвідомлювати потребу в оновленні знань і корекції підходів до викладання).

Кожний із цих критеріїв оцінювався окремо та визначався за рівнями: творчий, високий, середній та низький.

Після завершення курсу/тренінгової програми для вчителів інформатики було здійснено повторний зріз за тими ж критеріями оцінювання цифрової компетентності з робототехніки (табл. 3.1). У дослідженні взяли участь: експериментальна група – 86 чол., серед них ті, хто проходили навчання за розробленою автором спеціальною методикою; контрольна група – 82 чол., ті хто вивчали робототехніку на курсах підвищення кваліфікації або у процесі власного професійного розвитку, але не проходили навчання за запропонованню методикою.

Аналіз одержаних результатів показав, що частка учасників із високим і творчим рівнем цифрової компетентності з робототехніки за когнітивним критерієм зросла в експериментальних групах з 33% до 37%, а з низьким – зменшилася з 46% до 15%. Зафіксовано зростання сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно діяльнісного критерію: частка вчителів із високим і творчим рівнем зросла з 32% до 66%.

Позитивну динаміку також було зафіксовано за мотиваційним критерієм – кількість учасників із високим рівнем зросла з 36% до 55%, що свідчить про зростання особистої зацікавленості учасників навчання у тематиці робототехніки.

Щодо рефлексивного критерію, відзначено підвищення рівня усвідомлення власного професійного зростання: частка вчителів із середнім рівнем зменшилась, натомість кількість тих, хто мають високий і творчий рівень цифрової компетентності з робототехніки зросла з 31 на до 71 в експериментальних групах.

Таким чином, застосування авторської методики розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики, орієнтованої на робототехніку та хмарні технології, у межах

програм неформальної освіти виявилося ефективним засобом підвищення професійної підготовки освітян, особливо у когнітивному й діяльнісному вимірах.

Таблиця 3.1

Порівняння процентного співвідношення рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки за окремими критеріями

Шкала рівнів	Творчий	Високий	Середній	Низький
На констатувальному етапі експерименту				
Когнітивний	21%	12%	21%	46%
Діяльнісний	19%	13%	23%	45%
Мотиваційний	19%	17%	20%	44%
Рефлексивний	16%	15%	20%	49%
Після формувального етапу експерименту				
Когнітивний	31%	37%	17%	15%
Діяльнісний	29%	37%	21%	13%
Мотиваційний	34%	39%	16%	11%
Рефлексивний	30%	41%	16%	13%

У якості мети формувального етапу дослідження було визначено перевірку ефективності застосування авторської методики розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики в умовах неформальної освіти, а також порівняння рівнів сформованості окремих компонентів цієї компетентності у представників експериментальної та контрольної груп.

Розподіл рівнів сформованості когнітивного та діяльнісного компонентів цифрової компетентності вчителів інформатики у контрольних та експериментальних групах за результатами контрольного зрізу (до початку формувального етапу) та підсумкового зрізу (після завершення формувального етапу науково-експериментальної роботи) наведено у таблицях 3.2 та 3.3 відповідно.

У таблиці 3.2 подано дані щодо когнітивного компоненту (знання основ робототехніки, Arduino, хмарних симуляторів, розуміння принципів проєктної діяльності), у таблиці 3.3 – щодо діяльнісного компоненту (уміння практичного застосування Arduino, використання симуляторів, створення інтерактивних навчальних завдань у галузі робототехніки).

Таблиця 3.2

Розподіл рівнів сформованості когнітивного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Рівень	Констатувальний зріз		Кінцевий зріз	
	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Творчий	19%	21%	23%	31%
Високий	15%	12%	18%	37%
Середній	25%	21%	29%	17%
Низький	41%	46%	30%	15%

Таблиця 3.3

Розподіл рівнів сформованості діяльнісного критерію у контрольних і експериментальних групах за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Рівень	Констатувальний зріз		Кінцевий зріз	
	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Творчий	17%	19%	19%	29%
Високий	14%	13%	22%	37%

Середній	30%	23%	37%	21%
Низький	39%	45%	22%	13%

Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості когнітивного та діяльнісного компонентів цифрової компетентності вчителів інформатики за результатами констатувального та підсумкового зрізів подано на рис. 3.4 та рис. 3.5 відповідно.

На основі даних, наведених на рис. 3.4, перевіримо достовірність гіпотези щодо наявності статистично значущих відмінностей у рівнях сформованості когнітивного компоненту цифрової компетентності вчителів між експериментальними та контрольними групами після формувального етапу дослідження.

Для цього застосовано критерій Фішера. Сформульовано наступні гіпотези:

- H_0 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами підсумкового зрізу продемонстрували високий або творчий рівень сформованості когнітивного компоненту цифрової компетентності, є не більшою, ніж у контрольній групі;
- H_1 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами підсумкового зрізу продемонстрували високий або творчий рівень сформованості когнітивного компоненту цифрової компетентності, є більшою, ніж у контрольній групі.

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки за когнітивним критерієм зазначені високий та творчий, то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 5.7). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються критерієм Фішера:

- а) жодна з часток, що порівнюються, не дорівнює нулю;
- б) кількість спостережень у обох вибірках більше 5, що дозволяє будь-які співставлення.

За критичне значення критерія Фішера для кожного із зазначених складників системи оберемо – 1,6449.

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,5585, критичне – 1,6449. Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95%.

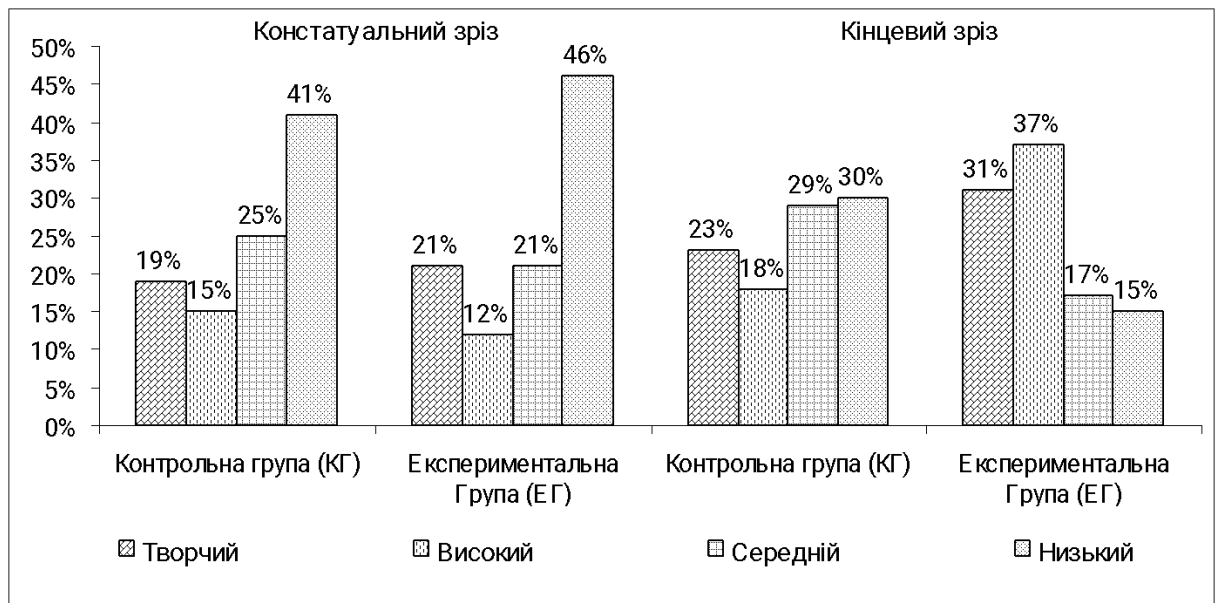


Рис. 37. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості когнітивного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Таблиця 3.4

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та творчий рівні сформованості компетентності за когнітивним критерієм після формувального етапу експерименту

Групи	Ефект має місце	Ефект відсутній	Всього
-------	-----------------	-----------------	--------

	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	34	41%	48	59%	82
Експериментальні	58	68%	28	32%	86
Всього	92		76		168

Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що застосування методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти призводить до статистично значущих відмінностей результатів за когнітивним критерієм.



Рис. 38. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості діяльнісного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

На основі даних, наведених на рис. 3.5, перевіримо достовірність гіпотези щодо наявності, з статистичної точки зору, відмінностей у рівнях сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно діяльнісного

критерію між експериментальною та контрольною групами за результатами підсумкового зрізу.

Для цього застосовано критерій Фішера. Сформульовано такі гіпотези:

- H_0 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами дослідження рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки за діяльнісним критерієм продемонстрували високий або достатній рівень, не більша, ніж у контрольній групі;
- H_1 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами дослідження рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки за діяльнісним критерієм продемонстрували високий або творчий рівень, більша, ніж у контрольній групі.

Побудуємо таблицю, яка є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівень сформованості цифрової компетентності з робототехніки за діяльнісним критерієм визначено як високий або творчий, то фіксується як «ефект має місце»; у протилежному випадку — «ефект відсутній» (табл. 3.8). При цьому для обчислень враховуються лише ті частки, які відповідають спостереженням з наявністю ефекту. Експериментальні дані задовольняють усі вимоги для застосування критерію Фішера.

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та творчий рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки за діяльнісним критерієм після формувального етапу експерименту

Таблиця 3.8

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	

Контрольні	34	41%	66	59%	82
Експериментальні	57	66%	63	41%	86
Всього	91		129		168

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,2829, критичне – 1,6449. Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95%.

Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що застосування методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти призводить до статистично значущих відмінностей результатів за діяльнісним критерієм.

Розподіл рівнів сформованості мотиваційного та рефлексивного компонентів цифрової компетентності вчителів інформатики у контрольних та експериментальних групах за результатами контрольного зрізу (до початку формувального етапу) та підсумкового зрізу (після завершення формувального етапу науково-експериментальної роботи) наведено у таблицях 3.9 та 3.10 відповідно.

Таблиця 3.9

Розподіл рівнів сформованості мотиваційного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Рівень	Констатувальний зріз	Кінцевий зріз
--------	----------------------	---------------

	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Творчий	15%	19%	16%	34%
Високий	15%	17%	29%	39%
Середній	25%	20%	32%	16%
Низький	45%	44%	23%	11%

Таблиця 3.10

Розподіл рівнів сформованості рефлексивного критерію у контрольних і експериментальних групах за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Рівень	Констатувальний зріз		Кінцевий зріз	
	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)	Контрольна група (КГ)	Експериментальна група (ЕГ)
Творчий	17%	16%	19%	30%
Високий	15%	15%	24%	41%
Середній	23%	20%	38%	16%
Низький	45%	49%	19%	13%

Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно мотиваційного та рефлексивного критеріїв за результатами констатувального та підсумкового зрізів подано на рис. 39 та рис. 40 відповідно.

На основі даних, наведених в табл. 3.9, перевіримо достовірність гіпотези щодо наявності статистично значущих відмінностей у рівнях сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно

мотиваційного критерію між експериментальними та контрольними групами після формувального етапу дослідження.

Для цього застосовано критерій Фішера. Сформульовано наступні гіпотези:

- H_0 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами підсумкового зрізу продемонстрували високий або творчий рівень сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно мотиваційного критерію, не є більшою, ніж у контрольній групі;
- H_1 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами підсумкового зрізу продемонстрували високий або творчий рівень сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно мотиваційного критерію, є більшою, ніж у контрольній групі.

Побудуємо таблицю, яка фактично є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно мотиваційного критерію зазначені високий та творчий, то «ефект має місце», у протилежному випадку – «ефект відсутній» (табл. 3.8). При цьому в обрахунках використовуються лише частки, що відповідають спостереженням, для яких ефект має місце. Експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, що накладаються кутовим перетворенням Фішера:

- а) жодна з часток, що порівнюються, не дорівнює нулю;
- б) кількість спостережень у обох вибірках більше 5, що дозволяє будь-які співставлення.

За критичне значення критерія Фішера для кожного із зазначених складників системи оберемо – 1,6449.

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,7458, критичне – 1,6449. Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95%.

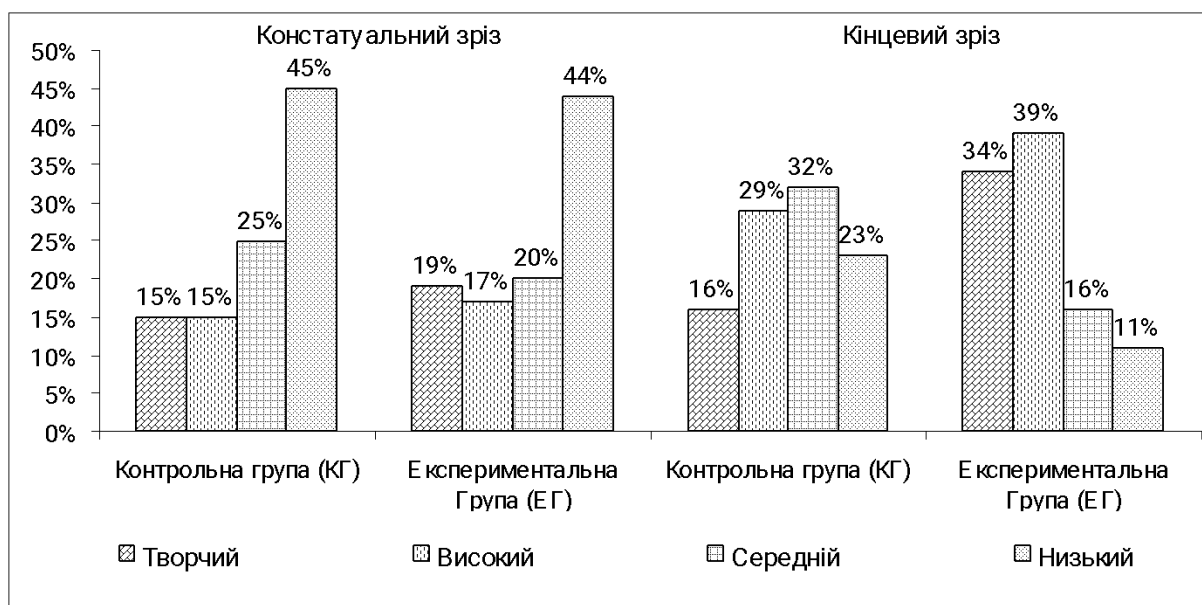


Рис. 39. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості мотиваційного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

Таблиця 3.11

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та творчий рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно мотиваційного критерію після формувального етапу експерименту

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	50	61%	32	39%	82
Експериментальні	47	55%	39	45%	86
Всього	97		71		168

Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після

експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що застосування можна зробити висновок, що застосування методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти призводить до статистично значущих відмінностей результатів.



Рис. 40. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості рефлексивного критерію за результатами констатувального та кінцевого зрізу

На основі даних, наведених на рис. 40, перевіримо достовірність гіпотези щодо наявності, з статистичної точки зору, відмінностей у рівнях сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно рефлексивного критерію між експериментальною та контрольною групами за результатами підсумкового зрізу.

Для цього застосовано критерій Фішера. Сформульовано такі гіпотези:

- H_0 : Частка учасників експериментальної групи, які за результатами дослідження рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно рефлексивного критерію продемонстрували високий або творчий рівень, не більша, ніж у контрольній групі;

- Н₁: Частка учасників експериментальної групи, які за результатами дослідження рівнів сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно рефлексивного критерію продемонстрували високий або творчий рівень, більша, ніж у контрольній групі.

Побудуємо таблицю, яка є таблицею емпіричних частот за двома значеннями ознаки: якщо рівень сформованості цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики згідно рефлексивного критерію визначено як високий або творчий, то фіксується як «ефект має місце»; у протилежному випадку — «ефект відсутній» (табл. 3.12). При цьому для обчислень враховуються лише ті частки, які відповідають спостереженням з наявністю ефекту. Експериментальні дані задовольняють усі вимоги для застосування критерію Фішера.

Таблиця для розрахунків за критерієм Фішера при порівнянні двох груп за часткою слухачів, які мають високий та творчий рівні сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно рефлексивного критерію після формувального етапу експерименту

Таблиця 3.12

Групи	Ефект має місце		Ефект відсутній		Всього
	Кількість слухачів	%	Кількість слухачів	%	
Контрольні	30	37%	52	63%	82
Експериментальні	47	55%	39	45%	86
Всього	77		91		168

Емпіричне значення критерію Фішера – 3,7182, критичне – 1,6449. Достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм Фішера дорівнює 95%.

Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту збігаються з рівнем значущості 0,05, і, одночасно з цим, достовірність відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що застосування методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти призводить до статистично значущих відмінностей результатів.

Побудуємо зведену таблицю сформованості компетентності з робототехніки вчителя інформатики за сумою критеріїв (Рис. 41).

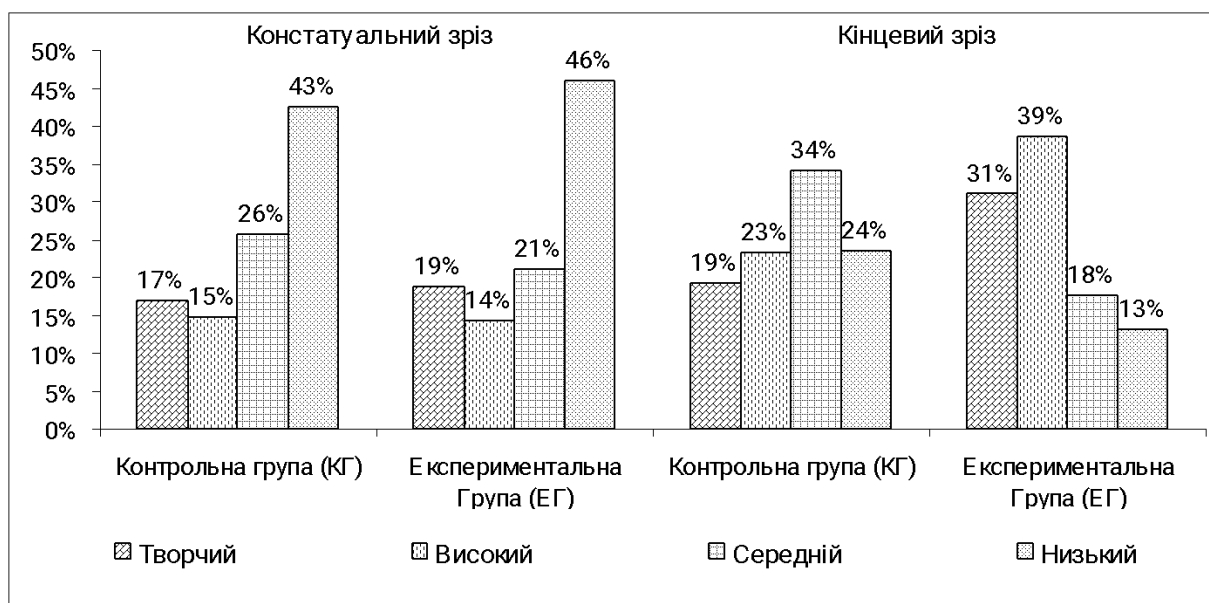


Рис. 41. Гістограми порівняльного розподілу рівнів сформованості компетентності з робототехніки вчителя інформатики за середнім значенням по всіх критеріях.

Отже можна зробити висновок, що застосування методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти в експериментальних і контрольних групах дійсно призводить до статистично значущих відмінностей результатів, що підтверджує ефективність використання зазначеної методики.

Висновки до розділу 3

У розділі 3 дисертаційного дослідження було проведено формувальний етап педагогічного експерименту з метою перевірки ефективності розробленої методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. Для оцінювання результатів було використано розподіл досліджуваних осіб на експериментальні та контрольні групи, в яких на початковому (констатувальному) та завершальному (підсумковому) етапах дослідження виконувалися зрізи сформованості цифрової компетентності.

Сформованість цифрової компетентності вчителів оцінювалася за чотирма критеріями: когнітивним, діяльнісним, мотиваційним та рефлексивним. Для кожного з критеріїв було визначено рівні сформованості (творчий, високий, середній, низький) та проведено порівняльний аналіз змін у показниках експериментальних і контрольних груп.

Аналіз одержаних результатів показав, що частка учасників із високим і творчим рівнем цифрової компетентності з робототехніки за когнітивним критерієм зросла в експериментальних групах з 33% до 37%, а з низьким – зменшилася з 46% до 15%. Зафіксовано зростання сформованості цифрової компетентності з робототехніки згідно діяльнісного критерію: частка вчителів із високим і творчим рівнем зросла з 32% до 66%.

Позитивну динаміку також було зафіксовано за мотиваційним критерієм – кількість учасників із високим рівнем зросла з 36% до 55%, що свідчить про зростання особистої зацікавленості учасників навчання у тематиці робототехніки.

Щодо рефлексивного критерію, відзначено підвищення рівня усвідомлення власного професійного зростання: частка вчителів із середнім рівнем зменшилась, натомість кількість тих, хто мають високий і творчий рівень цифрової компетентності з робототехніки зросла з 31 на до 71 в експериментальних групах.

Таким чином, застосування авторської методики розвитку цифрової компетентності вчителів інформатики, орієнтованої на робототехніку та хмарні

технології, у межах програм неформальної освіти виявилось ефективним засобом підвищення професійної підготовки освітян, особливо у когнітивному й діяльнісному вимірах.

За результатами аналізу, у вчителів інформатики, які брали участь у навчанні за експериментальною методикою, спостерігається статистично значуще зростання частки осіб з високим і творчим рівнем сформованості за всіма чотирма критеріями. Для перевірки гіпотез щодо ефективності впливу методики на розвиток компетентності застосовано критерій Фішера. У всіх випадках отримані значення емпіричного критерію перевищили критичне значення, що свідчить про наявність суттєвих відмінностей між експериментальними та контрольними групами.

Таким чином, результати формувального етапу експерименту підтвердили ефективність запропонованої методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. Це дозволяє рекомендувати її до впровадження в систему післядипломної педагогічної освіти для забезпечення якісної підготовки педагогів до викладання основ робототехніки й реалізації сучасної STEM-освіти.

У розділі були використані праці автора: [36], [43].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У процесі дослідження уточнено й обґрунтовано поняттєвий апарат, що стосується формування компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. Зокрема, уточнено зміст поняття «компетентність з робототехніки вчителя інформатики», під яким розуміється його здатність проектувати і використовувати в освітньому процесі робототехнічні системи та технології, а також адаптовувати ці технології під вікові особливості учнів та освітні цілі, спираючись на знання апаратних і програмних складників робототехнічних систем, вміння і навички їх використання, набуті як інтегрований результат професійної підготовки. Розкрито особливості реалізації неформального навчання як гнучкого, адаптивного середовища професійного зростання педагогів, що забезпечує індивідуалізацію, практичну спрямованість і швидке засвоєння нових освітніх технологій. На основі аналізу міжнародних підходів (DigCompEdu, DigComp 2.2, ICT-CFT ЮНЕСКО) та національних нормативних документів (КМУ № 800, Концепція цифрових компетентностей громадян України) підтверджено доцільність розвитку саме професійної цифрової компетентності, що включає в себе елементи робототехніки.

2. У межах дослідження обґрунтовано та запропоновано систему критеріїв, показників і рівнів сформованості компетентності з робототехніки вчителів інформатики. До структури оцінювання включено чотири взаємопов'язані критерії: когнітивний (знання базових понять, принципів, технологій); діяльнісний (уміння застосовувати Arduino та цифрові платформи в педагогічній практиці); мотиваційний (внутрішня готовність до впровадження інновацій); рефлексивний (здатність до самооцінювання та розвитку власної професійної практики). Для кожного критерію визначено систему показників і рівнів: початковий, середній, високий, творчий. Запропонована система дозволяє здійснювати як поточну, так і підсумкову оцінку рівня розвитку компетентності, а також визначати траєкторії індивідуального професійного зростання вчителя.

3. Розроблено й теоретично обґрунтовано модель використання Arduino як засобу розвитку цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти. Модель містить шість структурних компонентів: цільовий (спрямованість на розвиток практично орієнтованої цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики); методологічний (що охоплює принципи і підходи до проектування середовища навчання); змістовий (відбір тем і задач, релевантних сучасній інженерно-педагогічній практиці); технологічний (містить форми, методи і засоби використання Arduino, Tinkercad Circuits, хмарних сервісів для підвищення рівня цифрової компетентності з робототехніки вчителів інформатики); діагностичний (система критеріїв і показників оцінювання); результативний (очікуване підвищення рівня цифрової компетентності). Модель інтегрує принципи відкритої освіти, проєктного та дослідницького навчання, і орієнтована на забезпечення адаптивності навчального процесу до різних рівнів підготовки слухачів. Особливістю моделі є акцент на використанні доступних цифрових інструментів, що забезпечують ефективну реалізацію навчання в умовах обмежених матеріально-технічних ресурсів.

4. Розроблено, реалізовано та експериментально перевірено ефективність методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти, яка базується на використанні апаратної платформи Arduino, симуляційного середовища Tinkercad Circuits і хмарних цифрових ресурсів. Методика передбачає поетапну реалізацію навчального процесу в різних форматах (очно-дистанційні тренінги, майстер-класи, мікропроєкти, самостійна робота з цифровими інструкціями), з урахуванням індивідуальної траєкторії навчання кожного педагога. До методики включено ефективні форми та методи навчання: проєктне, практико-орієнтоване, дослідницьке навчання, командної взаємодії в онлайн-середовищі. Результати педагогічного експерименту довели статистично значуще зростання рівня компетентності вчителів за всіма визначеними критеріями. Методика рекомендована для використання у програмах післядипломної освіти,

професійного розвитку, неформального навчання та може бути адаптована для дистанційних і змішаних форматів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєєва Г.М., Бабич П.М. Використання платформи Arduino для професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів. Фізико-математична освіта. – 2018. – № 4(18). – С. 12–16.
2. Андросук І.М., Калюжна Т.Г., Піддячий В.М., Шарошкіна Н.Г. Навчання дорослих в умовах неформальної освіти : практичний посібник. — Київ : ІПОД імені Івана Зязюна НАПН України, 2019. — 215 с.
3. Березнюк Р.Х. Переваги використання онлайн стимулятора Tinkercad Circuits Arduino на уроках інформатики [Електронний ресурс]. — 2019. — Режим доступу: <http://dspace.megu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/1809> (дата звернення: 12.06.2025).
4. Биков В.Ю., Кремень В.Г. Категорії простір і середовище: особливості модельного подання та освітнього застосування. Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія. — 2013. — № 3. — С. 3–16. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/1188/> (дата звернення: 01.03.2024).
5. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: Монографія. - К.: Атіка, 2008.- 684 с
6. Биков В.Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. — Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. — Вип. 9(16). — С. 9–16.
7. Биков В.Ю., Спірін О.М., Шишкіна М.П. Корпоративні інформаційні системи підтримування науково-освітньої діяльності на базі хмароорієнтованих сервісів. Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти : збірник наукових праць. — 2015. — Вип. 43. — С. 178–206.
8. Биков В.Ю., Лапінський В.В. Методологічні та методичні основи створення і використання електронних засобів навчального призначення. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. — 2012. — № 2(98). — С. 3–6.
9. Биков, В. Ю., Овчарук, О. В., Іванюк, І. В., Пінчук, О. П., & Гальперіна, В. О. (2022). Сучасний стан використання цифрових засобів для організації дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти: результати опитування 2022. Інформаційні технології і засоби навчання, 4(90), 1-18.

Биков В.Ю., Овчарук О.В., Іванюк І.В., Пінчук О.П., Гальперіна В.О. Сучасний стан використання цифрових засобів для організації дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти: результати опитування 2022. *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2022. — № 4(90). — С. 1–18.

10. Биков В.Ю., Буров О.Ю., Гуржій А.М., Жалдак М.І., Лещенко М.П., Литвинова С.Г., Шишкіна М.П. Теоретико-методологічні засади інформатизації освіти та практична реалізація інформаційно-комунікаційних технологій в освітній сфері України. — Київ : ІЦО НАПН України, 2023. — 242 с.

11. Нова українська школа: poradnik dla vchitelja / Під заг. ред. Н. Бібік. — Київ : ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. — 206 с.

12. Використання сервісів хмароорієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної і післядипломної освіти : метод. посіб. / Бруйка А.В., Коваленко В.В., Крамар С.С., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Сухих А.С., Шишкіна М.П. ; за ред. М.П. Шишкіної. — Київ : ІЦО НАПН України, 2023. — 142 с.

13. Вакалюк Т.А., Мар'єнко М.В. Досвід використання хмароорієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2021. — Т. 81, № 1. — С. 340–355. — DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.4225> (дата звернення: 01.03.2024).

14. Валько Н. Аналіз освітніх програм навчання майбутніх вчителів у контексті STEM-освіти. *Молодь і ринок*. — 2019. — № 10(177). — С. 101–106.

15. Войцехівський М.Ф. Педагогічні аспекти професійного розвитку особистості вчителя в системі післядипломної освіти. *Освітологічний дискурс*. — 2010. — № 2. — С. 37–49.

16. Гнатюк В., Горицка О., Зінченко В., Лаврентьева О., Левринц М., Матвійчук А., Шевчук Г. Комплексний підхід до розвитку ключових компетентностей у студентів вищої школи. *Академічні візії*. — 2024. — Т. 32. — С. 10–20. — Режим доступу: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/download/1285/1192> (дата звернення: 14.11.2024).

17. Голубєв Л.П., Ткач М.М., Макатьора Д.А. Використання TINKERCAD для онлайн підтримки лабораторних робіт з проектування мікропроцесорних систем в технічному університеті. *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2023. — Вип. 93, № 1. — С. 80–95. — DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.4817> (дата звернення: 14.11.2024).

18. Гончарук А. Неформальна освіта дорослих у країнах ЄС. *Педагогічні науки*. — 2012. — № 54. — С. 31–36.
19. Гриневич Л.М., Морзе Н.В., Бойко М.А. Scientific education as the basis for innovative competence formation in the conditions of digital transformation of the society. *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2020. — Вип. 77, № 3. — С. 1–26. — URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3704> (дата звернення: 14.11.2024).
20. Гриценчук О.О. Інформаційно-освітнє середовище як засіб розвитку громадянської компетентності вчителів в Нідерландах : дис. канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. — Київ, 2020. — 328 с.
21. Гриценчук О.О., Іванюк І.В., Кравчина О.Ю., Малицька І.Д., Овчарук О.В., Сороко Н.В. Європейський досвід розвитку цифрової компетентності вчителя в контексті сучасних освітніх реформ. *Інформаційні технології і засоби навчання*. — 2018. — Вип. 65, № 3. — С. 316–336. — DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2387> (дата звернення: 14.11.2024).
22. Рашкевич І. Компетентнісний підхід у побудові освітніх програм [Електронний ресурс]. — Erasmus+ Academic Networks, 2014. — Режим доступу: https://erasmusplus.org.ua/wp-content/uploads/2014/12/Competence_Approach_Rashkevych_Nov.2014.pdf (дата звернення: 14.11.2024).
23. Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів в умовах хмароорієнтованого навчального середовища : метод. посіб. / О.О. Гриценчук, І.В. Іванюк, О.Є. Кравчина та ін. ; за заг. ред. В.Ю. Бикова, О.В. Овчарук. — Київ, 2019. — 128 с.
24. Деякі питання підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників: Постанова Кабінету міністрів України від 21.08.2019 р. № 800. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/800-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення 18.02.2023).
25. Дуганець В. І., Федірко П. П., Оленюк О. А. Особливості інтеграції віртуальних симуляторів у навчальний процес. Професійно-прикладні дидактики. 2023. № 1. С. 23–28. URL: <https://doi.org/10.37406/2521-6449/2023-1-4>
26. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; гол. ред. В.Г. Кремень. — Київ : Юрінком Інтер, 2008. — 1040 с.

27. Жалдак Г.П., Горбатюк К.В. Перспективи розвитку ринку хмарних технологій в Україні. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. — 2018. — № 15. — С. 445–448.
28. Захар О.Г. Методична система підвищення кваліфікації вчителів інформатики із застосуванням технологій дистанційного навчання : дис. канд. пед. наук : 13.00.10 / Київський університет імені Бориса Грінченка. — Київ, 2016. — 278 с.
29. Киверялг А.А. Методи дослідження у професійній педагогіці. — Таллін : Валгус, 1980. — 334 с.
30. Коваленко В.В., Мар'єнко М.В., Сухіх А.С. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації. / за ред. М.В. Мар'єнко, А.С. Сухіх. — Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. — 87 с.
31. Коваленко О. Е. Методика професійного навчання : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. Е. Коваленко. Харків : Вид-во НУА, 2005. 360 с.
32. Колос К.Р. Факторно-критеріальна модель оцінювання ефективності оцінювання ефективності комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти. *Information Technologies in Education*, 2015. №22. С. 80-92.
33. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики : дис. к. пед. наук : 13.00.10 / Житомирський державний університет імені Івана Франка, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 356 с.
34. Крамар С. С. Програмно-апаратний комплекс ARDUINO як засіб неформальної освіти вчителів // *Перспективи та інновації науки* (Серія : «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). 2024. № 11(45). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11\(45\)-492-500](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-492-500)
35. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні особливості використання ARDUINO на платформі TINKERCAD у середовищі неформальної освіти вчителів // *Фізико-математична освіта*. 2024. Том 39, № 5. С. 27–33. DOI: [10.31110/fmo2024.v39i5-04](https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i5-04)
36. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні підходи до використання ARDUINO у процесі неформальної освіти вчителів // *Інноваційна педагогіка*. 2024. № 77. С. 264-268. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/77.53>

37. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Модель використання ARDUINO для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, №218. С. 139-143. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-218>
38. Крамар С. С. Вплив застосування імерсійних технологій на результати навчальної діяльності в неформальній освіті вчителів інформатики // Імерсивні технології в освіті : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 квітня 2024 р. / за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. С.111-115. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742688/1/>
39. Крамар С. С. Важливість формування цифрової компетентності вчителів у використанні програмно-апаратного комплексу ARDUINO// Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (Пошук рішень в період війни) : зб .матеріалів всеукр.наук.-практ. семінару (Київ, 21 березня 2023 р.) / за заг.ред. О.В. Овчарук. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. [https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735075/Крамар С.С. Сучасний стан використання програмно-апаратного комплексу Arduino в освіті вчителів](https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735075/Крамар%20С.С.%20Сучасний%20стан%20використання%20програмно-апаратного%20комплексу%20Arduino%20в%20освіті%20вчителів) // Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ . ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна. С. 106-107. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733433>
40. Крамар С.С. Хмаро орієнтовані підходи до використання апаратно-програмного комплексу ARDUINO у неформальній освіті вчителів. Інститут цифровізації освіти, НАПН України. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану» : збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2023. С. 119-120. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735053/>
41. Крамар С.С. Методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики за допомогою хмаро орієнтованої системи Tinkercad в неформальній освіті // Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України: збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2024. С. 114-115. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740554/>
42. Крамар С.С. Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів // Використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної і післядипломної освіти: метод. посіб. / Бруйка А.В., Коваленко В.В., Крамар С.С., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Сухих А.С., Шишкіна М.П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 144 с.

43. Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad: практ. посіб. / Крамар С.С., Київ : ІЦО НАПН України, 2025. 71 с.
44. Кремень В. Г., Биков В. Ю., Ляшенко О. І., Литвинова С. Г., Луговий В. І., Мальований Ю. І. та ін. Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи // Вісник Національної академії педагогічних наук України. Т. 4, № 2. С. 1–49. 2022.
45. Кремень В. Г., Биков В. Ю. Категорії «простір» і «середовище»: особливості модельного подання та освітнього застосування // Теорія і практика управління соціальними системами. № 2. С. 3–16. 2013.
46. Кривонос О. М., Кузьменко Є. В., Кузьменко С. В. Огляд та перспективи використання платформи Arduino Nano 3.0 у середній школі // Інформаційні технології і засоби навчання. Т. 56, № 6. С. 77–87. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1506> (дата звернення: 14.11.2024).
- 2016.
47. Кривонос О. М., Бірук Н. П., Торгонська А. О., Яценко О. І. Diagnostics of the formation of high school students' digital competence // Інформаційні технології і засоби навчання. Т. 97, № 5. С. 94–124. 2023.
48. Теорія та практика змішаного навчання : монографія / Кухаренко В. М., Березенська С. М., Бугайчук К. Л., Олійник Н. Ю., Олійник Т. О., Рибалко О. В., Сиротенко Н. Г., Столяревська А. Л. Харків : ХПН. 284 с. 2016.
49. Лехан С. А. Інформатика. Мова програмування C++. Спецкурс. 10–12 класи : навч. посіб. Шепетівка : Аспект. 160 с. 2007.
50. Литвин В. А. Сучасні аспекти організації неформальної освіти майбутніх педагогів // Вісник післядипломної освіти. № 17(46). С. 63–75. 2021
51. Литвинова С. Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. Вип. 1(48). С. 225–230. DOI: 10.24144/2524-0609.2021.48.225-230. (дата звернення: 01.03.2024). 2021.
52. Литвинова С. Г. Проєктування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія. Київ : ЦК «Компринт». 354 с. 2016.
53. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проєктування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу :

дис. д-ра пед. наук : 13.00.10 / Ін-т інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ. 602 с. 2016.

54. Литвинова С. Г., Водоп'ян Н. І. Підготовка вчителів до проєктування хмаро орієнтованого середовища дистанційного навчання в умовах неформальної освіти // Неперервна освіта: актуальні дискурси : зб. матеріалів XV Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (Ужгород, 2021). Ужгород : РІК-У, ЗПППО. С. 102–105. 2021.

55. Лук'янова Л. Б. Концептуальні засади формування законодавства у галузі освіти дорослих // Актуальні проблеми професійної орієнтації та професійного навчання населення в умовах соціально-економічної нестабільності : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 28 жовт. 2014 р.). У 2 ч. Ч. 2. К. : ІПК ДСЗУ. С. 52–59. 2014.

56. Лупаренко Л., Литвинова С., Пінчук О., Соколюк О. Готовність вчителів до використання доповненої реальності в освітньому процесі // Вісник післядипломної освіти. Серія : Педагогічні науки. № 21(50). С. 144–177. 2022.

57. Ляшенко О., Спірін О., Литвинова С., Пінчук О., Овчарук О., Сухіх А. Концептуальні засади цифровізації освітнього середовища закладу загальної середньої освіти // Інформаційні технології і засоби навчання. № 102(4). С. 1–25. DOI: 10.33407/itlt.v102i4.5829. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/5829> 2024.

58. Мар'єнко М. В. Проєктування хмаро орієнтованої методичної системи підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів для роботи в науковому ліцеї : автореф. дис. д-ра пед. наук : 13.00.10 / Ін-т інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ. 546 с. 2022.

59. Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Особливості організації змішаного навчання з використанням цифрових технологій. Освітній дискурс : збірник наукових праць. 2021. Випуск 32 (4). С. 45-52.

60. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти // Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. Вип. 5. С. 178–187. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325> (дата звернення: 14.11.2024). 2018.

61. Морзе Н. В., Гладун М. А., & Дзюба С. М. Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 2018, (65, № 3), 37–52.

62. Морзе Н. В. Методика навчання інформатики : навч. посіб./ за ред. М. І. Жалдака. Київ : Навч. кн., 2003. Ч. I : Загальна методика навчання інформатики. 254 с.
63. Морзе Н., Нанаєва Т., Пасічник О. Стан та перспективи навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти України // Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. № 92(6). С. 1–20. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5138>
64. Національний освітньо-науковий глосарій. Київ: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 524 с.
65. Нестеренко Г.О., Тишкова О.В. Сучасні соціальні мережі як інструмент неформальної освіти. Фізико-мате-матична освіта : науковий журнал. 2017. Випуск 3(13). С. 35–38.
66. Новітні комп'ютерні технології. Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2015. Том XIII : спецвипуск «Хмарні технології в освіті». 378 с.
67. Овчарук О. В. Цифрова компетентність вчителя: міжнародні тенденції та рамки // Нова педагогічна думка. 2020. № 4(100). С. 52–55.
68. Результати онлайн опитування «Готовність і потреби вчителів щодо використання цифрових асобів та ІКТ в умовах війни: 2023». Аналітичний звіт/ О.Овчарук, І.Іванюк, О.Гриценчук та ін., за заг ред. О.Овчарук Київ: ІЦО НАПН України. 2023. 81с.
69. О. В. Овчарук, О. С. Товканець, О. П. Пінчук, І. В. Іванюк, О. О. Гриценчук, і С. В. Трикоз, «Організаційно-педагогічні умови використання інформаційно-цифрового середовища закладу загальної середньої освіти», ITLT, том 95, вип. 3, с. 41–57, Чер. 2023. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5186>
70. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2021 (Подолання викликів у період карантину, спричиненого COVID-19) : зб. матеріалів всеукр.наук.-практ. семінару (Київ, 2 березня 2021 р.) / за заг ред. О.В. Овчарук. Київ: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України: 2021. 116 с.
71. Використання засобів хмаро орієнтованого навчального середовища для розвитку ІК-компетентності вчителів : метод. рек. / О. В. Овчарук, І. Д. Малицька, І. В. Іванюк, О. О. Гриценчук та ін. Київ, 2019. 64 с.
72. Олексюк В.П. Теоретико-методичні основи проєктування, адміністрування та використання хмаро орієнтованого середовища навчання майбутніх учителів

інформатики. Дисертація докт. пед.наук : 13.00.10 / Інститут цифровізації освіти НАПН України. Київ, 2023. 524 с.

73. Осадчий, В. В., Валько, Н. В., & Кушнір, Н. О. (2020). Побудова освітнього середовища STEM-орієнтованого навчання. Інформаційні технології і засоби навчання, 75(1), 316-330. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.3213>

74. Павлик Н. П. Теорія і практика організації неформальної освіти молоді: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 162 с. URL http://eprints.zu.edu.ua/26013/1/Teoriya_Neformalna_Osvita.pdf (дата звернення: 24.01.2024).

75. Павлюс В. П. Використання платформи Arduino для організації курсу «Основи робототехніки» в навчальних закладах. URL: <http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/article/9/> (дата звернення: 14.11.2024).

76. Цифровізація освіти: дослідно-експериментальна робота: збірник матеріалів / укл. О.П. Пінчук. Київ: ЩО НАПН України, 2023. 71 с.

77. Пінчук О., Соколюк О. Цифрові засоби підтримки міжпредметної навчальної діяльності школярів і розвитку професійних компетентностей учителів // Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training. Methodology. Theory. Experience. Problems. 2020. Вип. 20. С. 97–108.

78. Плинокос Д. Д., Коваленко М. О. Неформальна освіта: теоретичні аспекти і наукові підходи // Наукові записки. Серія : Педагогіка і психологія. Вип. 29. С. 53–60. URL: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=459150> (дата звернення: 24.01.2024)

79. Про освіту : Закон України No2145-VIII від 05.09.2017 (зі змінами 2023 рік). URL: https://urst.com.ua/pro_osvitu/st-8 (дата звернення: 24.01.2024).

80. Проект Закону України «Про освіту дорослих». URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JI06948A?an=19> (дата звернення: 24.01.2024).

81. Рекомендації Асамблеї Ради Європи 1437 Про неформальну освіту. 2000. підтримки неформальної освіти за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій URL: https://arhiv.acs.si/dokumenti/Memorandum_on_Lifelong_Learning.pdf (дата звернення: 24.01.2024).

82. Савченко О. Я. Компетентнісний підхід у сучасній початковій освіті: методологія, технології, проектування результатів. Київ : Педагогічна думка. 200 с.

83. Сальник І. В., Соменко Д. В., & Сірик Е. П. Використання платформи Arduino у підготовці вчителів фізики до STEM орієнтованого навчання. Інформаційні

84. Скорик Т.В., Вергунова В.С. Неформальна освіта як чинник професійного розвитку майбутніх учителів. Синергія формальної, неформальної та дуальної освіти майбутніх фахівців дошкільної та початкової освіти : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнародною участю (11–12 червня 2021 року, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка). Чернігів, 2021. С. 86–89.
85. Сороко Н. В. Використання хмарних обчислень для розвитку інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів (досвід країн Балтії). Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної технологічної освіти. 2017. № 2 (11). С. 45-53.
86. Сороко Н. Критерії оцінювання цифрових інструментів для підтримки steam-орієнтованого освітнього середовища // Освіта. Інноватика. Практика. 2024. Т. 12, № 8. С. 73–82. URL: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i8-010> (дата звернення: 15.05.2025)
87. Співак Я. О. Компетентнісний підхід як теоретична основа дослідження формування професійної компетентності майбутніх соціальних працівників // Збірник наукових праць. 2019. № 31. С. 71–81. URL: <https://doi.org/10.28925/2311-2409> (дата звернення: 15.05.2025)
88. Спірін О. М. Теоретичні та методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів інформатики за кредитно-модульною системою: монографія. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2007. 300 с.
89. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно комунікаційних технологій навчання. Інформаційні технології і засоби навчання. 2013. № 1 (33). URL : <https://doi.org/10.33407/itlt.v33i1.788> (Дата звернення : 28.05.2020).
90. Спірін О. М. та ін. Критерії добору хмаро орієнтованої системи управління навчанням для закладу вищої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2022. Т. 89, № 3. С. 105–120. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4958> (дата звернення 18.02.2023).
91. Спірін О.М., Вакалюк Т.А. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності бакалаврів інформатики щодо використання хмаро орієнтованого навчального середовища. Інформаційні технології і засоби навчання, 2019. Том 72, No4. С.226.

92. Спірін О.М., Вакалюк Т.А. Інформаційно-цифрові технології: сутність поняття: звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали науково-практичної конференції, 11 лютого 2021 р. / упоряд.: О.П. Пінчук, Н.В. Яськова. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. С. 16- 17
93. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики // Інформаційні технології і засоби навчання. 2009. № 5(13).
94. Спірін О. М. Компетентнісний підхід у проектуванні професійної підготовки вчителя інформатики // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2007. Серія 5 : Педагогічні науки: реалії і перспективи. Вип. 7. С. 150–156.
95. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання // Інформаційні технології і засоби навчання. 2013. № 1(33).
96. Спірін, О. М. (2009). Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. Інформаційні технології і засоби навчання, 5(13).
97. Спірін О. М. Цифрова компетентність педагога: сутність і структура // Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. № 70(2). С. 146–158. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2526> (дата звернення: 15.05.2025)
98. Струтинська О. В. Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки в закладах середньої освіти. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020, 505 с.
99. Супровід діяльності центрів професійного розвитку педагогічних працівників: керівництво для тренерів: навч.-метод. посібник. Київ. 2021. 132 с.
100. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2022. Вип. 63. 220 с.
101. Терьохіна Н. Неформальна освіта як важлива складова системи освіти дорослих. Порівняльно-педагогічні студії, 2014. №6(20). С. 109-114.
102. Тимчук Л. І. Розвиток інформаційно-комунікаційних і медіа компетентностей учителів у міжнародному педагогічному просторі: електронний ресурс. / Л. І. Тимчук, М. П. Лещенко. Інформ. технології і засоби навчання. 2013. Т. 38, вип. 6. С.

- 13–28. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2013_38_6_4. (дата звернення 18.02.2023).
103. Тичук Р. Б., Петрович С. Д. Створення «SMART» кабінету фізики у технічному коледжі // Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. № 66(4). С. 78–92. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v66i4.2133> (дата звернення: 15.05.2025)
104. Цаплан І. Перспективи підготовки майбутніх фахівців комп'ютерної та інженерної техніки на базі принципів STEM-освіти, та розробки навчально-методичного комплексу «Основи програмування, на базі датчиків Arduino». Магістерський науковий вісник. 2019. Вип. 33. С. 291–306.
105. Шапочкіна О. В. Сучасні тенденції розвитку неформальної освіти майбутніх учителів у Німеччині. Автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.04 - теорія і методика професійної освіти. Київ : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2012. 22с.
106. Шерман М. І., Самчинська Я. Б., Кужельок Н. І. Проектування веб-ресурсу з вивчення платформи Arduino для інженерів-програмістів з рівнем вищої освіти «Магістр». Наукові нотатки. 2019. Вип. 67. С. 168–175.
107. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів : монографія / М. П. Шишкіна, С. Г. Литвинова, М. В. Мар'єнко, Ю. Г. Носенко, В. В. Коваленко, Л. А. Лупаренко, А. С. Сухих / за наук. ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 176 с
108. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : дис. д-ра пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 441с.
109. Науково-методичні засади проектування хмаро орієнтованого освітньонаукового середовища у закладі вищої освіти: Монографія М.П. Шишкіна. Київ: УкрІНТЕІ, 2019. 265 с.
110. Ягупов В. В. Педагогіка: Навч. посібник. Київ: Либідь, 2002. 560 с.
111. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік. Лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17. https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/
112. Akış A. P. Using Arduino in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Bibliometric analysis // Science Education International. 2024. Т. 35(2). С. 73–84.

113. Alam A., Mohanty A. Integrated constructive robotics in education (ICRE) model: a paradigmatic framework for transformative learning in educational ecosystem // *Cogent Education*. 2024. T. 11(1). Article ID: 2324487.
114. Anwar S., Bascou N. A., Menekse M., Kardgar A. A systematic review of studies on educational robotics // *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 2019. T. 9(2). Article 2.
115. Atmatzidou S., Demetriadis S. Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences // *Robotics and Autonomous Systems*. 2016. T. 75. C. 661–670. URL: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008> (дата звернення: 15.05.2025)
116. Barker B. S., Nugent G., Grandgenett N., Hampton A. Examining 4-H robotics in the learning of science, engineering and technology topics and the related student attitudes // *Journal of Youth Development*. 2008. T. 2(3).
117. Barker B. S., Nugent G., Grandgenett N., Keshwani J., Nelson C. A., Leduc-Mills B. Developing an elementary engineering education program through problem-based wearable technologies activities // In: *Wearable technology and mobile innovations for next-generation education*. IGI Global. 2016. C. 269–294.
118. Bedoya-Cano Ó., Marín-Marín J. A., López-Belmonte J. Integrating Arduino and Artificial Intelligence in STEM Education // In: *Social Robots in Education: How to Effectively Introduce Social Robots into Classrooms*. Cham : Springer Nature Switzerland. 2025. C. 149–165.
119. Benitti F. B. V., Spolaôr N. How have robots supported STEM teaching? // *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*. 2017. C. 103–129.
120. Benitti F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review // *Computers & Education*. 2012. T. 58(3). C. 978–988. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006> (дата звернення: 15.05.2025)
121. Berezivska L. D., Mikhno O. P., Pinchuk O. P. Online projects as a form of spreading pedagogical biographical knowledge in the context of open science // *Information Technologies and Learning Tools*. Vol. 97, № 5. C. 227–243. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5240> (дата звернення: 15.05.2025).
122. Bloom B. S., Engelhart M. D., Furst E. J., Hill W. H., Krathwohl D. R. Handbook I: cognitive domain. New York: David McKay, 1956. 483 с. [org/10.33407/itlt.v97i5.5240](https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5240) (дата звернення: 15.05.2025).

123. Blumenfeld P. C., Soloway E., Marx R. W., Krajcik J. S., Guzdial M., Palincsar A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning // Educational Psychologist. Vol. 26, № 3–4. С. 369–398. DOI: <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139> (дата звернення: 15.05.2025).
124. Burov O., Pinchuk O. Extended reality in digital learning: influence, opportunities and risks' mitigation // Educational Dimension. Vol. 57, № 5. С. 144–160. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.4723> (дата звернення: 15.05.2025).
125. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams // Information Technologies and Learning Tools. Vol. 76, № 2. С. 304–320. (дата звернення: 15.05.2025).
126. Čeponienė, L., Galambos, P., Haidegger, T., Mikulowski, D., Mišota, B., Moravcik, O., ... & Svetsky, S. The collaborative designing of a personalized hybrid LMS using a virtual machine in a cloud environment // Information Technologies and Learning Tools. – № 98(6). – С. 142–163. – 2023.
127. Chang, C. C., Chen, Y. Cognition, attitude, and interest in cross-disciplinary i-STEM robotics curriculum developed by thematic integration approaches of webbed and threaded models: A concurrent embedded mixed methods study // Journal of Science Education and Technology. – № 29(5). – С. 622–634. – 2020.
128. Chou, P. N. Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: Evidence from Arduino-based educational robotics // EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – № 14(10). – em1600. – 2018.
129. Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., Gardner, M. Effective Teacher Professional Development. – Palo Alto : Learning Policy Institute. – USA. – 2017.
130. Eguchi, A. RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition // Robotics and Autonomous Systems. – № 75. – С. 692–699. – 2016.
131. Erol, O., Sevim-Cirak, N., Baser Gülsoy, V. G. The Effects of Educational Robotics Activities on Students' Attitudes towards STEM and ICT Courses // International Journal of Technology in Education. – № 6(2). – С. 203–223. – 2023.
132. Eryilmaz, S., Deniz, G. Information Technology Teachers' Views on the Use of Tinkercad // Turkish Online Journal of Educational Technology. – № 47. – 2021.

133. Escudero, M. R., Hierro, C. M., y Pablo, A. P. D. M. Using Arduino to enhance computer programming courses in science and engineering // *Edulearn13 Proceedings*. – C. 5127–5133. – IATED. – 2013.
134. Federighi, P. Non-formal education: Glossary of adult learning in Europe. – Hamburg : UNESCO Institute for Education. – 130 c. – 1999.
135. Gingl, Z., Mellár, J., Szépe, T., Mekan, G., Mingesz, R., Vadai, G., Kopasz, K. Universal Arduino-based experimenting system to support teaching of natural sciences // *Journal of Physics: Conference Series*. – Vol. 1287, No. 1. – P. 012052. – IOP Publishing. – 2019.
136. Golubev, L. P., Tkach, M. M., Makatora, D. A. Using Tinkercad to support online the laboratory work on the design of microprocessor systems at technical university // *Information Technologies and Learning Tools*. – № 93(1). – C. 80–95. – URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.4817> (дата звернення: 15.05.2025). – 2023.
137. Guven, G., Kozcu Cakir, N., Sulun, Y., Cetin, G., Guven, E. Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching // *Journal of Research on Technology in Education*. – № 54(1). – C. 108–126. – 2022.
138. Guven, G., Kozcu Cakir, N. Investigation of the Opinions of Teachers Who Received In-Service Training for Arduino-Assisted Robotic Coding Applications // *Educational Policy Analysis and Strategic Research*. – № 15(1). – C. 253–274. – 2020.
139. Hodgkinson, P., Colley, H., Malcolm, J. The interrelationships between informal and formal learning // *Journal of Workplace Learning*. – № 15(7/8). – C. 313–318. – 2003.
140. Jackson, L. C., Jackson, A. C., Chambers, D. Establishing an online community of inquiry at the Distance Education Centre, Victoria // *Distance Education*. – № 34(3). – C. 353–367. – 2013.
141. Jarvis, P., Wilson, L. International dictionary of adult and continuing education. London : Routledge, 2002. 30 p.
142. Education in a digital world: Global perspectives on technology and education. New York : Routledge, 2012. 179 p.
143. Carretero, S., Vuorikari, R., Punie, Y. DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017. URL: <https://doi.org/10.2760/38842> (дата звернення: 15.05.2025).
144. Khalupa, N. B., Barna, O. V., Kuzminska, O. H. Universal design of learning as a factor in the development of students' competence potential in the process of STEM

education in computer science lessons // CEUR Workshop Proceedings. 2025. Vol. 3949. Pp. 143–150. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3949/> (дата звернення: 15.05.2025).

145. Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., Thai, C. N. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching // Computers & Education. 2015. Vol. 91. P. 14–31.

146. Kolb, D. A. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. New Jersey : Prentice Hall, 1984.

147. Kontkanen, S., Piispa-Hakala, S., Pöntinen, S., Valtonen, T. Effects of a Professional Development Programme for Teaching and Learning in Digital Environments from the Perspective of Teachers: Case Study from Finland // In: Global Perspectives on Teaching with Technology. Routledge, 2024. P. 214–230.

148. Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C. Project-based learning // In: Sawyer, R. K. (Ed.). Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge : Cambridge University Press, 2006. P. 317–334. URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020> (дата звернення: 15.05.2025).

149. Krelja-Kurelovic, E. Challenges of blended versus online learning with Arduino for teachers and students // The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences. 2023. № 33. P. 70–75.

150. Kryvonos, O. M., Kryvonos, M. P. Educational Robotics Integration Into the School Learning Process // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки. 2025. № 1(120). С. 240–250. URL: [https://doi.org/10.35433/pedagogy.1\(120\).2025.19](https://doi.org/10.35433/pedagogy.1(120).2025.19) (дата звернення: 15.05.2025).

151. Kubitskyi, S., Pavelkiv, K., Yatsyk, I., Kryvonos, O., Tsymbal Slatvinska, S., Nestor, V. Development of Students' Professional Skills and Institutions of Higher Education during the Pandemic // Journal of Curriculum and Teaching. 2023. Vol. 12(2). P. 1–10. URL: <https://doi.org/10.5430/jct.v12n2p1> (дата звернення: 15.05.2025).

152. Lago M. E. F., de Lyra I., Oueiroz B. C., da Silva M. F. P., Pereira J. H. C., Burlamaqui A. M., Santana O. V. Analysis of Teacher Training in Educational Robotics with URA Workshops // 2020 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2020 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2020 Workshop on Robotics in Education. IEEE, 2020. P. 1–6.

153. Lavonen J. Curriculum and Teacher Education Reforms in Finland That Support the Development of Competences for the Twenty-First Century // Reimers F. (ed.) Audacious

Education Purposes. Cham: Springer, 2021. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-41882-3_3 (дата звернення: 15.05.2025).

154. Liu H., Sheng J., Zhao L. Innovation of teaching tools during robot programming learning to promote middle school students' critical thinking // Sustainability. 2022. Vol. 14, № 11. Article number: 6625.

155. López-Rodríguez F. M., Cuesta F. Andruino-a1: Low-cost educational mobile robot based on android and arduino // Journal of Intelligent & Robotic Systems. 2016. Vol. 81, № 1. P. 63–76.

156. Luciano A. G., Fusinato P. A., Gomes L. C., Luciano A., Takai H. The educational robotics and Arduino platform: constructionist learning strategies to the teaching of physics // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1286, № 1. P. 012044.

157. Marienko M. V., Nosenko Y. H., Shyshkina M. P. Smart systems of open science in teachers' education // Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2288, № 1. P. 012035.

158. Marienko M., Shyshkina M. The Design and Implementation of the Cloud-Based System of Open Science for Teachers' Training // International Conference on Interactive Collaborative Learning. Cham: Springer, 2022. P. 337–344.

159. Milovanović I. Application of Arduino Robots in Education // Sinteza 2024 – International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science. 2024. P. 425–430.

160. Morze N. V., Buinytska O. P., Smirnova V. A. Designing a rating system based on competencies for the analysis of the university teachers' research activities // CTE Workshop Proceedings. 2022. № 9. C. 139–153.

161. Morze N., Strutynska O. STEAM competence for teachers: features of model development // E-learning in Covid-19 Pandemic Time “E-Learning”. 2021. № 13. C. 249–265.

162. Morze N., Glazunova O. Development of professional competencies of information technology university teachers: Motivation and content // ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. 2019. № 2387. C. 334–347.

163. Morze N., Boiko M., Barna O. The importance of computational thinking training for primary school teachers // Educational Dimension. 2022. № 58. C. 22–39.

164. Morze N., Boiko M., Barna O. The relevance of training primary school teachers computational thinking // *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2021. Vol. 2. P. 141–153.
165. Morze N., Barna O. The Concept of Teaching Secondary Students Programming Using Artificial Intelligence // *E-Learning and Enhancing Soft Skills: Contemporary Models of Education in the Era of Artificial Intelligence*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. P. 37–59.
166. Mosiiuk O. O., Sikora Ya. B., Usata O. Yu. Usability of program interfaces for teaching 3D graphics in a school course of informatics // *Information Technologies and Learning Tools*. 2023. № 93(1). C. 14–28.
167. Nannim F. A., Ibezim N. E., Agbo G. C., Mgboji C., Ngwoke S. O. R., Mosia M. Development of a Project-Based Arduino Learning App: Fostering Robotics Programming Competence among Preservice Teachers of Computer and Robotics Education // *ACM Transactions on Computing Education*. 2025. Vol. 25, № 1. P. 1–24.
168. Nannim F. A., Ibezim N. E., Oguguo B. C., Nwangwu E. C. Effect of project-based Arduino robot application on trainee teachers computational thinking in robotics programming course // *Education and Information Technologies*. 2024. Vol. 29, № 10. P. 13155–13170.
169. Novák M., Kalová J., Pech J. Use of the Arduino platform in teaching programming // *2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*. IEEE, 2018. P. 1–4.
170. Nugent G., Barker B., Grandgenett N., Adamchuk V. Robotics camps, clubs, and competitions: Results from a U.S. robotics project // *Technology and Engineering Teacher*. 2016. Vol. 75, № 6. P. 12–19. URL: <https://www.researchgate.net/publication/281382227> (дата звернення: 15.05.2025).
171. Olari, V. Introducing Machine Learning Using Robots—Design and Integration of Simple Neural Networks and the Q-learning Algorithm in the Robot Simulation Environment of Open Roberta Lab, Accompanied by the Development, Testing, and Evaluation of Complementary Teaching Materials : Doctoral dissertation. Universität zu Köln, 2020.
172. Osadchyi, V. V., Pinchuk, O. P., Vakaliuk, T. A. From the digital transformation strategy to the productive integration of technologies in education and training (DigiTransfEd 2023: Report). *DigiTransfEd Workshop Proceedings*. 2023. Vol. 3553. C. 1–8. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3553/paper00.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

173. Vakaliuk, T. A., Osadchyi, V. V., Pinchuk, O. P. From digital strategies to innovative integration: advancing educational practices through technology at DigiTransfEd 2024. DigiTransfEd Workshop Proceedings. 2024. Vol. 3771. C. 1–8. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3771/paper00.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
174. Pandey, P. Role of Digital Technology for Advancing STEAM Learning. Transformative Approaches to STEAM Integration in Modern Education. IGI Global Scientific Publishing, 2025. C. 159–182.
175. Papadakis, S., Kiv, A. E., Kravtsov, H. M., Osadchyi, V. V., Marienko, M. V., Pinchuk, O. P., Striuk, A. M. Unlocking the power of synergy: the joint force of cloud technologies and augmented reality in education. 2023. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3364/paper00.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
176. Papadakis, S., Kiv, A. E., Kravtsov, H. M., Osadchyi, V. V., Marienko, M. V., Pinchuk, O. P., Semerikov, S. O. Revolutionizing education: using computer simulation and cloud-based smart technology to facilitate successful open learning. Joint Proceedings of the 10th Illia O. Teplytskyi Workshop on Computer Simulation in Education, and Workshop on Cloud-based Smart Technologies for Open Education (CoSinEi and CSTOE 2022) co-located with ACNS Conference on Cloud and Immersive Technologies. 2023. Vol. 3358. C. 1–18. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735983> (дата звернення: 15.05.2025).
177. Papadimitropoulos, N., Dalacosta, K., Pavlatou, E. A. Teaching chemistry with Arduino experiments in a mixed virtual-physical learning environment. Journal of Science Education and Technology. 2021. Vol. 30(4). C. 550–566.
178. Papert, S. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. New York : Basic Books, 1980.
179. Pinchuk, O., Malytska, I. Responsible and ethical use of artificial intelligence in research and publishing. Information Technologies and Learning Tools. 2024. Vol. 100(2). C. 180–198.
180. Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Blazquez, M., García-Loro, F., Martin, S., Castro, M. Arduino as an educational tool to introduce robotics. 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE). December 2018. C. 1–8.
181. Pozzi, M., Prattichizzo, D., Malvezzi, M. Accessible educational resources for teaching and learning robotics. Robotics. 2021. Vol. 10(1). 38. <https://doi.org/10.3390/robotics10010038> (дата звернення: 15.05.2025).

182. Quest to learn: Developing the school for digital kids / K. S. Tekinbaş et. al. The MIT Press, 2010. 140 p. URL: <https://doi.org/10.7551/mitpress/8909.001.0001>
183. Redecker, C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017. <https://doi.org/10.2760/159770> (дата звернення: 15.05.2025).
184. Ryan, R. M., Deci, E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*. 2000. Vol. 55(1). C. 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68> (дата звернення: 15.05.2025).
185. Schmidt, M., Fulton, L. Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*. 2016. Vol. 25. C. 302–315.
186. Selcuk, N. A., Kucuk, S., Sisman, B. Does really educational robotics improve secondary school students' course motivation, achievement and attitude?. *Education and Information Technologies*. 2024. C. 1–28.
187. Smith, L., Clayton, B. Recognizing non-formal and informal learning. Participants insights and perspectives. URL: file:///C:/Users/add/Downloads/Recognising_non-formal_and_informal_learning.pdf (дата звернення: 15.05.2025).
188. Soroko, Nataliia. Особливості організації навчальних STEAM-проектів із використанням іммерсивних технологій. *Фізико-математична освіта*. 2024. № 2(39). C. 51–59. ISSN 2413-158X.
189. Spirin, O. The present-day tendencies of teaching informatics in Ukraine. *International Conference on Informatics in Secondary Schools – Evolution and Perspectives*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2005. C. 75–83.
190. Tong, Y., Liu, H., Zhang, Z. Advancements in humanoid robots: A comprehensive review and future prospects. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*. 2024. № 11(2). C. 301–328.
191. Tupac-Yupanqui, M., Vidal-Silva, C., Pavesi-Farriol, L., Ortiz, A. S., Cardenas-Cobo, J., Pereira, F. Exploiting Arduino features to develop programming competencies. *IEEE Access*. 2022. № 10. C. 20602–20615.
192. UNESCO. ICT Competency Framework for Teachers (ICT-CFT), Version 3. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2018. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721> (дата звернення: 15.05.2025).

193. Vega, J., Cañas, J. M. PyBoKids: an innovative python-based educational framework using real and simulated arduino robots. Electronics. 2019. Vol. 8(8). 899. <https://doi.org/10.3390/electronics8080899> (дата звернення: 15.05.2025).

ДОДАТКИ
Додаток А
Анкета для вчителів

Когнітивний критерій (знання та розуміння технології)

1. Що таке мікроконтролер Arduino?
 - а) Програмне забезпечення для створення схем
 - б) Апаратна платформа для програмування і керування пристроями
 - в) Набір датчиків для вимірювання температури
 - г) Операційна система для комп'ютерів
2. Який принцип роботи датчика температури?
 - а) Вимірювання температури через зміну електричного опору
 - б) Вимірювання температури через зміну кольору
 - в) Вимірювання температури через зміну швидкості світла
 - г) Вимірювання температури через зміну магнітного поля
3. Що означає термін "IDE" у контексті Arduino?
 - а) Integrated Development Environment
 - б) Internal Device Emulator
 - в) Interactive Data Exchange
 - г) Intelligent Device Editor
4. Як правильно підключити світлодіод до Arduino?
 - а) Анод до цифрового піну, катод до землі
 - б) Катод до цифрового піну, анод до землі
 - в) Анод до аналогового піну, катод до землі
 - г) Катод до аналогового піну, анод до землі
5. Що таке "цикл for" у програмуванні Arduino?
 - а) Цикл для виконання команди один раз
 - б) Цикл для повторення команди задану кількість разів
 - в) Цикл для виконання команди без зупинки
 - г) Цикл для виконання команди у випадковому порядку
6. Як перевірити правильність підключення компонентів у схемі?
 - а) Використовувати мультиметр для перевірки з'єднань
 - б) Запустити програму без перевірки
 - в) Перевірити схему візуально
 - г) Підключити всі компоненти до одного піну
7. Як працює сервопривід у робототехніці?
 - а) Керує швидкістю двигуна
 - б) Керує положенням об'єкта у заданому діапазоні
 - в) Вимірює температуру
 - г) Контролює рівень світла
8. Які типи датчиків можна використовувати для визначення відстані?
 - а) Датчики температури
 - б) Інфрачервоні та ультразвукові датчики
 - в) Магнітні датчики

- d) Датчики звуку
- 9. Як можна оптимізувати код для роботи з датчиками?
 - a) Зменшити кількість змінних
 - b) Використовувати функції та цикли
 - c) Відмовитися від коментарів у коді
 - d) Використовувати лише аналогові значення
- 10. Який основний принцип роботи драйверів двигунів?
 - a) Зміна електричного опору
 - b) Використовувати функції та цикли
 - c) Контроль напрямку руху
 - d) Вимірювання рівня світла

Діяльнісний критерій (застосування знань на практиці)

1. Чи можете підключити Arduino до комп'ютера і самостійно завантажити код?
2. Чи виконували прості експерименти за готовими інструкціями?
3. Чи можете змінювати код для коригування параметрів?
4. Чи правильно підключаєте компоненти до breadboard?
5. Чи програмуєте Arduino для простих завдань самостійно?
6. Чи створювали складні проекти (LCD-дисплей, датчики)?
7. Чи розробляли власні схеми для проектів на Arduino?
8. Чи використовували Arduino у міждисциплінарних дослідженнях?
9. Чи створювали модулі для дистанційного керування через Arduino?
10. Чи розробляли навчальні кейси для інших викладачів?

Мотиваційний критерій (зацікавленість та прагнення до навчання)

1. Що мотивує вас працювати з Arduino?
2. Як часто ви пробуєте нові технології?
3. Чи цікавитесь робототехнікою поза навчальними тренінгами?
4. Як ви реагуєте на складні завдання у робототехніці?
5. Чи відвідували курси з робототехніки за власною ініціативою?
6. Чи розробляли власні проекти на базі Arduino?
7. Як оцінюєте важливість програмування у сучасній освіті?
8. Чи берете участь у конкурсах з робототехніки?
9. Чи мотивуєте учнів до вивчення Arduino?
10. Чи шукаєте нові методи інтеграції Arduino у навчальний процес?

Рефлексивний критерій (аналіз власного навчання та діяльності)

1. Як ви аналізуєте свої помилки у проектах?

2. Чи намагаєтесь самостійно виправляти недоліки у коді?
3. Як часто переглядаєте свої підходи у викладанні?
4. Чи використовуєте результати аналізу для удосконалення роботи?
5. Чи радитесь з колегами щодо проблем у робототехнічних проектах?
6. Чи розробляли нові навчальні методики на основі власного досвіду?
7. Чи застосовуєте висновки з рефлексії для покращення проектів?
8. Чи адаптуєте свою викладацьку практику відповідно до нових вимог?
9. Як часто оновлюєте свої знання з робототехніки?
10. Чи ведете записи щодо власного прогресу у навчанні?

Основні критерії оцінювання обґрунтованих відповідей

Логічність та послідовність

- ✓ Чи відповідь структурована логічно?
- ✓ Чи аргументи подані послідовно?
- ✓ Чи немає суперечностей у викладі думки?

Глибина аналізу

- ✓ Чи відповідь містить детальне пояснення?
- ✓ Чи наведені конкретні приклади або факти?
- ✓ Чи використані додаткові джерела або власні висновки?

Зв'язок із питанням

- ✓ Чи відповідь відповідає заданій темі?
- ✓ Чи пояснення є релевантним?
- ✓ Чи уникнуто зайвого відходу від основної думки?

Оригінальність та аргументованість

- ✓ Чи відповідь містить власні ідеї та аналіз?
- ✓ Чи аргументи підтверджуються логікою та фактичними даними?
- ✓ Чи уникає відповідь шаблонних, загальних фраз?

Бальна шкала оцінювання обґрунтованих відповідей

- ♦ 4 бали – глибоко аргументована відповідь, добре структурована, з прикладами і логікою. ♦ 3 бали – логічна відповідь, але містить неповні аргументи або загальні фрази.
- ♦ 2 бали – часткове пояснення, слабка аргументація без прикладів.
- ♦ 1 бал – відповідь поверхнева, без логіки і обґрунтування.

Додаткові аспекти оцінювання

- ✓ Якщо відповідаючий навів власні практичні приклади, це підвищує оцінку.
- ✓ Використання наукових фактів або посилання на джерела додає вагомості аргументам.
- ✓ Чітка структура (вступ, пояснення, висновок) допомагає оцінити відповідь позитивніше.

Як оцінювати відповіді:

Використовується бальна система:

- ✓ 4 бали – високий рівень компетентності.
 - ✓ 3 бали – середній рівень, потребує вдосконалення.
 - ✓ 2 бали – базовий рівень, мінімальне розуміння.
 - ✓ 1 бал – відсутність компетенцій у певній сфері.
-
- ◆ 80-100 балів – Творчий рівень
 - ◆ 60-79 балів – Високий рівень
 - ◆ 40-59 балів – Середній рівень
 - ◆ Менше 40 балів – Низький (потребує додаткового навчання)

Додаток Б

Довідки про впровадження

УКРАЇНА
ДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЛІЦЕЙ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДНІПРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
і.к. 21930588

вул. Шевченка, буд.8, м.Дніпро,
49044, тел.073-745-41-75,
e-mail: lit@dlit.dp.ua

24.12.2024 № 01/326

На № _____

Довідка

про впровадження у Дніпровському науковому ліцеї інформаційних технологій Дніпровської міської ради результатів дослідження Крамара С.С. на тему: «Методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти»

Одним із ключових завдань сучасної освіти є підготовка фахівців, здатних ефективно адаптуватися до динамічного середовища та використовувати можливості цифрових технологій. Сьогодні процес підготовки професіоналів значно виходить за межі традиційних підходів до навчання. На зміну класичному аудиторному навчанню приходять інноваційні комбіновані моделі, які інтегрують нові сервіси та інструменти, включаючи технології з елементами робототехніки із використанням хмаро орієнтованих платформ. Такий підхід сприяє створенню гнучкого освітнього середовища, здатного задовольнити зростаючі вимоги сучасного суспільства та ринку праці.

Наукове дослідження «Методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти» відзначається практичною спрямованістю щодо використання засобів робототехніки у процесі неформальної освіти вчителів, підвищення рівня їх цифрової компетентності. Розроблені в ході цього дослідження модель і методика знайшли використання у процесі неформальної освіти вчителів, що здійснювався у Дніпровському науковому ліцеї інформаційних технологій Дніпровської міської ради у 2024 році. Для перевірки ефективності розробленої методики на базі ліцею було проведено педагогічний експеримент, виконано порівняння навчальних досягнень вчителів за рівнями підготовки за розробленою методикою і відзначено позитивні показники успішності з опанування платформи Tinkercad. Результати використання запропонованої методики у процесі неформальної освіти свідчать, що дана платформа є ефективним засобом для організації навчання вчителів використанню програмно-апаратного комплексу Arduino. Завдяки опануванню низки навчальних тем і проведення творчих робіт, які можна було організувати на єдиній платформі, до якої викладачі і вчителі могли отримувати доступ у будь-якому місці і у будь-який час, значно розширилися можливості організації якісного навчання; розширився доступ до електронних ресурсів; підвищився рівень організації навчального процесу завдяки структуруванню матеріалу і підтримуванию ресурсів для вивчення в актуальному стані.

Директор

і.к. 21930588



Наталія ВОДОП'ЯН



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ
(ІЩО НАПН УКРАЇНИ)**

вул. М. Берлінського, 9, м. Київ 04060, тел./факс (044) 453-90-51
e-mail: iitlt@iitlt.gov.ua, web-caim: iitlt.gov.ua
код ЄДРПОУ 25761786

З травня 2025 р. № *107/1*
На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукового дослідження Крамара С.С. на тему:
«Методика розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах
неформальної освіти»
в діяльності Інституту цифровізації освіти НАПН України протягом 2022-2024 рр.**

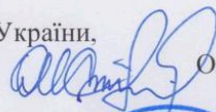
Результати дослідження Крамара Сергія Сергійовича впроваджені в Інституті цифровізації освіти НАПН України у межах виконання планових наукових досліджень Інституту, зокрема: «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» (2021–2023 рр., державний реєстраційний номер 0121U107673); «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів» (2024–2025 рр., державний реєстраційний номер 0124U000671). У межах зазначених досліджень Крамар С.С. здійснював науковий пошук, пов'язаний із розвитком цифрових компетентностей педагогів, зокрема у сфері робототехніки, з використанням платформ Arduino та TinkerCad, а також розробляв і впроваджував навчально-методичні матеріали щодо використання цифрових технологій для підтримки підвищення кваліфікації вчителів у межах неформальної освіти.

Результати дослідження Крамара С.С. активно використовувалися в організації науково-методичної діяльності Інституту, орієнтованої на підвищення цифрової компетентності освітян у форматі неформальної освіти. Зокрема, напрацювання з методики навчання вчителів інформатики основам робототехніки було використано в ході організації і проведення низки заходів, серед яких: Всеукраїнський науково-практичний семінар «Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: Пошук рішень в період війни» (Київ, 21 березня 2023 р.); Онлайн школа «Цифрові технології в наукових дослідженнях» (01.11.2023 – 13.12.2023 р.); Навчальні майстер-класи з використання цифрових технологій в освітній і науковій діяльності (2024 р., загальна кількість учасників – 532, з яких 298 – вчителі); Майстер-клас «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога» (25 квітня 2024 р., 503 зареєстрованих учасника).

Результати дослідження Крамара С.С., зокрема компоненти методики із запропонованими підходами до розвитку фахової компетентності з робототехніки в умовах неформального навчання, опис яких увійшов до практичного посібника «Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad», були використані під час консультативної та методичної підтримки вчителів інформатики, а також презентовані на міжнародних конференціях, що проводилися в цей період Інститутом цифровізації освіти НАПН України, зокрема, «Імерсивні технології в освіті» (Київ, 30 квітня 2024 р.).

Таким чином, результати дисертаційного дослідження Крамара С.С. були використані в практичній діяльності Інституту цифровізації освіти НАПН України для підвищення цифрової компетентності педагогічних кадрів через проведення науково-методичних заходів у сфері неформальної освіти.

Директор Інституту цифровізації освіти НАПН України,
Дійсний член НАПН України, д.пед.н., проф.



Олег СПІРІН





**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ КОМУНАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

вул. В.Громницького, 1, м. Тернопіль, 46027, тел./факс (0352) 43-57-83,
E-mail: admin@ippo.edu.te.ua, Web: <https://ippo.edu.te.ua> Код: 02139788

18.04.2025 № 01-04/342

На № _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження у Тернопільському обласному комунальному інституті
післядипломної педагогічної освіти результатів дисертаційного дослідження Крамара
Сергія Сергійовича на тему «Методика розвитку компетентності з робототехніки
вчителів інформатики в умовах неформальної освіти»**

У сучасних умовах цифровізації освіти актуальним є забезпечення підвищення кваліфікації педагогів шляхом впровадження інноваційних технологій, зокрема в галузі фізики, інформатики та робототехніки. Одним із ефективних засобів для формування професійної компетентності вчителів є використання хмаро орієнтованих навчальних платформ та симуляторів, які забезпечують гнучкість, доступність і практичну спрямованість навчання.

У 2024–2025 навчальному році в Тернопільському обласному комунальному інституті післядипломної педагогічної освіти впроваджено результати наукового дослідження Крамара С.С., зокрема під час курсів підвищення кваліфікації вчителів інформатики.

Результати дослідження, а саме компоненти методики розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти були впроваджені в ході проведення семінарів для вчителів інформатики: «STEM-підходи та доповнена реальність на уроках інформатики» (19.04.2024 р.), «STEM-проекти як засіб реалізації міжпредметної інтеграції в Новій українській школі» (27.03.2025 р.).

Матеріали методичного посібника підготовленого в ході дослідження, були використані для організації практичних занять для вчителів у змішаному та дистанційному форматах. Вони охоплювали теми з віртуального моделювання електронних схем, програмування мікроконтролерів на базі Arduino, розробки інтерактивних освітніх проєктів. Застосування хмарної платформи TinkerCad дозволило забезпечити доступ учасників до симуляційних середовищ без необхідності додаткового обладнання, що є особливо актуальним у післядипломній освіті. Розроблені автором тематичні модулі, практичні завдання та методичні матеріали позитивно вплинули на розвиток компетентності вчителів у сфері робототехніки та інженерного мислення.

Завдяки впровадженню зазначених матеріалів, слухачі курсів здобули нові практичні навички, зросла їх мотивація до впровадження STEM-елементів у шкільне навчання, а також розширилися можливості дидактичного забезпечення уроків інформатики та використання технологій. Учасники високо оцінили доступність викладу, логіку структурування змісту та практичну цінність матеріалів.

Таким чином, використання матеріалів дисертаційного дослідження Крамара С.С. в освітньому процесі Тернопільського ОКППО сприяє впровадженню сучасних підходів до цифрової освіти, розвитку технічної творчості та удосконаленню професійної майстерності педагогічних працівників.



Директор інституту

Олександр ПЕТРОВСЬКИЙ

Додаток В

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті в наукових фахових виданнях України, зокрема ті, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Крамар С. С. Програмно-апаратний комплекс ARDUINO як засіб неформальної освіти вчителів // Перспективи та інновації науки (Серія : «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»). 2024. № 11(45). DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11\(45\)-492-500](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-492-500)
2. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні особливості використання ARDUINO на платформі TINKERCAD у середовищі неформальної освіти вчителів // Фізико-математична освіта. 2024. Том 39, № 5. С. 27–33. DOI: [10.31110/fmo2024.v39i5-04](https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i5-04)
3. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Методичні підходи до використання ARDUINO у процесі неформальної освіти вчителів // Інноваційна педагогіка. 2024. № 77. С. 264-268. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/77.53>
4. Крамар С. С., Шишкіна М. П. Модель використання ARDUINO для розвитку компетентності з робототехніки вчителів інформатики в умовах неформальної освіти // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, №218. С. 139-143. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-218>

*Статті в інших виданнях, матеріали конференцій
щодо апробації результатів:*

5. Крамар С. С. Вплив застосування імерсійних технологій на результати навчальної діяльності в неформальній освіті вчителів інформатики // Імерсивні технології в освіті : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 30 квітня 2024 р. / за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ЩО НАПН України, 2024. С.111-115. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742688/1/>

6. Крамар С. С. Важливість формування цифрової компетентності вчителів у використанні програмно-апаратного комплексу ARDUINO// Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (Пошук рішень в період війни) : зб .матеріалів всеукр.наук.-практ. семінару (Київ, 21 березня 2023 р.) / за заг.ред. О.В. Овчарук. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735075/>

7. Крамар С.С. Сучасний стан використання програмно-апаратного комплексу Arduino в освіті вчителів // Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України : збірник матеріалів, 10 лютого 2022 р., м. Київ . ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна. С. 106-107. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733433>

8. Крамар С.С. Хмаро орієнтовані підходи до використання апаратно-програмного комплексу ARDUINO у неформальній освіті вчителів. *Інститут цифровізації освіти, НАПН України. Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану» : збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2023. С. 119-120. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735053/>*

9. Крамар С.С. Методика розвитку компетентності з роботехніки вчителів інформатики за допомогою хмаро орієнтованої системи Tinkercad в неформальній освіті // *Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України: збірник матеріалів ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, 2024. С. 114-115. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/740554/>*

Посібники

10. Крамар С.С. Програмно-апаратний комплекс Arduino як засіб наукової освіти вчителів // Використання сервісів хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої педагогічної і післядипломної освіти: метод. посіб. / Бруйка А.В., Коваленко В.В., Крамар С.С., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г.,

Сухіх А.С., Шишкіна М.П. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 144 с.

11. Arduino для вчителя інформатики: Віртуальне моделювання та програмування в TinkerCad: практ. посіб. / Крамар С.С., Київ : ІЦО НАПН України, 2025. 71 с.

Додаток Г

**Відомості про апробацію
результатів дисертаційного дослідження**

Основні теоретичні та практичні результати, концептуальні положення й загальні висновки проведеного дослідження були представлені у вигляді доповідей на *міжнародних конференціях*:

IV Міжнародна науково-практична конференція «Імерсивні технології в освіті», (Київ, 30 квітня 2024 р.);

всеукраїнських конференціях:

Звітній науково-практичній конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України, (10 лютого 2022),

Звітній науковій конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану», (Київ, 24 лютого 2023 року),

Звітній науковій конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану» (Київ, 23 лютого 2024 року);

всеукраїнських семінарах:

Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: 2023 (Пошук рішень в період війни), (Київ, 21 березня 2023 р.),

«Інформаційно-комунікаційні технології в освіті та наукових дослідженнях» (Київ, 2021-2024 рр.),

Всеукраїнському науково-методичному семінарі ІЦО НАПН України «Системи навчання і освіти в комп'ютерно орієнтованому середовищі» (Київ, 02 червня 2025 року).

Додаток Д.

Методичні матеріали для вчителя (приклади конспектів уроків)

Д.1. Приклад уроку. Робота з резисторами, світлодіодами, кнопками

1. Тема: Основи електроніки для роботи з Arduino

2. Мета: Ознайомити учнів із принципами роботи резисторів, світлодіодів і кнопок та навчити їх створювати прості електронні схеми на платформі Arduino.

3. Віртуальні компоненти:

Arduino Uno – мікроконтролерна плата для керування схемою.

Резистори (220 Ом, 10 кОм) – для обмеження струму через світлодіоди та кнопки.

Світлодіоди (LED, різні кольори) – для індикації роботи схеми.

Кнопка (Pushbutton) – для керування світлодіодами.

З'єднувальні дроти (Jumper Wires) – для підключення компонентів.

Бредборд (Breadboard) – для зручного компонування схеми без паяння.

4. Організаційний момент (5 хв)

Привітання учнів, перевірка присутніх.

Ознайомлення з темою та метою уроку.

Мотивація: демонстрація роботи простої схеми (наприклад, миготливого світлодіода).

5. Актуалізація знань (5 хв)

- Що таке резистори і світлодіоди?
- Де знаходяться, як підключити віртуальні компоненти кнопки, резистора, світлодіода?
- Структура програми.

6. Теоретична частина (15 хв)

6.1. Призначення та функціонал резисторів

Визначення резистора та його роль у схемах.

Опис одиниць вимірювання (Ом, кілоом, мегаом).

Демонстрація впливу опору на яскравість світлодіода.

6.2. Використання світлодіодів у схемах

Принцип роботи світлодіода.

Полярність світлодіода (анод і катод).

Правильне підключення світлодіода через резистор.

6.3. Підключення та використання кнопок

Різниця між нормально відкритими та нормально закритими кнопками.

Використання кнопки як елемента управління схемою.

Проблема "дребезгу контактів" і її вирішення в програмуванні.

7. Практична частина (20 хв)

Завдання 1: "Запалюємо світлодіод"

Підключити світлодіод через резистор до виходу Arduino.

Написати простий код для ввімкнення світлодіода:

```
int ledPin = 9;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
}
```

Завдання 2: "Миготливий світлодіод"

Додати до коду затримку для миготіння світлодіода:

```
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(500);
```

```
digitalWrite(ledPin, LOW);  
delay(500);  
}
```

Завдання 3: "Управління світлодіодом кнопкою"

Підключити кнопку до цифрового входу Arduino.

Написати код для ввімкнення світлодіода при натисканні кнопки:

```
int ledPin = 9;  
int buttonPin = 2;  
  
void setup() {  
  pinMode(ledPin, OUTPUT);  
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);  
}  
  
void loop() {  
  if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {  
    digitalWrite(ledPin, HIGH);  
  } else {  
    digitalWrite(ledPin, LOW);  
  }  
}
```

Обговорення впливу резисторів на роботу кнопок.

8. Аналіз та обговорення (10 хв)

Основи мови C для Arduino

Яка структура типового скетчу (програми) для Arduino?(Очікувана відповідь: скетч складається з двох основних функцій – `setup()` для налаштувань і `loop()` для повторюваного коду.)

Для чого використовується функція `pinMode()`?

Як за допомогою `digitalWrite()` змінити стан виводу на високий (HIGH)?

Робота з віртуальними компонентами в Tinkercad Circuits

Що таке віртуальні компоненти в TinkerCad Circuits, і навіщо вони потрібні?

(Очікувана відповідь: це програмне моделювання електронних компонентів для тестування схем без фізичного обладнання.)

Що таке бредборд і для чого він використовується?

Як у Tinkercad Circuits можна з'єднати компоненти між собою?

Яка функція дозволяє перевірити роботу схеми у віртуальному середовищі?

Теоретичні основи: призначення резисторів, світлодіодів і кнопок

Як працює кнопка в електронному колі і як її можна використати для керування світлодіодом? (Очікувана відповідь: кнопка може замикає або розмикає коло, що дозволяє вмикати або вимикати світлодіод, зчитуючи її стан за допомогою `digitalRead()`.)

Яке призначення резистора у схемі з світлодіодом?

Як визначити полярність світлодіода?

Що відбувається у схемі, коли натискається кнопка?

Робота з цифровими сигналами

Які значення може приймати цифровий сигнал в Arduino?

Що означає параметр `INPUT_PULLUP` у функції `pinMode()` при налаштуванні кнопки?

Як за допомогою оператора `if-else` зробити так, щоб світлодіод загорявся при натисканні кнопки?

9. Підсумки уроку (5 хв)

Обговорення отриманих знань.

Які функції виконують резистори, світлодіоди та кнопки в електронних схемах?

Які труднощі виникли під час виконання завдань?

Відповіді на запитання учнів.

10. Домашнє завдання:

Самостійно зібрати схему з двома світлодіодами та кнопкою, де при натисканні кнопки один світлодіод гасне, а інший загоряється.

Завдання 1. Призначення та функціонал резисторів

"Знайди правильний резистор"

Інструкція:

Уявіть, що ви хочете створити схему, де світлодіод працює без перегріву.

У Tinkercad Circuits створіть коло з 9 В батареєю та світлодіодом.

Вам пропонуються резистори з різними номіналами: 220 Ом, 470 Ом, 1 кОм, 10 кОм.

Виберіть правильний резистор, щоб світлодіод світився, але не перегорів.

Що потрібно зробити:

- Перевірити схему без резистора. Що відбувається?
- Додати резистор 220 Ом та перевірити яскравість.
- Додати резистор 1 кОм та порівняти.
- Зробити висновки: як опір впливає на струм і яскравість світлодіода?
- Запитання для обговорення:
- Чому світлодіод може згоріти без резистора?
- Як вибрати правильний резистор для захисту електронних компонентів?

Завдання 2. Використання світлодіодів у схемах. "Світлодіодний індикатор"

Інструкція:

У Tinkercad Circuits створіть схему з трьома світлодіодами різних кольорів (червоний, жовтий, зелений).

Для кожного світлодіода використовуйте резистор 330 Ом.

Підключіть всі світлодіоди до батарейки 9 В через резистори.

Перевірте, чи працює схема у симуляції.

Що потрібно зробити:

Використати окремі кнопки або перемикачі для вмикання кожного світлодіода.

Перевірити, як працює схема при паралельному та послідовному з'єднанні світлодіодів.

Записати висновки про яскравість світлодіодів у різних випадках.

Запитання для обговорення:

Чому потрібно використовувати резистор для кожного світлодіода?

Чим відрізняється послідовне та паралельне з'єднання?

Завдання 3. Підключення та використання кнопок

"Кнопка – вимикач світла"

Інструкція:

У Tinkercad Circuits створіть електронну схему з кнопкою та світлодіодом.

Додайте батарейку 9 В, резистор 330 Ом та кнопку.

Підключіть кнопку так, щоб вона замикала коло при натисканні, вмикаючи світлодіод.

Що потрібно зробити:

Переконайтеся, що кнопка працює правильно.

Спробувати змінити тип кнопки (тумблер, кнопка з фіксацією).

Додати ще одну кнопку і перевірити, як можна керувати світлодіодом.

Запитання для обговорення:

Чим відрізняється кнопка з фіксацією від звичайної кнопки?

Як можна використати кнопку у більш складних схемах?

Д.2. Приклад уроку. Аналогові та цифрові сигнали

Тема: Основи електроніки для роботи з Arduino

1. Мета уроку:

Ознайомити учнів з поняттям аналогових і цифрових сигналів та їх відмінностями.

Навчити визначати, які пристрої використовують аналогові або цифрові сигнали.

Пояснити, як Arduino працює з аналоговими та цифровими входами і виходами.

Закріпити навички використання функцій `analogRead()` і `analogWrite()` для роботи з датчиками та керування електронними компонентами.

Розвинути практичні навички побудови простих схем, що використовують аналогові та цифрові сигнали.

2. Віртуальні компоненти:

Arduino Uno – мікроконтролер, який дозволяє працювати з аналоговими та цифровими сигналами.

Світлодіоди (LEDs) – для демонстрації роботи цифрових виходів.

Резистори (220 Ом, 1 кОм, 10 кОм) – для обмеження струму в схемах з світлодіодами та датчиками.

Кнопка (Push Button) – як джерело цифрового сигналу (HIGH/LOW).

Фоторезистор (LDR, Light Dependent Resistor) – для демонстрації аналогового сигналу (зміна опору в залежності від освітлення).

Потенціометр – змінний резистор для регулювання аналогового сигналу.

П'єзoeлемент (Buzzer) – для демонстрації роботи аналогового виходу через PWM (широтно-імпульсну модуляцію).

З'єднувальні провідники (Jumper Wires) – для підключення компонентів у схемі.

3. Організаційний момент (2 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Оголошення теми та мети уроку.

4. Актуалізація знань (5 хв)

- Що таке сигнал у фізиці?

- Чим відрізняється двійкова система числення від десяткової?
- Як працюють логічні рівні в електроніці?

Які датчики можуть передавати аналогові та цифрові сигнали?

5. Теоретична частина (10 хв)

Пояснення різниці між аналоговими та цифровими сигналами. Підкреслюється, що цифрові сигнали мають лише два стани — ввімкнено (HIGH) або вимкнено (LOW), тоді як аналогові можуть приймати безперервні значення в діапазоні, наприклад, від 0 до 5 Вольт.

Як Arduino зчитує аналогові сигнали за допомогою вбудованого аналогово-цифрового перетворювача (ADC), і як за допомогою широтно-імпульсної модуляції (PWM) мікроконтролер може «імітувати» аналоговий вихід.

Демонстрація прикладів використання аналогових датчиків (наприклад, фоторезисторів або потенціометрів) та цифрових входів (наприклад, кнопок).

6. Практична робота (15 хв)

Вправа 1: Підключити потенціометр до Arduino та зчитати значення через *analogRead()*.

Вправа 2: Використати *analogWrite()* для регулювання яскравості світлодіода.

Вправа 3: Дослідити роботу фоторезистора, змінюючи рівень освітлення.

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Порівняння тереження щодо роботи цифрових та аналогових сигналів у власних схемах. Учитель ставить навідні запитання, наприклад: Чому сигнал з потенціометра є аналоговим? Яку роль відіграє PWM при керуванні яскравістю світлодіода? У чому переваги цифрового сигналу в керуванні пристроями? Учні формулюють висновки про особливості роботи кожного типу сигналу та способи їх реалізації в середовищі Arduino. Наприкінці проводиться коротке тестування або міні-вікторина для перевірки засвоєного матеріалу. Учитель заохочує учнів ставити власні запитання та ділитися прикладами, як ці сигнали можуть застосовуватися в реальних проектах.

8. Закріплення матеріалу (5 хв)

Обговорення результатів практичної роботи.

Дискусія: де використовуються аналогові та цифрові сигнали в реальному житті?

9. Підсумок уроку та домашнє завдання (3 хв)

Підсумок:

- Аналогові та цифрові сигнали – основа електроніки.
- Arduino підтримує як аналогові, так і цифрові входи/виходи.
- Використання функцій *analogRead()* та *analogWrite()*.

10. Домашнє завдання:

Придумати проєкт, у якому використовуються як цифрові, так і аналогові сигнали (наприклад, світлодіод, що змінює яскравість залежно від рівня освітлення).

Завдання 1: Різниця між аналоговими та цифровими сигналами - Розпізнаємо сигнали

Мета: зрозуміти різницю між аналоговими та цифровими сигналами.

Опис:

Учням надаються графіки сигналів (наприклад, квадратний сигнал для цифрового та плавна хвиля для аналогового).

Завдання: визначити тип сигналу та пояснити чому.

Додаткове практичне завдання (в Tinkercad Circuits):

- Створити схему з кнопкою та світлодіодом.
- Вмикати/вимикати світлодіод кнопкою та пояснити, чому це цифровий сигнал.
- Порівняти з аналоговим потенціометром, підключеним до світлодіода, і пояснити, чому це аналоговий сигнал.

Завдання 2: Робота з аналоговими сигналами - Використання аналогових входів і виходів Arduino

Мета: навчитися використовувати аналогові входи та виходи Arduino.

Опис:

- Використати потенціометр (змінний резистор), підключити його до аналогового входу A0 на Arduino.
- Вивести значення потенціометра на серійний монітор у Arduino IDE.

Код для учнів:

```
int potPin = A0; // Підключаємо потенціометр до A0
```

```
int value;
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600); // Запускаємо серійний монітор
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  value = analogRead(potPin); // Зчитуємо значення з потенціометра
```

```
  Serial.println(value); // Виводимо у монітор
```

```
  delay(500); // Чекаємо 500 мс
```

```
}
```

Запитання:

Як змінюються значення при повороті потенціометра?

Чому вони не лише 0 або 1023, а змінюються поступово?

Завдання 3: Читаємо температуру - Приклади зчитування даних із датчиків

Мета: навчитися працювати з аналоговими датчиками.

Опис:

Використати датчик температури LM35, підключити його до Arduino.

Вивести значення температури на серійний монітор.

Схема підключення:

VCC → 5V Arduino

GND → GND Arduino

VOUT → A0 (Аналоговий вхід)

Код для учнів:

```
int tempPin = A0;
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
}
```

```
void loop() {  
  int value = analogRead(tempPin);  
  float voltage = value * 5.0 / 1023.0;  
  float temperature = voltage * 100; // Формула для LM35  
  Serial.print("Temperature: ");  
  Serial.print(temperature);  
  Serial.println(" °C");  
  delay(1000);  
}
```

Запитання:

- Що відбувається з показниками, якщо нагріти датчик?
- Як можна використовувати цей принцип у реальних пристроях?

Д.3. Приклад уроку: складання простих схем

Тема: Практичні вправи: складання простих схем

1. Мета уроку:

- Закріпити знання учнів про роботу електронних компонентів (резистори, світлодіоди, кнопки, потенціометри).
- Навчити створювати та аналізувати прості електронні схеми в середовищі Tinkercad Circuits.
- Ознайомити з основами програмування Arduino для керування електронними компонентами.
- Розвивати навички логічного мислення та роботи з електронними схемами.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

Arduino Uno, світлодіоди (LED), резистори (220 Ом, 1 кОм), кнопка (Push Button), потенціометр, з'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Ознайомлення учнів із планом уроку та очікуваними результатами.

Підготовка робочого середовища: відкриття Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв)

Учням ставляться запитання для повторення основ електроніки та програмування Arduino:

- Які електричні величини визначають роботу електронних схем?
- Як підключається світлодіод? Яку функцію виконує резистор у схемі?
- Яка роль кнопки у схемах з Arduino? Як зчитати її стан у коді?
- Чим аналогові сигнали відрізняються від цифрових? Як можна зчитати аналогове значення на Arduino?

Обговорення відповідей та усунення можливих прогалин у знаннях.

5. Теоретична частина (10 хв)

Коротке пояснення:

Як працює електронна схема на Arduino.

Основні принципи з'єднання компонентів у Tinkercad Circuits.

Використання змінних у коді для керування світлодіодами та зчитування кнопок.

Основи використання `analogRead()` для потенціометра та `digitalRead()` для кнопки.

Приклад коду для виведення стану кнопки в монітор порту:

```
int buttonPin = 2; // Пін кнопки  
void setup() {  
    pinMode(buttonPin, INPUT);  
    Serial.begin(9600);  
}  
void loop() {  
    int buttonState = digitalRead(buttonPin);  
    Serial.println(buttonState);  
    delay(200);  
}
```

6. Практична робота (20 хв)

Учні виконують три практичні завдання у Tinkercad Circuits:

1) Створення простої схеми з резистором і світлодіодом. Підключити світлодіод через резистор до Arduino. Написати код для його блимання.

Дослідити, як змінюється яскравість при різних значеннях резистора.

2) Використання кнопки для управління світлодіодом. Додати до схеми кнопку. Написати код, у якому світлодіод загоряється при натисканні кнопки.

3) Зчитування значень із потенціометра. Додати потенціометр. Зчитувати значення `analogRead()` та виводити їх у монітор порту.

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Обговорення труднощів, які виникли під час виконання вправ.

Обговорення можливих варіантів розширення схем (наприклад, додавання другого світлодіода або використання PWM).

Розбір найбільш поширених помилок у коді.

8. Закріплення матеріалу (5 хв)

Як експортувати електричну схему, створену в Tinkercad Circuits?

Навіщо потрібен потенціометр?

Що потрібне для роботи з монітором порту?

9. Підсумки заняття (5 хв)

Учні відповідають на запитання:

Що нового вони дізналися сьогодні?

Як вони можуть застосувати ці знання у майбутніх проектах?

Викладач дає рекомендації щодо самостійного опрацювання та подальшого вивчення Arduino.

10. Домашнє завдання.

1. Створення простої схеми з резистором і світлодіодом

Завдання 1: "Запалюємо світлодіод"

Мета: навчитися складати базову електричну схему з LED і резистором.

Необхідні компоненти: Arduino, світлодіод (LED), резистор (330 Ом), дроти.

Схема підключення:

- Катод (коротка ніжка) LED → GND
- Анод (довга ніжка) LED → Один кінець резистора
- Інший кінець резистора → Цифровий вихід D9 на Arduino

Код для учнів:

```
int ledPin = 9; // Підключаємо світлодіод до 9-го піну
```

```
void setup() {
```

```
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Налаштовуємо пін як вихід
```

```
}
```

```
void loop() {  
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Вмикаємо світлодіод  
    delay(1000); // Чекаємо 1 секунду  
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Вимикаємо світлодіод  
    delay(1000); // Чекаємо 1 секунду  
}
```

Запитання:

- Чому ми використовуємо резистор?
- Що станеться, якщо прибрати резистор?

2. Використання кнопки для управління світлодіодом

Завдання 2: "Кнопковий перемикач"

Мета: навчитися використовувати кнопку для керування світлодіодом.

Необхідні компоненти: Arduino, світлодіод, резистор 330 Ом (для LED), кнопка, резистор 10 кОм (pull-down), дроти.

Схема підключення:

Катод LED → GND

Анод LED → Один кінець резистора (330 Ом) → D9

Один контакт кнопки → GND

Інший контакт кнопки → D2

D2 також підключаємо через 10 кОм резистор до GND

Код для учнів:

```
int ledPin = 9;  
int buttonPin = 2;  
int buttonState = 0;
```

```

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop() {
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  if (buttonState == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

```

Запитання:

- Що зміниться, якщо прибрати pull-down резистор?
- Як можна змінити код, щоб світлодіод змінював свій стан кожного разу при натисканні кнопки?

3. Зчитування значень із потенціометра

Завдання 3: "Світлодіодний диммер"

Мета: навчитися зчитувати аналогові значення та використовувати їх для керування яскравістю світлодіода.

Необхідні компоненти: Arduino, світлодіод, резистор 330 Ом, потенціометр, дроти.

Схема підключення:

Катод LED → GND

Анод LED → Резистор 330 Ом → D9

Потенціометр:

Ліва ніжка → 5V

Середня ніжка → A0

Права ніжка → GND

Код для учнів:

```
int potPin = A0; // Підключення потенціометра
```

```
int ledPin = 9; // Підключення LED
```

```
void setup() {
```

```
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  int potValue = analogRead(potPin);
```

```
  int brightness = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
```

```
  // Перетворення діапазону
```

```
  analogWrite(ledPin, brightness); // Регулюємо яскравість
```

```
  Serial.println(brightness); // Виводимо значення у монітор
```

```
  delay(100);
```

```
}
```

Запитання:

- Чому використовується функція `map()`?
- Що зміниться, якщо підключити потенціометр до цифрового входу?

Д.4. Приклад уроку. Основи програмування Arduino в TinkerCad

Тема: Огляд основних частин програми Arduino, Призначення функцій `setup()` і `loop()`, Структура скетча (`setup()`, `loop()`), Приклад простого скетча.

1. Мета уроку:

Ознайомити учнів із основною структурою програми (скетча) для Arduino.

Розібрати принцип роботи функцій `setup()` та `loop()`.

Навчити учнів писати базові програми для керування віртуальними компонентами в Tinkercad Circuits.

Закріпити навички роботи з цифровими входами та виходами в Arduino IDE.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

- Arduino Uno
- Світлодіод (LED)
- Резистор (220 Ом)
- Кнопка (Push Button)
- З'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Ознайомлення учнів із темою та очікуваними результатами.

Перевірка готовності до роботи у Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв)

Учням ставляться запитання для повторення основ програмування Arduino:

5. Теоретична частина (10 хв)

Основні поняття:

- 1) Які типи даних використовуються у мовах програмування C/C++?
- 2) Що таке цифрові входи та виходи в Arduino?
- 3) Як підключити світлодіод до плати Arduino?
- 4) Як працює функція `pinMode()`?

Учні дають відповіді, а викладач коригує помилки та пояснює складні моменти.

Програма для Arduino складається з двох обов'язкових функцій:

- *void setup()* – виконується один раз при запуску.
- *void loop()* – виконується постійно у циклі.

Функція *setup()* використовується для:

- Налаштування режимів роботи входів і виходів.
- Ініціалізації змінних, бібліотек тощо.

Функція *loop()* містить основну логіку програми.

Приклад простого скетча для блимання світлодіода:

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT); // Встановлюємо пін 13 як вихід  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // Увімкнути світлодіод  
  delay(1000); // Затримка 1 секунда  
  digitalWrite(13, LOW); // Вимкнути світлодіод  
  delay(1000); // Затримка 1 секунда  
}
```

Пояснення:

setup() задає режим OUTPUT для піна 13.

У *loop()* виконується увімкнення світлодіода, пауза, вимкнення світлодіода, пауза.

6. Практична робота (20 хв)

Учні виконують три завдання у Tinkercad Circuits:

1) Завдання 1: Блимання світлодіода

Підключити світлодіод через резистор до піна 13.

Написати програму, яка змушує його блимати кожні 0,5 секунди.

2) Завдання 2: Керування світлодіодом кнопкою

Додати до схеми кнопку.

Написати код, у якому світлодіод вмикається при натисканні кнопки.

3) Завдання 3: Розширення функціоналу

Додати ще один світлодіод.

Написати код, у якому один світлодіод блимає постійно, а другий вмикається лише при натисканні кнопки.

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Учні діляться враженнями про виконання завдань.

Викладач аналізує типові помилки та пояснює, як їх виправити.

Обговорюється, як змінити скетч для інших сценаріїв (наприклад, використання датчиків).

8. Підсумки заняття (5 хв)

Підсумовуємо основні моменти уроку. Учні відповідають на запитання:

- Що нового вони дізналися сьогодні?
- Чи зрозуміли вони структуру скетча Arduino?
- Як можна розширити отримані знання для майбутніх проєктів?

Викладач дає рекомендації щодо подальшого вивчення теми.

9. Домашнє завдання

Завдання 1: Створити скетч, у якому три світлодіоди по черзі вмикаються на 1 секунду.

Завдання 2: Написати програму, де кнопка керує двома світлодіодами – один вмикається, коли кнопка натиснута, а інший вимикається.

Завдання 3: Дослідити функцію *millis()* і написати коротке пояснення, як її можна використовувати для блимання світлодіода без *delay()*.

Д.5. Приклад уроку. Основні команди для керування світлодіодами

Тема: команда *digitalWrite()* для керування виходами, використання *delay()* для створення пауз, приклад коду для миготіння світлодіода.

1. Мета уроку:

Ознайомити учнів із командами для керування світлодіодами в Arduino.

Вивчити основні команди: *pinMode()*, *digitalWrite()*, *delay()*.

Навчити створювати програми для управління світлодіодами у середовищі Tinkercad Circuits.

Розвинути навички підключення компонентів до плати Arduino та роботи з кодом.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

- Arduino Uno
- Світлодіоди (LED) – 3 шт.
- Резистори (220 Ом) – 3 шт.
- Кнопка (Push Button)
- З'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Ознайомлення учнів із темою, метою та завданнями уроку.

Перевірка готовності до роботи у Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв)

Учням пропонуються запитання для повторення попередніх тем:

- 1) Які типи сигналів (аналогові та цифрові) використовує Arduino?
- 2) Як правильно підключати світлодіоди до Arduino?
- 3) Що таке цифровий вихід у мікроконтролерах?
- 4) Чим відрізняються функції *setup()* і *loop()*?

Обговорення відповідей, пояснення викладача у разі потреби.

5. Теоретична частина (10 хв)

Основні поняття:

1) Команда *pinMode()*

Визначає, чи працюватиме пін як вхід (INPUT) або вихід (OUTPUT).

Приклад:

```
pinMode(13, OUTPUT); // Пін 13 працює як вихід
```

2) Команда *digitalWrite()*

Передає сигнал HIGH (1, ВКЛ) або LOW (0, ВИКЛ) на цифровий вихід.

Приклад:

```
digitalWrite(13, HIGH); // Увімкнути світлодіод  
delay(1000); // Затримка 1 секунда  
digitalWrite(13, LOW); // Вимкнути світлодіод  
delay(1000); // Затримка 1 секунда
```

3) Команда *delay()*

Використовується для затримки виконання програми (в мілісекундах).

Приклад: *delay(500);* – затримка на 0,5 секунди.

Висновок: ці команди дозволяють вмикати, вимикати та керувати світлодіодами на платі Arduino.

6. Практична робота (20 хв)

Учні виконують три завдання у Tinkercad Circuits:

1) Завдання 1: Блимання одного світлодіода

Підключити світлодіод через резистор до піна 13.

Написати код для його блимання кожні 1 секунду.

2) Завдання 2: Керування двома світлодіодами

Підключити два світлодіоди до різних пінів.

Написати програму, у якій один світлодіод блимає, а інший світить постійно.

3) Завдання 3: Керування світлодіодом кнопкою

Додати до схеми кнопку.

Написати програму, у якій світлодіод вмикається тільки при натисканні кнопки.

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Учні обговорюють складнощі, з якими зіткнулися під час виконання завдань.

Викладач аналізує помилки та пояснює, як їх виправити.

Обговорення, як можна розширити програму, наприклад, використати більше світлодіодів або затримки різної тривалості.

8. Підсумки заняття (5 хв)

Повторюємо основні моменти уроку. Обговорюємо, що дізналися нового. Учні відповідають на запитання:

Які основні команди використовуються для керування світлодіодами?

Як реалізувати керування кнопкою?

Чи можна змінити програму так, щоб світлодіоди вмикалися у певній послідовності?

9. Домашнє завдання

Завдання 1: Написати програму, у якій три світлодіоди вмикаються по черзі, кожен на 1 секунду.

Завдання 2: Реалізувати керування двома світлодіодами за допомогою двох кнопок (кожна кнопка керує своїм світлодіодом).

Завдання 3: Дослідити команду `millis()` та пояснити, як її можна використати для блимання світлодіодів без `delay()`.

2.3.7. Використання змінних та умовних операторів

Оголошення та ініціалізація змінних.

Використання *if-else* для умовного виконання команд.

Приклади коду зі змінними.

Д.6. Приклад уроку. Використання змінних та умовних операторів в Arduino

1. Мета уроку:

Ознайомити учнів з поняттям змінних у мові C/C++ та їх використанням в Arduino.

Навчити оголошувати та ініціалізувати змінні різних типів (*int*, *float*, *bool*).

Розглянути принцип роботи умовних операторів *if-else*.

Навчити використовувати змінні та умовні оператори у практичних проектах в Tinkercad Circuits.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

- Arduino Uno
- Світлодіод (LED)
- Резистор (220 Ом)
- Кнопка (Push Button)
- Фоторезистор
- З'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Ознайомлення учнів із метою та завданнями уроку.

Перевірка готовності до роботи в Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв)

Учням пропонуються запитання для повторення попередніх тем:

- 1) Які типи даних ви знаєте у мові C++?
- 2) Як використовується функція `pinMode()` у скетчах Arduino?
- 3) Чим відрізняється цифровий сигнал від аналогового?
- 4) Які команди використовуються для керування світлодіодами?

Обговорення відповідей, пояснення викладача у разі потреби.

5. Теоретична частина (15 хв)

Основні поняття:

- 1) Оголошення та ініціалізація змінних

Змінні дозволяють зберігати дані для подальшого використання в коді.

Основні типи змінних у C/C++ для Arduino:

```
int ledPin = 13; // Ціле число (номер піна)
```

```
float voltage = 5.0; // Дійсне число
```

```
bool isOn = false; // Логічний тип (true/false)
```

2) Умовні оператори *if-else*

Використовуються для прийняття рішень у програмі.

Основний синтаксис:

```
if (умова) {  
    // Код виконується, якщо умова істинна  
} else {  
    // Код виконується, якщо умова хибна  
}
```

Приклад використання *if-else* для керування світлодіодом:

```
int buttonState = digitalRead(2);  
if (buttonState == HIGH) {  
    digitalWrite(13, HIGH); // Увімкнути світлодіод  
} else {  
    digitalWrite(13, LOW); // Вимкнути світлодіод  
}
```

3) Приклади змінних в реальних програмах

Використання змінної для збереження стану світлодіода:

```
int ledState = 0;
if (digitalRead(2) == HIGH) {
    ledState = 1;
} else {
    ledState = 0;
}
digitalWrite(13, ledState);
```

6. Практична робота (20 хв)

Учні виконують три завдання в Tinkercad Circuits:

1) Завдання 1:

Керування світлодіодом за допомогою кнопки

Підключити кнопку та світлодіод до Arduino Uno.

Написати код, у якому світлодіод вмикається при натисканні кнопки та вимикається при відпусканні.

Використати змінну для збереження стану кнопки.

2) Завдання 2:

Автоматичне вмикання світлодіода при низькому освітленні

Підключити фоторезистор для зчитування рівня освітленості.

Якщо освітлення нижче 300, вмикати світлодіод.

Використати умовний оператор if-else.

3) Завдання 3:

Реалізація перемикача (Toggle Switch)

Написати код, у якому при одному натисканні кнопки світлодіод увімкнеться, а при наступному вимкнеться.

Використати змінну для збереження стану світлодіода.

Приклад роботи:

```

bool ledState = false; // Початковий стан
void loop() {
  if (digitalRead(2) == HIGH) {
    ledState = !ledState; // Інверсія стану
    digitalWrite(13, ledState);
    delay(300); // Антидребезг кнопки
  }
}

```

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Учні аналізують виконані завдання.

Обговорення проблем та складних моментів.

Викладач пояснює альтернативні варіанти розв'язання задач.

Обговорюємо можливі покращення коду (наприклад, використання *millis()* замість *delay()*).

8. Підсумки заняття (5 хв)

Повторюємо основні моменти уроку:

- Що таке змінні і як вони використовуються?
- Як працює if-else в Arduino?
- Як зберігати стан кнопки та керувати світлодіодами?

Учні діляться своїми враженнями.

9. Домашнє завдання

Завдання 1:

Написати програму, у якій два світлодіоди вмикаються по чергово кожні 2 секунди, використовуючи змінні.

Завдання 2:

Реалізувати логіку, при якій світлодіод блимає швидше, якщо кнопка натиснута.

Завдання 3:

Дослідити оператор `switch-case` та пояснити, коли його краще використовувати замість *if-else*.

Д.7. Приклад уроку. Робота з циклами `for`, `while`

Призначення та використання циклів.

Приклади використання циклів у коді Arduino.

Завдання для самостійного опрацювання.

Приклад уроку.

Тема: Використання циклів *for* та *while* в Arduino

1. Мета уроку:

Ознайомити учнів із призначенням та структурою циклів *for* та *while* в мові C++.

Пояснити, як цикли спрощують код при повторюваних діях.

Навчити використовувати цикли для керування компонентами в Arduino.

Закріпити знання через практичні завдання в Tinkercad Circuits.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

- Arduino Uno
- Світлодіоди (3-5 шт.)
- Резистори (220 Ом)
- Кнопка (Push Button)
- З'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв)

Привітання, перевірка присутності.

Ознайомлення учнів із метою та завданнями уроку.

Перевірка готовності до роботи в Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв)

Учням пропонуються запитання для повторення попередніх тем:

- Що таке змінна та які її основні типи в C++?
- Як працює оператор *if-else*?

- Як керувати світлодіодом за допомогою *digitalWrite()*?
- Що відбудеться, якщо в коді багаторазово повторюється одна і та ж команда?

Обговорення відповідей, пояснення викладача у разі потреби.

5. Теоретична частина (15 хв)

Основні поняття:

1. Призначення циклів

- Цикли дозволяють автоматично повторювати певний набір команд без дублювання коду.
- Використовуються для повторюваних процесів, наприклад, керування кількома світлодіодами або зчитування сенсорних даних.

2. Цикл *for*

Використовується, коли кількість повторень заздалегідь відома.

Структура:

```
for (ініціалізація; умова; крок) {
  // Код виконується у кожній ітерації
}
```

Приклад:

```
for (int i = 0; i < 5; i++) {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(500);
}
```

3. Цикл *while*

Використовується, коли кількість повторень невідома заздалегідь.

Структура:

```
while (умова) {  
    // Код виконується, поки умова істинна  
}
```

Приклад:

```
while (digitalRead(2) == LOW) {  
    digitalWrite(13, HIGH);  
}
```

4. Різниця між *for* і *while*

for використовується, коли відома кількість повторень.

while – коли цикл виконується, поки виконується певна умова.

6. Практична робота (20 хв)

Учні виконують три завдання в Tinkercad Circuits:

1. Завдання 1: Блімання світлодіода за допомогою циклу *for*

Запрограмувати світлодіод, щоб він 5 разів бликав із затримкою 500 мс.

Використати цикл *for*.

2. Завдання 2: Бігуче світло з 3-5 світлодіодів

Підключити 3-5 світлодіодів до Arduino.

Використати цикл *for* для послідовного ввімкнення та вимкнення кожного світлодіода.

Приклад коду:

```
int leds[] = {3, 4, 5, 6, 7}; // Масив з номерами пінів
```

```

void setup() {
  for (int i = 0; i < 5; i++) {
    pinMode(leds[i], OUTPUT);
  }
}

void loop() {
  for (int i = 0; i < 5; i++) {
    digitalWrite(leds[i], HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(leds[i], LOW);
  }
}

```

3. Завдання 3: Кнопка як перемикач (цикл while)

Коли натиснута кнопка, світлодіод блимає безперервно.

Використати цикл while.

Приклад коду:

```

while (digitalRead(2) == HIGH) {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(500);
}

```

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв)

Учні аналізують виконані завдання.

Обговорення проблем та складних моментів.

Викладач пояснює альтернативні варіанти розв'язання задач.

Обговорюємо ефективність використання циклів у коді.

8. Підсумки заняття (5 хв)

Повторюємо основні моменти уроку:

- Як працює цикл for?
- Як працює цикл while?
- У яких випадках зручніше використовувати for, а в яких while?

Учні діляться своїми враженнями.

9. Домашнє завдання

Завдання 1: Написати програму, у якій два світлодіоди блиматимуть по чергово 10 разів (цикл for).

Завдання 2: Реалізувати бігучий вогник із 6 світлодіодів (цикл for).

Завдання 3: Написати код, у якому світлодіод блимає безперервно, поки натиснута кнопка (цикл while).

Д.8. Приклад уроку. Практичні завдання

Створення програми для керування світлодіодами.

Використання кнопок у програмі.

Додаткові вправи на закріплення матеріалу.

Тема: Практичні завдання з використанням циклів у програмуванні Arduino.

1. Мета уроку: Закріпити знання про використання циклів for та while в програмуванні Arduino.

Навчитися застосовувати цикли для управління електронними компонентами.

Розвинути навички аналізу та налагодження програмного коду.

Підготувати учнів до самостійного застосування отриманих знань у проєктах.

2. Додаткове віртуальне обладнання:

- Arduino Uno

- Світлодіоди (5 шт.)
- Резистори (220 Ом)
- Кнопка (Push Button)
- Потенціометр
- З'єднувальні дроти

3. Організаційні моменти (5 хв):

Привітання, перевірка присутності.

Оголошення теми та мети уроку.

Перевірка готовності до роботи в Tinkercad Circuits.

4. Актуалізація знань (5 хв):

Учням пропонуються запитання для повторення:

- Які типи циклів використовуються в Arduino?
- Чим відрізняються цикли for та while?
- Як використання циклів може оптимізувати програмний код?
- Як керувати світлодіодами за допомогою циклу for?

5. Теоретична частина (10 хв):

Призначення та використання циклів:

- Автоматизація повторюваних дій у коді.
- Оптимізація коду для керування компонентами.

Приклади використання циклів у коді Arduino:

- Цикл for: керування кількома світлодіодами.
- Цикл while: очікування натискання кнопки.

6. Практична робота (20 хв):

Учні виконують наступні завдання у Tinkercad Circuits:

- Завдання 1: Блимаючий світлодіод із використанням циклу for

Запрограмувати світлодіод, щоб він бликав 10 разів із затримкою 500 мс.

- Завдання 2: Бігучий вогник

Підключити 5 світлодіодів до Arduino.

Використати цикл `for` для їх послідовного вмикання та вимикання.

- Завдання 3: Кнопка як перемикач

Реалізувати схему, у якій світлодіод блиматиме лише при натисканій кнопці.

Використати цикл `while` для перевірки стану кнопки.

7. Аналіз, обговорення, закріплення матеріалу (10 хв):

Аналіз виконаних завдань, обговорення помилок. Обговорення варіантів реалізації коду. Викладач демонструє оптимізовані рішення.

8. Підсумки заняття (5 хв):

- Повторення основних понять: цикл `for`, цикл `while`.
- Дискусія щодо використання циклів у складніших проектах.
- Оцінювання виконаних завдань.

9. Домашнє завдання:

Створити програму, у якій два світлодіоди блимають по чергово 10 разів (цикл `for`).

Реалізувати бігучий вогник із 6 світлодіодів (цикл `for`).

Написати код, у якому світлодіод блимає безперервно, поки натиснута кнопка (цикл `while`).