

УДК: 378.147.091.33:004.77

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.2.2024.05>

**Віталій Кошовий,**  
ORCID iD 0000-0001-9592-7439  
методист центру цифрової  
освіти та медіакультури  
Миколаївський обласний інститут  
післядипломної педагогічної освіти  
вул. Адміральська, 4-а, 54001, м. Миколаїв, Україна  
[vitalii.koshovyi@moipro.mk.ua](mailto:vitalii.koshovyi@moipro.mk.ua)

## ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ПРОЄКТІВ РОБОТОТЕХНІКИ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА «ARDUINO» НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ

*Методична стаття присвячена дослідженню з упровадження на уроках інформатики STEM-проектів робототехніки на основі Arduino в заклади освіти України. Розглянуто особливості організації процесу впровадження робототехніки як одного з напрямів STEM-освіти учнів. Досліджено умови використання робототехнічних проектів на уроках інформатики. Визначено методи, що стимулюють творчу активність, мотивацію та інтерес до навчання в учнів під час створення STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики. Проаналізовано контролери як платформи для створення роботів на уроках інформатики та запропоновано вибір контролера «Arduino» як основу для створення робототехнічних систем. Автор уперше надає рекомендації щодо вибору підходів та використання інструментів для підвищення ефективності упровадження STEM-проектів робототехніки під час викладання інформатики на базі контролера «Arduino».*

**Ключові слова:** Arduino; STEM; робототехніка; цифрові технології.

© Кошовий В. В., 2024

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми дослідження.** Нині в Україні відбувається активне впровадження концепції STEM-навчання в Новій українській школі. Як відомо, під аббревіатурою розуміємо поєднання науки (Science), технології (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics), що виражається в інтегрованому підході до навчання, який спрямовано на розвиток цифрових та технічних навичок, критичного мислення, проблемного розв'язання та творчого мислення учнів. STEM-освіта – це напрям в освіті, при якому в закладах освіти посилюється увага до природничо-наукового компонента разом з використанням творчих та мистецьких дисциплін (Сасенко М. С., Лобач Н. В., 2019, с. 213).

Наявні суперечності між необхідністю впровадження STEM-проектів у нав-

чанні, які сприяють розвитку критичного мислення, та креативного підходу в учнів за допомогою розв'язання реальних проблем, оскільки діти навчаються аналізувати, висувати гіпотези та шукати шляхи виконання складних завдань, і потребою знань із різних предметів, зокрема таких, як: математика, фізика, хімія та інформатика, для використання міждисциплінарних підходів у STEM-освіті. Вищезазначене сприяє встановленню зв'язків між різними науковими дисциплінами та розвиває глибше розуміння матеріалу. Здобувачі освіти використовують свої знання та навички для створення реальних продуктів або розв'язання конкретних проблем, що робить навчання більш захопливим та зміцнює їхню мотивацію.

Розвиток технологічних навичок і підвищення інтересу до науки та сучасних

технологій у сучасної молоді має сприяти активнішому і цікавішому практичному навчанню, що відповідає потребам сучасного світу та готує учнів до вибору STEM-спрямованих кар'єр. STEM-освіта – це програма навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування та потребує розуміння наукових понять, формування технічно складних навичок із застосуванням знань у галузі інженерії, технології та математики (Балик Н. Р., Шмигер Г. П., 2017, с. 27).

Реалізацією цієї концепції є застосування таких сучасних технологій, як: програмування мікроконтролерів «Arduino», використання сенсорів та робототехніки в STEM-проєктах на уроках інформатики. Це сприяє розвитку важливих цифрових навичок учнів, стимулює до активного дослідження та відкриває їм нові можливості у світі науки та технологій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивчаючи праці зарубіжних учених К. Ніколс, Д. Куензі, Д. Ленгдона, Х. Гонсалес), що присвятили свої дослідження питанням упровадження принципів STEM в освітній процес, ми спиралися на такі розвідки: «Oblinger Joins New National Coalition To Attract STEM» (К. Ніколс), «STEM: Good Jobs Now and For the Future» (Д. Ленгдона), «Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer» (Д. Куензі). Теоретичним засадам упровадження STEM у процес навчання присвячені роботи Н. Р. Балик, С. Л. Горбенко, Т. І. Андрущенко та ін. Дослідження, що спрямовані на вивчення залучення інформаційних технологій в освітній процес, розглянуті у працях С. Г. Литвинової, В. О. Уманець, А. Мендес, Р. Чианг, Д. Холанда та багатьох інших. Організацію навчальної діяльності на уроках інформатики та психолого-педагогічні аспекти використання новітніх технологій у закладах освіти розглядали Н. В. Морзе, Л. С. Шевченко, В. М. Бойчук, Н. В. Костенко та ін. Це свідчить про актуальність тематики, яку активно досліджує наукова педагогічна спільнота.

**Мета статті** – висвітлення складників і особливостей використання мікроконтро-

лерів «Arduino» для створення роботів.

Для досягнення мети потрібно виконати такі **завдання**:

- дослідити умови використання робототехнічних проєктів на уроках інформатики.
- Визначити методи впровадження STEM-проєктів робототехніки на уроках інформатики.
- Проаналізувати вибір платформи контролера для створення роботів на уроках інформатики.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У Новій українській школі уроки інформатики відіграють значну роль у якісній підготовці учнів закладів загальної середньої освіти із природничо-математичних дисциплін. Саме на цих заняттях вони можуть сформувати базові навички створення програмного коду, які є затребувані в багатьох STEM-спрямованих професіях, зокрема таких, як програмісти, розробники програмного забезпечення та інженери.

В умовах реалізації стратегії Нової української школи актуальною проблемою є формування та оцінювання ключових компетентностей, визначених у Державному стандарті базової середньої освіти, через предмет (Махровська Н. А., Погромська Г. С., Рогожинська Е. К., 2023, с. 67). Це дасть змогу учням не лише засвоювати конкретний матеріал, але й розвивати навички та вміння, що їм знадобляться в майбутньому житті та кар'єрі: критичне мислення, співпраця, комунікація, розв'язання проблем, креативність тощо. Завдання та проєкти, які вчитель інформатики використовує під час викладання предмета, мають бути спрямовані на розвиток цих ключових компетентностей, наприклад, використання дебатів або групових проєктів може сприяти розвитку комунікаційних навичок, а виконання складних завдань сприятиме розвитку критичного мислення.

Саме на уроках інформатики, на думку Л. С. Шевченко, учні можуть побачити, як сучасні технології застосовують у процесі розв'язання реальних проблем у різних галузях. Можна продемонструвати необхідність програмування для створення роботів, розв'язання математичних задач

або аналізу наукових даних. Для цього вчителі інформатики активно використовують проекти, що орієнтовані на застосування знань учнів у різних STEM-спрямованих дисциплінах. Предмет інформатика відіграє фундаментальну роль у сфері технологій і має вирішальне значення для розвитку всебічного розуміння цифрового середовища (Шевченко Л. С., Уманець В. О., Розпутня Б. М., 2023, с. 132). Це підвищує мотивацію учнів до творчого мислення та самостійного дослідження в галузі STEM. Із часом вони можуть самостійно обирати проекти чи завдання, які їх зацікавлять, та розвивати власні ідеї.

Такий підхід формує середовище для стимулювання навчання, що допоможе учням розуміти важливість інформатики у STEM-спрямованих кар'єрах. Саме впровадження STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики сприяє, на думку Т. Г. Крамаренко, інтеграції різних галузей знань та розвитку навичок, необхідних для сучасного цифрового світу. Це підтверджують дослідження з впливу використання робототехніки в закладах освіти на підвищення мотивації учнів до навчання і створення власних STEAM-проектів робототехніки, а також комп'ютерних систем для управління ними, сенсорного зворотного зв'язку та коректного опрацювання даних (Крамаренко Т. Г., Банада О. С., 2018, с. 92). Відповідно до вікових особливостей учнів і доступних ресурсів учитель інформатики повинен визначити, які концепції і навички будуть найбільш відповідати цілям занять. Під час планування проектів треба враховувати можливість роботи в групах для створення та програмування роботів, що допоможе учням розвивати навички комунікації та розв'язання конфліктів. Важливим є також забезпечення підтримки дітей різного віку під час роботи над проектами, що передбачає як індивідуальну допомогу, так і доступ до додаткових матеріалів або онлайн-ресурсів. Такі проекти сприяють розвитку навичок учнів у програмуванні, інженерії, а також сприяють поліпшенню креативного мислення і вміння розв'язувати проблеми.

Проте є низка питань, як стверджує

О. В. Барна, ігнорування яких гальмує розвиток упровадження STEM у заклади освіти. По-перше, йдеться про матеріально-технічне становище, недостатній рівень якого, зокрема в умовах повномасштабної війни на території України, сповільнює або унеможлиблює розвиток та становлення STEAM-освіти. Можлива розбудова STEAM-освіти у такі способи: на базі віртуальних засобів, комп'ютерних програм, середовищ, тренажерів, емуляцій, тощо; з використанням засобів і обладнання, які розміщені віддалено від навчального закладу (Барна О. В., Балик Н. Р., 2017, с. 7).

Застосування комп'ютерних програм або онлайн-симуляторів на уроках інформатики, наприклад Tinkercad, дає можливість учням вивчати принципи робототехніки та програмування без реального обладнання. Використовуючи відеоуроки, інтерактивні ігри та вправи, які доступні в Інтернеті, учитель дає можливість дітям самостійно вивчати основи робототехніки та програмування за допомогою власних комп'ютерів або планшетів. Ці альтернативи можуть стати ефективними способами впровадження STEM-проектів в освітній процес, навіть за наявності обмежених ресурсів.

По-друге, на думку Н. В. Морзе, потрібно звернути увагу на форму організації уроків інформатики із залученням STEAM-проектів робототехніки, що так само потребує забезпечення відповідної підготовки вчителів для якісного проведення навчальних занять. Цього вимагає також постійний розвиток робототехніки в поєднанні з різними навчальними галузями, такими, як фізика, математика, інформатика, хімія, технології тощо (Морзе Н. В., Гладун М. А., Дзюба С. М., 2018, с. 49).

Для підвищення професійного рівня вчителів інформатики доцільно організувати семінари, тренінги або онлайн-курси з робототехніки. Важливим складником є можливість спілкуватися та обмінюватися досвідом із колегами, які вже успішно впроваджують STEAM-проекти з робототехніки. Менторство та співпраця допомагають новачкам отримати підтримку та відповіді на свої питання. Це дає змогу їм оволоді-

ти основами робототехніки, програмування та методик викладання, які потрібні для успішного впровадження STEAM-проектів.

Беручи до уваги зазначене, вказуємо, що вчителі зазвичай проводять уроки з робототехніки в форматі факультативних курсів чи окремих поодиноких уроків інформатики. При цьому, якщо метою є розв'язання проблемних задач та створення STEM-проектів, це сприятиме розвиткові креативності та робитиме навчання більш захопливим для учнів. Особливого значення набувають питання впровадження основ робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої освіти, що вимагає відповідної підготовки педагогічних кадрів.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення освітніх програм для підготовки майбутніх учителів у галузі робототехніки та підвищення якості STEM-освіти через удосконалення навчальних планів підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін (Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А., 2018, с. 184).

На підставі проаналізованих джерел визначимо такі основні **завдання** під час впровадження STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики:

- з'ясувати, які знання та навички набули учні, розробити план навчального курсу, підготувати навчально-методичні матеріали, перелік необхідних ресурсів і матеріалів тощо;
- придбати необхідну кількість обладнання та програмного забезпечення: мікроконтролери, сенсори, мотори, датчики тощо, обрати середовища програмного забезпечення для програмування мікроконтролерів;
- провести навчання вчителів щодо використання програмної та апаратної частин мікроконтролерів та інших електронних компонентів, програмування та робототехніки. Учителі мають бути готові до ефективного керування класом та надання необхідної підтримки учням під час роботи над проек-

тами;

- розробити структуровані уроки для реалізації проектів із робототехніки, щоб учні могли послідовно розвивати свої навички, із використанням різномірівневих завдань, що відповідають рівню знань та вмінь учнів;
- стимулювати творчість та дослідницький підхід через заохочування учнів до експериментування, розв'язання реальних проблем та створення власних проектів;
- розробити систему вимог до оформлення та оцінювання, що відображатиме успішність учнів у роботі над STEM-проектами;
- залучати такі позашкільні ресурси, як відкриті лекції, воркшопи та конкурси, щоб підтримати і збагатити навчальний процес тощо.

На основі вищезазначеного у розвідці визначено умови впровадження STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики:

- створити в закладах освіти STEM-лабораторії, що є осередком і базою для застосування STEM-проектів на уроках інформатики, математики, фізики, хімії, технологій тощо. Сучасні інформаційні засоби навчання, вимірювальні комплекси сприяють формуванню мотивації до навчально-дослідної, інтелектуальної і творчої діяльності учнів, розвитку пізнавального інтересу та набуттю предметних компетентностей;
- забезпечити матеріально-технічне оснащення таких лабораторій згідно з типовим переліком Міністерства освіти і науки України (наказ «Про затвердження типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і stem-лабораторій» № 574 від 29.04.2020р.);
- організувати навчання вчителів для оволодіння інструментами та методикою використання

STEM-проектів на уроках природничо-математичного циклу тощо. Це може передбачати доступ до платформ для навчання, навчальних матеріалів, технічної підтримки та можливість випробувати робототехнічне обладнання з програмним забезпеченням на практиці перед тим, як вони викладатимуть це учням, що дозволить учителям зрозуміти його сутність та можливості.

Розвиткові професійної компетентності педагогічних працівників, на думку О. Патрикєєвої, сприятиме участь у різнопланових заходах регіонального, всеукраїнського, міжнародного рівнів: науково-практичні конференції, семінари, вебінари, STEM-фестивалі, конкурси, заняття у web-STEM-школі «STEM-освіта вчителя» тощо (Патрикєєва О., Василяшко І., Лозова О., Горбенко С., 2017, с. 92, 94).

Загальний підхід до впровадження STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики, на думку С. О. Доценко, має бути орієнтованим на створення стимулювального та захопливого середовища навчання, що сприяє розвитку навичок учнів у програмуванні, інженерії та технологіях. У результаті чого формується мислення, здатне оперувати найбільш загальними фундаментальними закономірностями, освоювати на їхній основі закони різних наук і пояснювати явища навколишньої дійсності (Доценко С. О., 2016, с. 42). Упровадження STEM-проектів із робототехніки на уроках інформатики може бути цікавим та пізнавальним досвідом для учнів.

Спираючись на «Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році» (лист ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» 21/08-1242 від 01.08.2023р.), визначимо методи впровадження STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики: проблемне розв'язання задач, проектний метод, ігровий підхід у навчанні, участь у змаганнях та виставках та інтеграція з іншими предметами.

- Проблемне розв'язання задач

(Problem-Based Learning, PBL): поставити перед учнями реальні проблеми або завдання, які вони можуть розв'язати / виконати, використовуючи робототехніку.

Наприклад, автоматизація певних процесів у побуті або на робочому місці. За програмою 6 класу з інформатики Н. В. Морзе і О. В. Барна під час вивчення теми «Складання програм для виконання роботизованими системами» розглянути схему моніторингу рівня вологості ґрунту, створену на базі плати «Arduino» і запрограмовану в програмному середовищі mBlock. За допомогою датчика слід вимірити ступінь вологості ґрунту та передати на контролер, де обробляється та приймається рішення про необхідність поливу домашньої рослини. Якщо в цьому є потреба, на схемі починає миготіти світлодіод та спрацьовує п'єзодинамік, щоб привернути увагу до проблеми. Після поливу, коли ґрунт стає достатньо вологий, датчик знову подає сигнал на плату і світлодіод з п'єзоелементом перестають сигналізувати. Можна запрограмувати період перевірки необхідності поливу раз на добу або частіше.

- Метод проектів (Projects Method, PM): передбачає реалізацію таких етапів роботи учнів:
  - формування задачі;
  - проведення «мозкового штурму» з висуванням гіпотез та подальшим обговоренням;
  - визначення типу проекту;
  - організація малих груп співробітництва, розподіл ролей;
  - обговорення в групах стратегії дослідження, джерел інформації, способів оформлення результатів;
  - самостійна дослідницька, пошукова робота учнів відповідно до своїх завдань;
  - проміжні обговорення, дискусії, збирання й оброблення даних;
  - оформлення результатів проектної діяльності;
  - захист проекту, опонування, дискусія;

- висування, прогнозування нових проблем, що впливають з набутих результатів;
- самооцінка, зовнішня оцінка.

Закінчується здійснення навчального проєкту презентацією набутих результатів. Після завершення проєкту учні можуть обмінюватися досвідом та навичками, що стимулює співпрацю та взаємне навчання. Для здійснення проєктної діяльності можна використовувати різні конструктори (Lego, Micro:Bit та інші), онлайн-платформи та симулятори. Прикладом також може служити проєкт «Паркування роботи» з використанням ультразвукового датчика для визначення відстані і контролера «Arduino» для оброблення даних і створення інструкцій для керівництва.

- Ігровий підхід у навчанні (Game Approach to Learning, GAL): використати ігри або симуляції для введення основних понять робототехніки та програмування, які будуть упроваджуватись у реальних проєктах.

Прикладом може слугувати проєкт «Світлофор», який реалізується на платі «Arduino» за допомогою світлодіодів червоного, жовтого та зеленого кольору. Схему програмують на циклічне перемикавання кольорів і можуть використовувати в різноманітних ігрових ситуаціях.

- Змагання і виставки (Competitions and Exhibitions, C&E): Організувати змагання з робототехніки, де учні можуть продемонструвати свої проєкти та боротися за першість у виконанні конкретних завдань. Це сприяє мотивації та стимулює конкурентний дух.

- Інтеграція з іншими предметами (Integration With Other Subjects, IWOS): Використати робототехнічні проєкти на уроках інформатики для набуття фундаментальних знань з інших предметів.

Наведемо приклад.

Клас: 6

Інтеграція: з географії – тема уроку: «Температура повітря», з інформатики – тема уроку: «Алгоритми в середовищі складання та виконання алгоритмів».

Мета уроку з географії: формувати

знання про температуру повітря, її зміну в часі і просторі, дати уявлення про причини, що зумовлюють ці зміни, розвивати вміння вибудовувати графік ходу температур, розраховувати амплітуду температур і середню температуру за певний час.

Мета уроку з інформатики: сформувати поняття програми, комп'ютерної програми, комп'ютерного середовища, виконання алгоритму, навчитись завантажувати проєкт у середовище програмування та ознайомитись із особливостями роботи програми mBlock.

Завдання з географії: виміряти температуру повітря в місці падіння прямих сонячних променів, у місці, захищеному від прямих сонячних променів, у різний час протягом доби. Вибудувати графік добового ходу температур, обчислити середньодобову температуру та добову амплітуду коливань температур.

Завдання з інформатики: запрограмувати схему на платформі «Arduino» з використанням температурного датчика та LCD екрана на визначення показника температури та виведення на екран з визначеною періодичністю.

На уроці географії відбувається формування в учнів знання про температуру повітря та причини її зміни. На уроках з інформатики діти опрацьовують поняття команд-блоків, виробляють уміння складати алгоритми і команди, що розвиває алгоритмічне мислення. Таке поєднання інформатики з іншими предметами сприятиме здійсненню інтегрованого підходу до навчання та продуктивному засвоєнню навчального матеріалу.

Упровадження цих методів на уроках інформатики зумовлює розвиток широкого спектра компетентностей та навичок, необхідних для успішної інтеграції учнів у сучасний світ технологій та науки. Це допомагає учням розвивати не лише технічні навички, але й критичне мислення, креативність, комунікативність та цифрову й інформаційну грамотність. Розглянемо більш докладно:

- критичне мислення і розв'язання проблем розвивають в учнів через аналіз проблем та розроблення ал-

горитмів для їхнього розв'язання за допомогою робототехніки;

- креативність і інноваційність досягають через експериментування з новими ідеями для STEM-проектів;
- комунікативність і співпраця зростають у процесі роботи в командах для створення робототехнічних проектів;
- цифрову грамотність розвивають у ході вивчення таких мов програмування, як Python, Scratch, спеціалізованого забезпечення для роботів (наприклад, Arduino IDE) та під час під'єднання і програмування різних сенсорів і контролерів;
- інформаційної грамотності можна досягнути в ході проведення учнівських досліджень, збирання інформації та розвитку навичок документування про процес створення робототехнічних проектів.

Упровадження STEM-проектів із робототехніки на уроках інформатики потребує дотримання певних дидактичних і методичних вимог, щоб забезпечити ефективність навчання та досягнення освітніх цілей. Розглянемо вимоги до кожного з методів:

- проблемне розв'язання задач.

Дидактичні вимоги:

- актуальність і реалістичність проблем: завдання мають бути пов'язані з реальними проблемами, які можна розв'язати за допомогою робототехніки;
- складність задач: задачі мають бути такими, що викликають інтерес у учнів і стимулюють їх до мислення, але не настільки складними, щоб викликати фрустрацію.

Методичні вимоги:

- чіткі інструкції та критерії оцінювання: надання учням зрозумілих інструкцій та критеріїв оцінювання їхньої роботи;
- підтримка і консультування: постійна підтримка та консультації з боку вчителя для допомоги у

розв'язанні проблем.

- Проектний метод.

Дидактичні вимоги:

- мета і результати навчання: чітке визначення цілей проекту і очікуваних результатів.
- Міждисциплінарність: інтеграція знань із різних предметів для реалізації проекту.

Методичні вимоги:

- планування і етапи проекту: розроблення докладного плану проекту з чітко визначеними етапами та термінами виконання;
- самооцінка і рефлексія: заохочення учнів до самооцінки та рефлексії щодо виконаної роботи.

- Ігровий підхід у навчанні.

Дидактичні вимоги:

- мотивація: ігрові завдання мають бути цікавими та мотивувальними для учнів;
- навчальна цінність: ігровий елемент не має зменшувати навчальну цінність завдання.

Методичні вимоги:

- збалансованість гри і навчання: гра має бути збалансованою з навчальним процесом, забезпечуючи досягнення навчальних цілей;
- правила і структура: чіткі правила гри і структура, яка підтримує навчальні цілі.

- Участь у змаганнях та виставках.

Дидактичні вимоги:

- практичне застосування знань: змагання та виставки мають дозволяти учням застосовувати знання і навички на практиці;
- розвиток компетентностей: змагання повинні сприяти розвиткові технічних навичок.

Методичні вимоги:

- підготовка та тренування: забезпечення учнів належною підготовкою та тренуванням перед участю у змаганнях;
- зворотний зв'язок: надання конструктивного зворотного зв'язку після змагань для вдосконалення навичок.

- Інтеграція з іншими предметами.

Дидактичні вимоги:

- міжпредметні зв'язки: чітке визначення, які предмети і теми будуть інтегровані;
- єдність навчального процесу: забезпечення єдності і логічної послідовності навчального процесу при інтеграції різних предметів.
- Учні мають досягти мети з кожного предмета.

Методичні вимоги:

- співпраця вчителів: ефективна співпраця між учителями різних предметів для планування і реалізації інтегрованих уроків;
- спільні проєкти: розроблення спільних проєктів, що охоплюють кілька предметів і дозволяють учням бачити зв'язок між різними науковими галузями.

Дотримання цих дидактичних та методичних вимог забезпечить ефективне впровадження STEM-проєктів із робототехніки на уроках інформатики, що сприятиме розвиткові в учнів необхідних знань, умінь та компетентностей.

З огляду на необхідність розв'язати проблему матеріально-технічного забезпечення STEM-проєктів робототехніки на уроках інформатики варто звернути увагу на вибір платформи контролера для створення роботів. Наразі є декілька найпопулярніших контролерів для використання у STEM-проєктах, а саме: «Raspberry Pi», «Arduino» та «Micro:bit».

Основна відмінність між ними полягає в їхньому призначенні та можливостях. Ардуїно – це плата мікроконтролера з відкритим вихідним кодом, розроблена для використання в електронних проєктах, тоді як Респберрі Пі – це невеликий недорогий одноплатний комп'ютер, призначений для використання як комп'ютер або медіацентр. Мікробіт – це невеликий програмований комп'ютер, розроблений для застосування в освіті та навчання базових навичок програмування. Arduino призначений для використання з апаратним забезпеченням, тоді як Raspberry Pi і Micro:bit призначені для роботи з програмним забезпеченням.

Крім того, Arduino найкраще підходить для проєктів, що потребують уведення та виведення в реальному часі, тоді як Raspberry Pi та Micro:bit краще підходять для проєктів, що вимагають виконання складніших завдань.

Для того, щоб надати перевагу якось контролерові, визначимо основні вимоги, яким він має відповідати:

- доступність та низька вартість. Тобто контролер повинен мати відносно низьку вартість порівняно зі схожими апаратними платформами та бути масовим продуктом із можливістю купівлі чи заміни зіпсованих екземплярів. За цим показником усі пристрої будуть однаково доступні, але найдешевший буде контролер «Arduino», найдорожчий – Raspberry Pi;
- сумісність та кросплатформність. Програмне забезпечення контролера повинно працювати на найбільш поширених операційних системах Windows, Macintosh OS X і Linux, а сам контролер повинен бути сумісний із іншим електронним обладнанням робототехніки: датчиками, сенсорами, електромоторами тощо. Контролер Micro:bit має велику кількість вбудованого обладнання, до Raspberry Pi можна під'єднати різноманітні модулі, проте ширший спектр периферійного обладнання має Arduino;
- середовище програмування з низьким порогом уходження. Середовище програмування повинно бути зрозуміле і простим для початківців, але при цьому досить гнучким і потужним для обізнаних користувачів, які можуть змінювати та доповнювати його за допомогою бібліотек. Micro:bit використовує власне онлайн-середовище програмування, схоже на Scratch або мову Python, Raspberry Pi – програмується за допомогою Python та C++, для прошивки Arduino можна використати мову середовища mBlock чи програмне забезпечен-



ня Arduino IDE з мовою програмування C++;

- відкритість та підтримка апаратного забезпечення. Тобто можливість створення власної версії пристроїв від розробників на основі наявних та вчасне отримання підтримки від педагогічної та технічної спільноти, що працює з цим типом контролера. За зазначеним критерієм на основі плат «Arduino», «Micro:bit» та «Raspberry Pi» можна створити багато STEM-проектів та отримати допомогу з розв'язання технічних проблем, проте Arduino краще використовувати для простих повторюваних завдань: відкривання та закривання дверей гаража, зчитування зовнішньої температури, керування простим роботом. Raspberry Pi та Micro:bit найкраще застосовувати, коли вам потрібен повноцінний комп'ютер: керувати складнішим роботом, проводити інтенсивні обчислення.

Не дивно, що 54 % STEM-проектів робототехніки створені на базі контролера «Ардуіно», який був розроблений у Ivrea Interaction Design Institute для аматорського конструювання учнів, що не мають досвіду в електроніці та є початківцями в програмуванні (Струтинська О. В., 2020, с. 226).

Крім основної лінійки «Arduino», є також інші сумісні мікроконтролери, зокрема «Arduino Nano», «Arduino Uno», «Arduino Mega» тощо, що дає можливість обрати платформу залежно від потреб проекту. «Arduino» має простий та легкий у використанні інтерфейс. Його платформа базується на мові програмування C++, що відома та широко застосовується. Контролер підтримує велику кількість розширюваних модулів та додаткових сенсорів, що дозволяє створювати роботів із різним функціоналом та можливостями. На Arduino доступні різноманітні готові бібліотеки, які спрощують програмування та використання додаткових модулів, таких, як мотори, сенсори, дисплеї тощо. Платформа та її компоненти є досить дешевими та до-

ступними, що робить набори для роботи з «Arduino» вигідним вибором для закладів освіти. Контролер має велику спільноту користувачів та розвинену інфраструктуру, зокрема форуми, документацію та відкритий вихідний код. Це дозволяє отримати швидко підтримку та допомогу в розв'язанні проблем.

У цілому мікроконтролери «Arduino» є потужним та ефективним інструментом для створення роботів як для початківців, так і для досвідчених розробників. Вони надають широкі можливості та спрощують процес розроблення завдяки своїм перевагам та розвиненій спільноті користувачів.

Отже, запровадження та вивчення робототехнічних STEAM-проектів на базі контролера «Arduino» на уроках інформатики може стати важливим кроком на шляху формування і розвитку в учнів основ науково-дослідницької діяльності, популяризації науково-технічних професій. Це відповідає поданій на сайті «Інституту модернізації змісту освіти» меті впровадження STEM-освіти, що сприяє можливості успішного працевлаштування учнів чи продовження освіти після школи. Для реалізації оголошених цілей так само є потреба в застосуванні в ході освіти більш різноманітних та технічно складних навичок, наприклад, під час програмування контролерів, створення роботів тощо.

Таким чином, запровадження на уроках інформатики STEM-проектів робототехніки на базі контролера «Arduino» сприяє стимулюванню інтересу та набуттю фундаментальних знань у галузях інформатики, математики, фізики та інших природничих наук, які є основою для подальшої роботи у сфері інженерії та комп'ютерних технологій. Учні набувають практичний досвід через створення STEM-проектів та участь у конкурсах, знання професійних інструментів та технологій, а саме володіння сучасними програмними та апаратними інструментами, що використовують в інженерній практиці та програмуванні. При цьому відбувається розвиток аналітичних навичок та вміння аналізувати складні інженерні та програмні завдання, виявляти проблеми та розробляти ефектив-

ні рішення. Співпраця з іншими учнями в ході створення STEM-проектів розвиває комунікаційні навички, що є важливими для успішної роботи в сучасних технічних командах. До того ж відбувається стимулювання творчого мислення, інноваційної діяльності, розширення творчого потенціалу учнів та вміння шукати нові, нестандартні рішення для розв'язання технічних проблем. Учні вчаться самоорганізації та самостійності, ефективного керування своїм часом та ресурсами, бути самостійними в пошуку інформації та виконанні завдань. Усе це допомагає ліпше підготуватися до професійного життя з урахуванням аспектів, пов'язаних з етикою роботи, стандартами, а також навичок кар'єрного розвитку та здатністю адаптуватися до змін у сфері технологій. Ці аспекти в сукупності допоможуть підготувати учнів до вибору успішної кар'єри та внесення вкладу в розвиток сучасного технологічного світу.

**Висновки.** У процесі теоретико-методологічного дослідження, метою якого було висвітлення складників і специфічних особливостей використання мікроконтролерів «Arduino» для створення роботів, виконано такі завдання.

Досліджено умови використання робототехнічних проектів на уроках інформатики. Визначено основні методичні рекомендації, що стануть у пригоді в ході впровадження STEM у навчання.

Запропоновано методи застосування STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики, які сприяють підвищенню зацікавленості та мотивації учнів, розвитку критичного мислення та навичок розв'язання проблем реального життя, а також допомагають в підготовці до майбутньої кар'єри та розвитку соціальних навичок комунікації.

Проаналізовано вибір платформи контролера для створення роботів на уроках інформатики. Окреслено вимоги для контролера, якого оптимальніше застосувати в STEM-проектах робототехніки, та визнано, що плата «Arduino» є ефективним і досить простим в освоєнні інструментом, що затребуваний як для початківців, так і для досвідчених розробників. Досліджені в розвідці складники та специфічні особливості контролера «Arduino» визначають переваги його використання для створення STEM-проектів робототехніки на уроках інформатики.

**Подальші дослідження** спрямовуватимемо на вироблення рекомендацій для вчителів інформатики з розроблення методичних підходів до робототехнічних проектів, зокрема для вивчення організації навчального процесу та залучення учнів до створення роботів у рамках упровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта. – 2017. – № 2(12). – С. 26–30.
2. Барна О. В., Балик Н. Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі / О. В. Барна, Н. Р. Балик // STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів I регіональної науково-практичної веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р. – Тернопіль : ТОКІППО, 2017. – С. 3–8.
3. Використання платформи Arduino у підготовці вчителів інформатики за принципами STEM навчання / Л. С. Шевченко, В. О. Уманець, Б. М. Розпутня // Open educational e-environment of modern University. 2023. – Вип. 15. – С. 130–138. – Режим доступу DOI :<https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.1510>.
4. Доценко С. О. Прийоми активізації творчої діяльності учнів в умовах STEM-освіти / С. О. Доценко // Професійна освіта : методологія, теорія та технології. – 2016. – Вип. 4. – С. 32–46.
5. Крамаренко Т. Г., Банада О. С. Робототехніка як напрямок STEM-освіти та її зв'язок з математикою / Т. Г. Крамаренко, О. С. Банада // Вісник Міжнародного дослідного

центру «Людина: мова, культура, пізнання» : наук. журн. / за заг. ред. В. В. Корольського. – Кривий Ріг, 2018. – Т. 42. – С. 90–99.

6. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти / Н. В. Морзе, О. В. Струтинська, М. А. Умрик // Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. – 2018. – Вип. 5. – С. 178–187. – Режим доступу : DOI : <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.178187>

7. Розкриття компетентнісного потенціалу математичної освітньої галузі в умовах реалізації стратегії нової української школи / Н. А. Махровська, Г. С. Погромська, Е. К. Рогожинська // Вересень. – 2023. – № 4(99). – С. 64–74.

8. Саєнко М. С., Лобач Н. В. Реалізація принципів STEM-освіти на уроках інформатики у загальноосвітніх закладах / М. С. Саєнко, Н. В. Лобач // Наукові записки. – Серія : Педагогічні науки. – 2019. – Вип. 174– С. 212–216.

9. Струтинська О. В. Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки в закладах середньої освіти : Монографія / О. В. Струтинська. – Київ, 2020. – 505 с.

10. Упровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах: методичний аспект / О. Патрикєєва, І. Василенко, О. Лозова, С. Горбенко // Рідна школа. – 2017. – № 9–10. – С. 90–95.

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

## THE IMPLEMENTATION PECULIARITIES OF STEM ROBOTIC PROJECTS VIA THE «ARDUINO» CONTROLLERS IN IT CLASSES

**Koshovyi Vitalii,**

*educator of Center of digital education and media culture*

*Mykolaiv In-Service Teacher Training Institute*

*4-a Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine*

*vitalii.koshovyi@moippo.mk.ua*

*The methodological article is dedicated to the implementation of STEM robotic projects based on Arduino controllers in IT lessons in Ukraine's educational establishments. It has been outlined the peculiarities of the organization process of the implementation of robotics as one of the directions of STEM education. Moreover, it has been delineated the scope of issues that are to be solved during the introduction of robotics into the school curriculum for pupils' training.*

*The author investigates the conditions of usage for robotics-related projects in IT lessons. The paper defines the methods that encourage creative activity, motivation, and interest in studying among pupils when they make up the STEM-robotics projects in IT classes. It has also been analysed that the controllers are the platforms for creating robots in IT lessons, and the author proposes to opt for «Arduino» as a basis for constructing robotic systems. The article clarifies that according to the conception of the New Ukrainian School, the introduction of STEM education into the educational process has to become an instrument of a significant expansion of the teacher's capabilities as well as the formation of essential technological competences in students. It has been proven that robotics as a unit of STEM education is a universal means for usage in IT classes for children of different ages since it enables revealing the technical inclinations of students and developing them at early stages; moreover, it stimulates the development of communicative and analytical skills as well as the abilities to*

*analyse engineering and programming tasks, find out the problems, and work out effective solutions. For the first time, the author of the paper gives recommendations concerning the choice and use of the instruments for achieving the aims and increasing the effectiveness while making use of the STEM robotics projects during the process of teaching IT via the «Arduino» controllers. The work may be of interest to the teachers of IT, mathematics, natural sciences, and the technologies that help implement the elements of STEM education into educational projects.*

**Keywords:** *Arduino; digital technologies; robotics; STEM.*

## REFERENCES

1. Balyk, N. R. & Shmyher, H. P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM education]. *Fizyko-matematychna osvita*, 2(12), 26–30 (ukr).
2. Barna, O. V. & Balyk, N. R. (2017). Vprovadzhennia STEM-osvity u navchalnykh zakladakh: etapy ta modeli [Implementation of STEM education in educational institutions: stages and models]. *STEM-osvita ta shliakhy yii vprovadzhennia v navchalno-vykhovnyi protses*. Ternopil: TOKIPPO, 3–8 (ukr).
3. Dotsenko, S. O. (2016). Priomy aktivizatsii tvorchoi diialnosti uchniv v umovakh STEM-osvity [Techniques for activating students' creative activity in the context of STEM education]. *Profesiina osvita: metodolohiia, teoriia ta tekhnolohii*. Vyp. 4, 32–46 (ukr).
4. Kramarenko, T. H. & Banada, O. S. (2018). Robototekhnika yak napriamok STEM-osvity ta yii zviazok z matematykoiu [Robotics as a direction of STEM education and its connection with mathematics]. *Visnyk Mizhnarodnoho doslidnoho tsentru «Liudyna: mova, kultura, piznannia»* (Ed. V. V. Korolskoho). Kryvyi Rih. T. 42, 90–99 (ukr).
5. Makhrovska, N. A., Pohromska, H. S. & Rohozhynska, E. K. (2023). Rozkryttia kompetentnisnogo potentsialu matematychnoi osvitnoi haluzi v umovakh realizatsii stratehii novoi ukrainskoi shkoly [Disclosure of the competence potential of the mathematical educational field in the context of the implementation of the strategy of the new Ukrainian school]. *Veresen*, 4(99), 64–74 (ukr).
6. Morze, N. V., Hladun, M. A. & Dziuba, S. M. (2018). Formuvannia kliuchovykh i predmetnykh kompetentnostei uchniv robototekhnichnymy zasobamy STEM-osvity [Formation of key and subject competencies of students with robotic means of STEM education]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*. Kyiv. Tom 65, 3, 37–52 (ukr).
7. Morze, N. V., Strutynska, O. V. & Umryk, M. A. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity [Educational robotics as a promising direction for the development of STEM education]. *Vidkryte osvitnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu*. Vyp. 5, 178–187. Retrieved from: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.178187> (ukr).
8. Patrykeieva, O., Vasylashko, I., Lozova, O. & Horbenko, S. (2017). Uprovadzhennia STEM-osvity u zahalnoosvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh: metodychnyi aspekt [Implementation of STEM education in general and extracurricular educational institutions: methodological aspect]. *Ridna shkola*, 9–10, 90–95 (ukr).
9. Saienko, M. S. & Lobach, N. V. (2019). Realizatsiia pryntsyviv STEM-osvity na urokakh informatyky u zahalnoosvitnikh zakladakh [Implementation of the principles of STEM education in computer science classes in secondary schools]. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedagogichni nauky*. Vyp. 174, 212–216 (ukr).
10. Shevchenko, L. S., Umanets, V. O. & Rozputnia, B. M. (2023). Vykorystannia

platformy Arduino u pidhotovtsi vchyteliv informatyky za pryntsypany STEM navchannia [Using the Arduino platform in the training of computer science teachers according to the principles of STEM education]. Open educational e-environment of modern University. Vyp. 15, 130–138. Retrieved from: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.1510> (ukr).

11. Strutynska, O. V. (2020). *Teoretyko-metodychni zasady pidhotovky maibutnikh uchyteliv informatyky do navchannia osvitnoi robototekhniky v zakladakh serednoi osvity* [Theoretical and methodological principles of training future informatics teachers to teach educational robotics in secondary education institutions]. Kyiv (ukr).