



УДК 37.091.33:004.9

[https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-5\(47\)-5222-5237](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2026-5(47)-5222-5237)

Чемерис Ольга Анатоліївна кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри алгебри та геометрії, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0002-7099-1095>

Мельник Анна Віталіївна кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Житомирський державний університет імені Івана Франка, м. Житомир, <https://orcid.org/0000-0001-7983-3598>

STEM-ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ: ПРАКТИЧНИЙ ВИМІР

Анотація. У статті обґрунтовано теоретико-методологічні та практичні засади інтеграції дискретної математики в систему міждисциплінарного навчання. Особливу увагу приділено потенціалу використання дискретних структур як фундаментальної основи для реалізації прикладних STEM-проектів із залученням доступної апаратно-програмної платформи Arduino. Авторами проаналізовано сучасні наукові джерела, вітчизняні та закордонні освітні ініціативи, а також навчальні плани провідних українських університетів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Дослідження підтверджує, що знання дискретної математики є критично важливим для підготовки майбутніх інноваторів та лідерів в умовах стрімкої диджиталізації та розвитку штучного інтелекту.

У роботі детально розкрито міждисциплінарний характер дискретної математики та систематизовано її ключові розділи (математична логіка, теорія множин, комбінаторика, теорія графів, теорія автоматів і алгоритмів) за рівнями їхньої релевантності та прикладного застосування в STEM-галузях. Визначено базовий спектр професійних навичок, які розвиваються під час вивчення цієї дисципліни, зокрема: логічне, абстрактне, аналітичне та обчислювальне (алгоритмічне) мислення.

Практична цінність дослідження полягає в описі досвіду інтеграції теоретичного матеріалу з інженерним складником на базі платформи Arduino, що базується на спрощеному фреймворку мови C/C++. Наведено конкретні приклади проектних завдань, успішно реалізованих здобувачами освіти (кодовий замок, робот у лабіринті, система автополиву). Детально



розібрано методика поєднання логічних схем, булевої алгебри та комбінаторних принципів із практичним програмуванням мікроконтролерів для створення цифрових пристроїв. Окреслено основні проблеми впровадження такого підходу, як-от брак підготовки вчителів та обмеження навчальних планів, і запропоновано стратегії їхнього подолання.

Ключові слова: дискретна математика; STEM-освіта; платформа Arduino; мікроконтролер; обчислювальне мислення; комбінаторика; логічні вентиля; проєктне навчання.

Chemerys Olha PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Algebra and Geometry, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0002-7099-1095>

Melnyk Anna PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Information Technologies, Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, <https://orcid.org/0000-0001-7983-3598>

STEM TOOLS FOR DISCRETE MATHEMATICS: A PRACTICAL PERSPECTIVE

Abstract. This article substantiates the theoretical, methodological, and practical foundations for integrating discrete mathematics into an interdisciplinary education system. Particular attention is paid to the potential of using discrete structures as a fundamental basis for implementing applied STEM projects using the accessible Arduino hardware and software platform. The authors analyze contemporary scientific sources, domestic and international educational initiatives, as well as the curricula of leading Ukrainian universities in the field of Computer Science (Specialty 122). The study confirms that knowledge of discrete mathematics is critically important for training future innovators and leaders in the context of rapid digitalization and the development of artificial intelligence.

The paper details the interdisciplinary nature of discrete mathematics and systematizes its key sections (mathematical logic, set theory, combinatorics, graph theory, and the theory of automata and algorithms) according to their levels of relevance and practical application in STEM fields. It identifies the core set of professional skills developed through the study of this discipline, specifically: logical, abstract, analytical, and computational (algorithmic) thinking.

The practical value of this study lies in its description of the experience of integrating theoretical material with engineering components using the Arduino platform, which is based on a simplified C/C++ framework. Specific examples of project tasks successfully implemented by students are provided (a combination



lock, a robot in a maze, and an automatic irrigation system). The methodology for combining logic circuits, Boolean algebra, and combinatorial principles with practical microcontroller programming to create digital devices is discussed in detail. The main challenges of implementing this approach, such as a lack of teacher training and limitations in the curriculum, are outlined, and strategies for overcoming them are proposed.

Keywords: discrete mathematics; STEM education; Arduino platform; microcontroller; computational thinking; combinatorics; logic gates; project-based learning.

Постановка проблеми. Сучасний світ вимагає від фахівців володіння міждисциплінарними навичками, що зумовлює необхідність інтеграції різних предметних областей у навчальному процесі. STEM-освіта, яка об'єднує науку, технологію, інженерію та математику, спрямована на підготовку студентів до вирішення складних та реальних проблем [1, 2]. Дискретна математика, що вивчає математичні структури, які є відокремленими та розрізненими, набуває все більшого значення в сучасному технологічно розвиненому світі. Основні розділи дискретної математики охоплюють широкий спектр тем. До них належать теорія множин та алгебраїчних систем, математична логіка, теорія графів, теорія автоматів і формальних граматики, теорія алгоритмів, а також теорія кодування, теорія чисел, комбінаторні обчислення та рішення дискретних екстремальних задач [3]. З огляду на її тісний зв'язок з інформатикою та програмуванням, дискретну математику часто називають комп'ютерною математикою [4]. Вона вивчає властивості математичних об'єктів дискретного характеру і є теоретичною основою комп'ютерних наук, охоплюючи такі розділи, як функції алгебри логіки, множини і відношення, комбінаторний аналіз, теорія графів, дерева та їхні застосування, основи теорії кодування, теорія чисел і основи криптографії, формальні мови, граматики та автомати, машини Тьюрінга. Широкий перелік розділів, таких як теоретична інформатика, теорія інформації, логіка, ймовірності, алгебра, дискретний аналіз, геометрія, топологія, дослідження операцій, теорія ігор, дискретизація та дискретні аналоги неперервної математики, також входять до складу дискретної математики, що підкреслює її міждисциплінарний характер [5].

Її основні галузі надають універсальний набір інструментів, які можна застосовувати до різних STEM-завдань, адже цей розділ математики вивчає дискретні структури, тому є фундаментальним для розуміння цифрових систем та алгоритмів, які є центральними для інформатики та багатьох інженерних дисциплін у STEM-освіті [2]. Тому актуальним є розгляд



питання про потенціал дискретної математики як основи для STEM-проектів.

У сфері програмування дискретна математика є необхідною для розробки та аналізу алгоритмів. Вона допомагає в оптимізації коду та є важливою для роботи з базами даних. Сучасні інформаційні технології активно використовують математичні інструменти, зокрема з дискретної математики, для розробки програмного забезпечення. Дискретна математика також відіграє ключову роль у таких галузях, як штучний інтелект, машинне навчання та наука про дані. Розробка алгоритмів, створення програмного забезпечення та систем штучного інтелекту є конкретними прикладами взаємодії ІТ та математики, де дискретна математика є незамінною [6].

Arduino, як доступна платформа з відкритим вихідним кодом для електроніки, надає можливість для практичного навчання в STEM, поєднуючи абстрактні концепції з відчутними застосуваннями [7]. Arduino базується на простому у використанні апаратному та програмному забезпеченні, яка широко застосовується в STEM-освіті та розробці проектів. Початкове створення Arduino як інструменту для студентів без попереднього досвіду в електроніці чи програмуванні підкреслює її фундаментальну прихильність до зручності користування. Простота платформи та орієнтація на доступність для осіб без технічної підготовки була свідомою метою з моменту її створення, що відрізняло її від складніших мікроконтролерних платформ [8]. Розуміння зв'язку між дискретною математикою, STEM-освітою та Arduino є важливим для ефективної підготовки майбутніх фахівців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження та публікації підкреслюють важливість дискретної математики в різних STEM-галузях. Комбінаторика, наприклад, є основою для розробки ефективних алгоритмів, оптимізації та аналізу даних в інформатиці та інших сферах (серія робіт "Мистецтво програмування" Дональда Кнута є фундаментальними в цій галузі) [9]. Теорія графів знаходить застосування в моделюванні мереж, аналізі соціальних зв'язків, проектуванні комп'ютерних схем та оптимізації маршрутів. Іменні алгоритми належать авторству Едсгера Дейкстри, Роберта Пріма, Джозефа Крускала тощо [10]. Логіка є основою інформатики та сприяє розвитку навичок критичного мислення, необхідних у всіх STEM-дисциплінах. Початкові дослідження належать Джону Дьюї [11]. Взагалі, проекте навчання має довгу історію з різними авторами. Виокремимо Вільяма Херда Кілпатрика з його «Методом проектів» (початок 20-го століття), який заклав фундаментальні ідеї про навчання через участь у реальних проектах [12]. Більш сучасні дослідники продовжують вдосконалювати його методологію.



Оскільки дискретна математика є теоретичною основою комп'ютерних наук, то її фундаментальна роль охоплює більшість областей програмування та інформатики, включаючи алгоритми, комп'ютерні системи, комп'ютерну архітектуру, комп'ютерну безпеку, бази даних, розподілені системи, функціональне програмування, операційні системи, машинне навчання та мережі. Три основні гілки програмної інженерії – алгоритми, програми та структури даних – виходять саме з дискретної математики [3].

Мета статті – проаналізувати наявні дослідження щодо інтеграції дискретної математики, STEM-освіти та Arduino; розкрити потенціал дискретної математики як фундаментальної основи для STEM-проектів.

Виклад основного матеріалу. У сфері програмування дискретна математика є необхідною для розробки та аналізу алгоритмів [13]. Вона допомагає в оптимізації коду та є важливою для роботи з базами даних. Сучасні інформаційні технології активно використовують математичні інструменти, зокрема з дискретної математики, для розробки програмного забезпечення [5].

Дискретна математика також відіграє ключову роль у таких галузях, як штучний інтелект (ШІ), машинне навчання та наука про дані. Розробка Готлобом Фреге логіки першого порядку забезпечила більш виразну систему формалізації міркувань, яка мала вплив на дослідження ШІ у сфері представлення знань та автоматизованого міркування. Роботи Алана Тьюринга з обчислюваності та формальної логіки, зокрема його концепція машини Тьюринга, є фундаментальними для теоретичних основ ШІ [14].

Існують освітні ініціативи, такі як Discrete Math Project, спрямовані на розширення участі в STEM шляхом інтеграції дискретної математики в навчальні програми [15]. Проєкт Ohio Department of Education Discrete Math/Computer Science є прикладом формального щодо поєднання цих дисциплін [16]. Літні дослідницькі програми, такі як DIMACS REU, підтримують міждисциплінарні проєкти, що часто включають дискретну математику [17].

Незважаючи на значний потенціал, інтеграція дискретної математики в STEM-проєкти стикається з певними труднощами. До них належать брак підготовки вчителів, обмеження навчального плану та розбіжності між стандартами математики та природничих наук. Проте, існують стратегії подолання цих перешкод шляхом професійного розвитку вчителів та розробки відповідних навчальних матеріалів [18].

Останні дослідження підкреслюють значний потенціал Arduino в STEM-освіті, особливо у контексті покращення обчислювального мислення та практичного розуміння концепцій [19]. Бібліометричні аналізи показують



зростання популярності використання Arduino в освітніх цілях, зокрема для проведення фізичних експериментів та розвитку навичок обчислювального мислення [20]. Систематичні огляди виявляють, що проблемно-орієнтоване навчання є найбільш релевантною методологією для інтеграції Arduino в STEM-предмети на рівні початкової освіти. Існують дослідження, що демонструють позитивний вплив Arduino на розвиток логічного мислення, креативності, а також на мотивацію та загальну успішність учнів. Однак, незважаючи на наявні дослідження щодо використання Arduino як інструменту навчання в STEM, менше уваги приділяється явній інтеграції та дослідженню зв'язку з конкретними темами дискретної математики, окрім логічних вентилів [21].

Хоча Arduino – це проект з відкритим вихідним кодом, в якому бере участь велика спільнота, у його створенні та постійному розвитку брали участь ключові особи та організації. Насправді мова йде не про одного «автора» сучасних розробок, а про ключових учасників та основну команду [22].

Проект Arduino був започаткований в Івреа, Італія, Массімо Банзі, Девідом Куартієллесом, Томом Ігое, Джанлукою Мартіно та Фердінандо ді Піппо [23]. Вони створили його як інструмент для студентів Інституту інтерактивного дизайну в Івреа, маючи на меті забезпечити просту у використанні платформу для створення інтерактивних проектів. Їхня початкова робота заклала основу для широкого застосування Arduino для освіти. Обличчям Arduino є Массімо Банзі, який відіграв вирішальну роль у його популяризації і продовжує брати участь у розробці та управлінні цим проектом. Його увага до зручності та доступності для користувачів стала ключем до успіху Arduino в STEM-освіті. Девід Куартієльєс (співзасновник) також брав активну участь у проекті, особливо на початковому етапі та у розвитку спільноти Arduino.

З часом проект Arduino перетворився на Arduino Foundation (некомерційну організацію) та Arduino SRL (компанію). Обидві організації роблять свій внесок у розробку апаратного та програмного забезпечення (наприклад, Arduino IDE), освітніх ресурсів та загальної екосистеми. Ці організації несуть колективну відповідальність за багато сучасних розробок, спрямованих на STEM-освіту, включаючи нові плати з розширеними можливостями та навчальні матеріали.

Значною частиною успіху Arduino, особливо в STEM, є велика і активна спільнота користувачів, викладачів і розробників. Вони створюють бібліотеки, навчальні посібники, ідеї проектів та активно підтримують один одного. Ці спільні зусилля постійно розширюють межі можливого з Arduino в освітньому середовищі. Багато викладачів і розробників навчальних



програм по всьому світу створили ресурси, плани уроків і проекти, спеціально розроблені для використання Arduino в STEM-навчанні. Хоча вони не є частиною основної команди розробників Arduino, їхня робота має вирішальне значення для впровадження Arduino в навчальний процес і підвищення його ефективності в освітніх цілях. Відкритий характер Arduino означає, що багато людей і груп роблять свій внесок у його розвиток, що робить його динамічною платформою для STEM-освіти, яка постійно вдосконалюється.

Аналіз навчальних планів провідних українських університетів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» підтверджує важливість дискретної математики, яка є обов'язковою дисципліною для студентів [24].

Таблиці 1 та 2 наочно демонструють, що дискретна математика є ключовим елементом навчальних планів для майбутніх фахівців у галузі комп'ютерних наук в Україні.

Таблиця 1

**Основні розділи дискретної математики
та їхня релевантність до галузей STEM**

<i>Розділ дискретної математики</i>	<i>Короткий опис</i>	<i>Ключові застосування в STEM</i>
Логіка	Вивчення міркувань та істинності тверджень	Штучний інтелект (міркування), проектування схем
Теорія множин	Вивчення колекцій об'єктів	Проектування баз даних, формальні специфікації
Теорія графів	Вивчення відносин між об'єктами	Аналіз мереж (соціальних, комп'ютерних), моделювання молекул, логістика
Комбінаторика	Вивчення підрахунку та впорядкування об'єктів	Теорія ймовірностей, аналіз складності алгоритмів, криптографія
Теорія чисел	Вивчення властивостей цілих чисел	Криптографія, теорія кодування
Теорія автоматів	Вивчення абстрактних машин та їхніх обчислень	Компілятори, формальні мови



<i>Розділ дискретної математики</i>	<i>Короткий опис</i>	<i>Ключові застосування в STEM</i>
Теорія алгоритмів	Вивчення проектування та аналізу послідовностей кроків для розв'язання задач	Розробка програмного забезпечення, аналіз ефективності

Таблиця 2

Навички, що розвиваються при вивченні дискретної математики, та їх значення в STEM

<i>Навичка, що розвивається</i>	<i>Опис</i>	<i>Значення для STEM-спеціальностей</i>
Логічне мислення	Здатність мислити крок за кроком та робити обґрунтовані висновки	Розробка програмного забезпечення (відлагодження), наукові дослідження
Абстрактне мислення	Здатність розуміти та оперувати абстрактними поняттями та структурами	Математичне моделювання, розуміння складних систем
Розв'язання проблем	Здатність аналізувати проблеми та розробляти ефективні рішення	Інженерне проектування, наукові дослідження
Алгоритмічне мислення	Здатність проектувати та аналізувати послідовності кроків для розв'язання задач	Програмування, оптимізація процесів
Аналітичні навички	Здатність розкладати складні проблеми на менші частини та критично їх аналізувати	Аналіз даних, розробка експериментів

Постійна еволюція Arduino для адаптації до нових потреб демонструє її незмінну актуальність у швидко мінливому технологічному світі [23]. Первинний успіх Arduino призвів до її впровадження ширшою спільнотою, що спричинило адаптації та розширення за межі простих 8-бітних плат. Платформа тепер пропонує продукти для різноманітних застосувань, таких як IoT, носимі пристрої, 3D-друк та вбудовані системи. Ця еволюція демонструє здатність Arduino залишатися актуальним інструментом для STEM-проектів у різних технологічних досягненнях та нових галузях.



В основі мови програмування Arduino лежить спрощений фреймворк, побудований на базі потужної та широко використовуваної мови програмування C/C++ [22]. Хоча її часто називають "мовою Arduino", насправді це C++ з набором бібліотек та певним попереднім опрацюванням, що здійснюється IDE для спрощення процесу кодування, особливо для початківців. Це означає, що користувачі отримують переваги потужності та гнучкості C++, будучи при цьому захищеними від деяких її складнощів на початковому етапі. Велика бібліотека Arduino надає готовий код для виконання поширених завдань, таких як взаємодія з датчиками та виконавчими механізмами, усуваючи необхідність складного низькорівневого програмування [23]. Ці абстракції дозволяють користувачам зосередитися на високорівневій логіці своїх проєктів, а не на складних деталях апаратної взаємодії, що значно знижує поріг входу. Початківці можуть використовувати ці бібліотеки для швидкого прототипування та експериментів без необхідності глибоких знань архітектури мікроконтролерів або низькорівневих протоколів програмування.

Дискретна математика та апаратна платформа Arduino можуть доповнювати один одного, дозволяючи створювати цікаві та корисні проєкти. Наведемо кілька способів, як можна поєднати знання з дискретної математики та проєкти Arduino (див. табл. 3):

Таблиця 3

Практичний зміст розділів дискретної математики на платформі Arduino

<i>Розділ дискретної математики</i>		<i>Реалізація на Arduino</i>
Логічні схеми та цифрова електроніка	Булева алгебра	Arduino можна обрати для реалізації логічних вентилів (AND, OR, NOT, XOR) та створення комбінаційних схем. Схеми можна проєктувати та тестувати на основі таблиць істинності та булевих виразів.
	Скінченні автомати	Проєкти для моделювання скінченних автоматів, наприклад, автоматичних дверей, світлофорів або систем керування. Arduino можна використовувати для реалізації станів та переходів автомата.



<i>Розділ дискретної математики</i>		<i>Реалізація на Arduino</i>
Комбінаторика та алгоритми	Генерація комбінацій та перестановок	Використання Arduino для генерації комбінацій або перестановок елементів, наприклад, для створення кодових замків або генераторів випадкових чисел.
	Алгоритми пошуку та сортування	Можна використовувати алгоритми пошуку (зокрема, бінарний пошук) або сортування (наприклад, сортування бульбашкою) на Arduino. Використовувати слід датчики для збору даних та застосовувати алгоритми для їх обробки.
Теорія графів	Маршрутизація та навігація	Проекти, які використовують алгоритми теорії графів для пошуку найкоротшого шляху, наприклад, для керування роботом, що доставляє товар, або для навігації в лабіринті.
	Мережеві проекти	Прості мережеві проекти, де вузли мережі представляють собою Arduino-пристрої, а зв'язки між ними – комунікаційні канали.
Дискретні структури даних	Списки, стеки та черги	Реалізація базових структур даних (списки, стеки, черги тощо) на Arduino. Використання їх для зберігання та обробки даних, отриманих з датчиків.

Поєднання дискретної математики та проектів Arduino дозволяє не тільки поглибити розуміння теоретичних концепцій, але й застосувати їх на практиці, створюючи корисні та цікаві пристрої. Наведемо приклади проектів на Arduino, які були практично реалізовані здобувачами освітньо-професійної програми «Сучасні інформаційні технології та програмування» на вибірковій освітній компоненті «Основи робототехніки»: кодовий замок (комбінаторика); робот, що рухається лабіринтом (алгоритм пошуку шляху); система автоматичного поливу (скінченний автомат); метеостанція (алгоритми сортування) тощо [24].

Наприклад, Arduino можна використовувати для реалізації логічних вентилів та комбінаційних схем. Оскільки мова Arduino підтримує стандартні логічні оператори C++: `&&` (AND – логічне «і»), `||` (OR – логічне «або»), `!` (NOT – «ні»), то ці оператори можна використовувати для реалізації логічних вентилів у коді, зокрема:



```
bool andGate(bool a, bool b) {  
    return a && b;  
}
```

Комбінуючи логічні вентиля, можна створювати складніші комбінаційні схеми, зокрема, можна створити схему, яка підтримує функцію суматора або дешифратора. Для цього необхідно скласти таблицю істинності, на основі якої вивести булевий вираз, а потім запрограмувати його в Arduino.

Проектне завдання 1. Реалізувати додавання двох чисел за допомогою плати Arduino UNO (можна використовувати змінні, аналогові входи, цифрові виводи тощо). Щоб скласти суматор з використанням аналогових входів: для цього нам знадобляться, наприклад, два потенціометри для подачі аналогових сигналів на Arduino.

За схемою зчитуємо аналогові значення з потенціометрів, зберігаємо його в змінних та обчислюємо суму значень з обох потенціометрів та зберігаємо її в змінній *sum*. Командою `if (sum > 1023) { sum = 1023; }` – обмежуємо значення суми максимальним значенням 1023, оскільки аналоговий вхід Arduino має 10-бітну роздільну здатність ($2^{10} = 1024$ значення, від 0 до 1023).

Далі можна завантажити код в Arduino IDE, відкрити монітор послідовного порту (Serial Monitor) в Arduino IDE та обернути ручки потенціометрів. Ми будемо спостерігати за зміною значень в моніторі послідовного порту. Цей код дозволить нам зчитувати аналогові значення з двох потенціометрів, обчислювати їх суму та виводити результати в послідовний порт Arduino IDE.

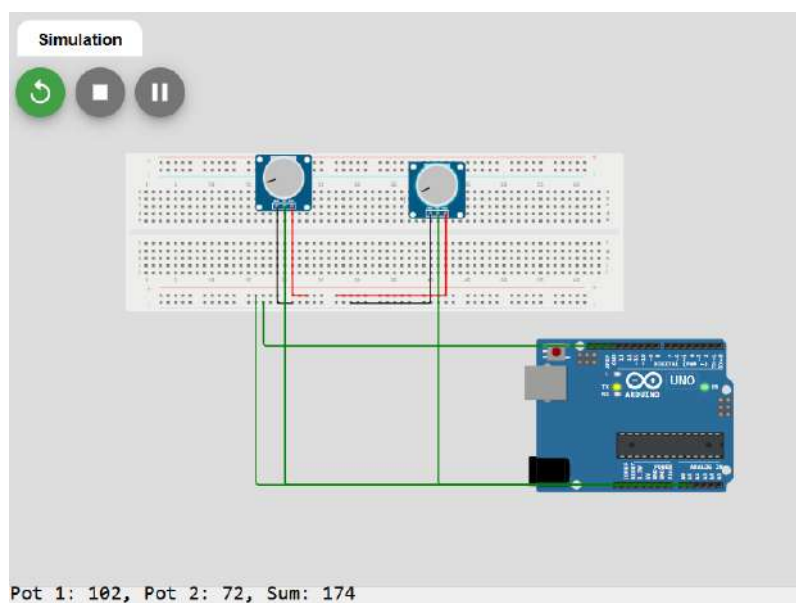


Рис. 1. Реалізація в симуляторі Wokwi



Проектне завдання 2. Реалізувати кодовий замок за допомогою Arduino.

Один з підходів для реалізації є поєднання логіки створення кодового замка з базовим використанням комбінаторики для розуміння кількості можливих комбінацій, адже кодовий замок – це послідовність цифр. Arduino порівнюватиме введену послідовність із заздалегідь визначеним кодом. Комбінаторика тут використовується для розуміння, скільки різних кодів можна створити, що важливо для оцінки безпеки замка.

Наприклад, наш код складається з 4 цифр, тому якщо порядок цифр має значення (а в кодовому замку, зазвичай, має, то кількість можливих комбінацій обчислюється як: $10^4 = 10\,000$. Якщо будемо використовувати лише певні цифри, або дозволяєте повторення, або повтори виключено, формула для обчислення може змінюватися.

Практична реалізація передбачає перелік необхідних компонент Arduino. Це можуть бути, наприклад: плата Arduino Uno, матрична клавіатура 4x4 (або окремі кнопки), рідкокристалічний дисплей (LCD) 16x2 (опціонально, для виведення підказок), світлодіод (для індикації розблокування або помилки), резистори (для світлодіода та, можливо, для клавіатури) та з'єднувальні дроти.

Подальші вдосконалення дозволять створити більш складний код. Наприклад, для підвищення безпеки можна збільшити довжину коду або використовувати символи з більшого набору (наприклад, літери та цифри). Комбінаторні розрахунки покажуть, наскільки зростає кількість можливих комбінацій при таких змінах. Можна додати лічильник невдалих спроб введення коду. Після певної кількості неправильних спроб замок може блокуватися на деякий час. Можна також практично реалізувати функцію зміни коду, використовуючи спеціальну послідовність або майстер-код. Якщо порядок введення не має значення, але всі цифри коду повинні бути присутні (що рідко використовується в кодових замках), тоді використовується формула комбінацій без повторень або з повтореннями. Однак у більшості кодових замків порядок має значення, тому використовуються розміщення з повтореннями.

Цей приклад є базовим і може бути значно розширений для створення більш складного та безпечного кодового замка. Використання комбінаторних принципів допомагає зрозуміти теоретичну кількість можливих кодів, що є важливим аспектом при розробці систем безпеки.

Висновки. Вивчення дискретної математики є абсолютно необхідним для здобувачів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Вона є не лише фундаментальною теоретичною дисципліною, а й надає практичні інструменти та концепції, без яких неможливе глибоке розуміння та



ефективне застосування сучасних інформаційних технологій. Міцна база в дискретній математиці є запорукою академічних успіхів, професійної компетентності та здатності до інновацій у швидкозмінній галузі комп'ютерних наук. Студентам, які прагнуть до вершин у своїй майбутній професії, слід приділяти особливу увагу вивченню дискретної математики, усвідомлюючи її довгострокові переваги для їхньої кар'єри та розвитку ІТ-сфери в Україні. Інтеграція дискретної математики в STEM-проекти має численні переваги, включаючи покращення критичного та обчислювального мислення, навичок розв'язання проблем та підготовку до кар'єри в STEM. Хоча існують певні труднощі, такі як брак підготовки вчителів та обмеження навчального плану, їх можна подолати за допомогою цілеспрямованих зусиль та ресурсів. В кінцевому підсумку, дискретна математика має значний потенціал для збагачення STEM-освіти через цікаві та актуальні проєктні навчальні досвіди, сприяючи формуванню математично грамотнішого та STEM-компетентнішого покоління.

Література:

1. STEM-освіта / Інститут модернізації змісту освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/tem-osvita/> (дата звернення: 08.05.2026).
2. Доценко С. О. STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа*. 2021. № 3. С. 45–51.
3. Боднарчук Ю. В., Олійник Б. В. Основи дискретної математики (для студентів-інформатиків) : навч. посіб. Київ : НаУКМА, 2008. URL: <https://www.ukma.edu.ua/~bogd/Discrete%20Mathematics/PosibnykNew.pdf> (дата звернення: 24.03.2026).
4. Сергієнко А. М. Комп'ютерна дискретна математика : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/52232/1/Computer_Discrete_Matematika_Sergiyenko.pdf (дата звернення: 19.03.2026).
5. Значення математики в сфері інформаційних технологій: як «королева наук» допомагає в розробці та створенні програм. *Гречка*. URL: <https://gre4ka.info/zhyttia/75039-znachennia-matematyky-v-sferi-informatsiinykh-tekhnologii-ia-koroleva-nauk-dopomahaie-v-rozrobsi-ta-stvorenni-prohram/> (дата звернення: 24.03.2026).
6. Discrete Mathematics: Definition, Examples, and Key Topics. *The Knowledge Academy*. URL: <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/discrete-mathematics/> (дата звернення: 19.03.2026).
7. Що ж таке Arduino, програмне забезпечення і які переваги платформи Ардуіно. *Ipkey*. URL: <http://ipkey.com.ua/uk/faq/916-arduino.html> (дата звернення: 24.03.2026).
8. Архітектура технології Arduino та її переваги. *FMUSER*. URL: <https://uk.fmuser.net/content/?10729.html> (дата звернення: 24.03.2026).
9. Knuth D. *The Art of Computer Programming. Volume 4, Fascicle 6: Satisfiability*. Addison-Wesley Professional, 2015. xiii+310 p.
10. Ядренко М. Й., Оленко А. Я. Дискретна математика : навч.-метод. посіб. Київ : Київський університет ім. Т. Шевченка, 1995. 83 с.
11. Westbrook R. B. *John Dewey and American Democracy*. New York : Cornell University Press, 1993. 592 p.



12. Коберник О. М. Проектна технологія: теорія, історія, практика : монографія. Умань : ПП Жовтий О. О., 2012. 229 с.
13. Дискретна математика в задачах і прикладах : навч. посіб. / уклад.: М. М. Крупка, Ю. В. Коркуна, А. В. Бандах. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. URL: https://new.mmflnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/Discrete_Math.pdf (дата звернення: 15.05.2026).
14. Математична логіка та теорія алгоритмів: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання» / О. Л. Темнікова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 3,60 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 177 с.
15. Center for Research in Mathematics and Science Education (CRMSE). Discrete Math Project. *San Diego State University*. URL: <https://crmse.sdsu.edu/directory/projects/discrete-math> (дата звернення: 15.03.2026).
16. Ohio Department of Education. Discrete Math/Computer Science Pilot. *Ohio Pathways*. URL: <https://education.ohio.gov/Topics/Learning-in-Ohio/Mathematics/Resources-for-Mathematics/Math-Pathways/Discrete-Math-Computer-Science-Pilot> (дата звернення: 19.02.2026).
17. Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science (DIMACS). Research Experience for Undergraduates (REU). *Rutgers University*. URL: <https://reu.dimacs.rutgers.edu/> (дата звернення: 04.04.2026).
18. STEM-освіта: науково-теоретичні аспекти, досвід впровадження, перспективи розвитку : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 21 квітня 2021 р.) / уклад.: Н. А. Поліщук, В. В. Камінська. Луцьк : Волинський ІІПО, 2021. 208 с.
19. Використання платформи Arduino у підготовці вчителів інформатики за принципами STEM навчання / О. В. Барнич та ін. // Комп'ютер у школі та сім'ї. 2023. № 4 (176). С. 12–18.
20. Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану : зб. матеріалів Звітної наук. конф. Інституту цифровізації освіти НАПН України (м. Київ, 23 лютого 2024 р.) / упоряд.: О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ЩО НАПН України, 2024. 168 с.
21. Що таке STEM-освіта в початковій школі? *AISU School*. URL: <https://aisu.school/shcho-take-stem-osvita-v-pochatkovij-shkoli/> (дата звернення: 13.03.2026).
22. Arduino – це просто, але не занадто просто. *Isearch*. URL: <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple> (дата звернення: 24.04.2026).
23. Banzi M., Shiloh M. Getting Started with Arduino. 4th ed. Make Community, LLC, 2022. 270 p.
24. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» галузі знань 12 «Інформаційні технології» / Житомирський державний університет імені Івана Франка. Житомир, 2024. URL: https://zu.edu.ua/doc/osv_prog/122_bak.pdf (дата звернення: 22.05.2026).

References:

1. Instytut Modernizatsii Zmistu Osvity. (2025). *STEM-osvita* [STEM education]. <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>



2. Dotsenko, S. O. (2021). STEM-osvita: naukovyi dyskurs ta osvitni praktyky [STEM education: Scientific discourse and educational practices]. *Ridna Shkola*, (3), 45–51.
3. Bodnarchuk, Yu. V., & Oliinyk, B. V. (2008). *Osnovy dyskretnoi matematyky (dlia studentiv-informatykyv)* [Fundamentals of discrete mathematics (for computer science students)] [Educational manual]. NaUKMA. <https://www.ukma.edu.ua/~bogd/Discrete%20Mathematics/PosibnykNew.pdf>
4. Serhiienko, A. M. (2022). *Kompiuterna dyskretna matematyka* [Computer discrete mathematics] [Educational manual]. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/52232/1/Computer_Discrete_Matematika_Sergiyenko.pdf
5. Znachennia matematyky v sferi informatsiinykh tekhnolohii: yak «koroleva nauk» dopomahaie v rozrobtsi ta stvorenni proham [The value of mathematics in the field of information technology: How the "queen of sciences" helps in software development and creation]. (2025). *Grechka*. <https://gre4ka.info/zhyttia/75039-znachennia-matematyky-v-sferi-informatsiinykh-tekhnolohii-iak-koroleva-nauk-dopomahaie-v-rozrobtsi-ta-stvorenni-proham/>
6. The Knowledge Academy. (2025). *Discrete mathematics: Definition, examples, and key topics*. <https://www.theknowledgeacademy.com/blog/discrete-mathematics/>
7. Shcho zh take Arduino, prohamne zabezpechennia i yaki perevahy platformy Arduino [What is Arduino, software, and what are the advantages of the Arduino platform]. (2025). *Ipkey*. <http://ipkey.com.ua/uk/faq/916-arduino.html>
8. Arkhitektura tekhnolohii Arduino ta yii perevahy [Architecture of Arduino technology and its advantages]. (2025). *FMUSER*. <https://uk.fmuser.net/content/?10729.html>
9. Knuth, D. (2015). *The art of computer programming. Volume 4, Fascicle 6: Satisfiability*. Addison-Wesley Professional.
10. Yadrenko, M. Yo., & Olenko, A. Ya. (1995). *Dyskretna matematyka* [Discrete mathematics] [Educational manual]. Kyivskiyi Universytet im. T. Shevchenka.
11. Westbrook, R. B. (1993). *John Dewey and American democracy*. Cornell University Press.
12. Kobernyk, O. M. (2012). *Proektna tekhnolohiia: teoriia, istoriia, praktyka* [Project technology: Theory, history, practice] [Monograph]. PP Zhovtyi O. O.
13. Krupka, M. M., Korkuna, Yu. V., & Bandakh, A. V. (Eds.). (2017). *Dyskretna matematyka v zadachakh i prykladakh* [Discrete mathematics in problems and examples] [Educational manual]. Ivan Franko National University of Lviv. https://new.mmf.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/Discrete_Math.pdf
14. Temnikova, O. L. (2021). *Matematychna lohika ta teoriia alhorytmiv: Konspekt leksii* [Mathematical logic and theory of algorithms: Lecture notes] [Educational manual]. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute.
15. Center for Research in Mathematics and Science Education (CRMSE). (2025). *Discrete math project*. San Diego State University. <https://crmse.sdsu.edu/directory/projects/discrete-math>
16. Ohio Department of Education. (2025). *Discrete math/computer science pilot*. Ohio Pathways. <https://education.ohio.gov/Topics/Learning-in-Ohio/Mathematics/Resources-for-Mathematics/Math-Pathways/Discrete-Math-Computer-Science-Pilot>
17. Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science (DIMACS). (2025). *Research experience for undergraduates (REU)*. Rutgers University. <https://reu.dimacs.rutgers.edu/>



18. Polishchuk, N. A., & Kaminska, V. V. (Eds.). (2021). *STEM-osvita: naukovo-teoretychni aspekty, dosvid vprovadzhennia, perspektyvy rozvytku* [STEM education: Scientific and theoretical aspects, implementation experience, development prospects] [Conference proceedings]. Volynskyi IPPO.
19. Barnych, O. V., et al. (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 learning]. *Kompiuter u Shkoli ta Simi*, 176(4), 12–18.
20. Pinchuk, O. P., & Yaskova, N. V. (Eds.). (2024). *Tsyfrova transformatsiia naukovo-osvitnikh seredovyshch v umovakh voiennoho stanu* [Digital transformation of scientific and educational environments under martial law] [Conference proceedings]. IZO NAPN Ukrainy.
21. Shcho take STEM-osvita v pochatkovii shkoli? [What is STEM education in elementary school?]. (2025). *AISU School*. <https://aisu.school/shcho-take-stem-osvita-v-pochatkovij-shkoli/>
22. Arduino – tse prosto, ale ne zanadto prosto [Arduino is simple, but not too simple]. (2025). *Isearch*. <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple>
23. Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino* (4th ed.). Make Community, LLC.
24. Zhytomyr Ivan Franko State University. (2024). *Osvitno-profesiina prohrama «Kompiuterni nauky» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu 122 «Kompiuterni nauky»* [Educational and professional program "Computer Science" of the first (Bachelor's) level of higher education in specialty 122 "Computer Science"]. https://zu.edu.ua/doc/osv_prog/122_bak.pdf

Дата першого надходження статті до видання: 14.05.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.05.2026