

УДК 37.091.31:004.021

DOI <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2026.110.33>

Халецька К. В., Бойко О. П.

АЛГОРИТМІЧНЕ МИСЛЕННЯ В НАВЧАННІ ІНФОРМАТИКИ: СУТНІСТЬ, СТРУКТУРА ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ

У статті розглянуто структуру та методичні засади формування алгоритмічного мислення як важливого складника сучасної освіти. Визначено основні підходи до його трактування: психолого-педагогічний, математичний та інформатичний. Концептуалізація підходів дозволила виділити інформатичний підхід алгоритмічного мислення як фундаментальну основу інформатики, що визначає її зміст як наукової дисципліни. Проаналізовано взаємозв'язок обчислювального та алгоритмічного мислення; алгоритмічне мислення визначено як процес формалізації у вигляді чіткої послідовності дій, на відміну від обчислювального мислення, що зосереджується на постановці проблем, що дало змогу вибудувати структурно-логічну модель алгоритмічного мислення та запропонувати авторське визначення цього поняття. Окреслено основні компоненти алгоритмічного мислення: інтелектуально-пізнавальний, операційно-процесуальний, інструментально-функціональний та рефлексійно-аналітичний та запропоновано авторську модель алгоритмічного мислення, визначено інтегративні напрями її застосування в шкільній освіті та окреслено міжпредметні зв'язки інформатики на основі алгоритмічного підходу. Підкреслено значення алгоритмічного мислення у формуванні ключових компетентностей учнів. Проведена систематизація теоретичних положень дала можливість обґрунтувати концептуальні засади та перспективи подальших досліджень у цьому напрямі. Таким чином, стаття пропонує цілісне бачення алгоритмічного мислення як багатовимірного феномену, що поєднує когнітивні, процесуальні та функціональні аспекти й виступає важливим чинником модернізації освітнього процесу.

Ключові слова: алгоритмічне мислення, обчислювальне мислення, інтегративний підхід, інформатична компетентність, освітнє середовище, структурна модель, міжпредметні зв'язки, інформатика, структурні компоненти, алгоритмічний підхід.

Сучасний етап розвитку інформаційного суспільства характеризується зростанням ролі алгоритмів у різних сферах людської діяльності – від опрацювання даних і моделювання процесів до прийняття управлінських рішень та автоматизації складних систем. У цих умовах інформатика як навчальна дисципліна поступово набуває виразного світоглядного та методологічного значення. Однією з ключових цілей її вивчення стає формування алгоритмічного мислення як універсальної інтелектуальної здатності, що забезпечує усвідомлене розв'язування проблем, побудову формальних моделей та критичне оцінювання результатів діяльності.

Разом із тим, аналіз практики навчання інформатики у закладах загальної середньої освіти свідчить про наявність певних суперечностей між задекларованими освітніми цілями та реальними результатами навчання. Зокрема, засвоєння програмування часто зводиться до вивчення синтаксису мов і відтворення типових алгоритмічних конструкцій, тоді як розвиток умінь аналізувати задачу, обирати ефективні стратегії розв'язання та узагальнювати отриманий досвід залишається фрагментарним. Подібна ситуація ускладнює формування цілісного уявлення про алгоритмічну природу інформатики та обмежує можливості міжпредметної інтеграції. У цьому контексті особливої актуальності набуває розгляд алгоритмічного мислення (АМ) не лише як результату навчання програмування, а як інтегративної основи всього курсу інформатики. Саме алгоритмічний підхід уможливило поєднання різних змістових ліній інформатики в цілісну методичну систему, у межах якої формування умінь аналізу, формалізації та оптимізації рішень набуває пріоритетного значення. Такий підхід сприяє формуванню в учнів здатності працювати з абстрактними структурами, здійснювати формалізацію реальних проблем та обґрунтовано оцінювати ефективність запропонованих рішень, тобто сприяє переходу від фрагментарного засвоєння окремих тем до цілісного розуміння алгоритмічної природи навчальних і прикладних задач.

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених розвитку алгоритмічного та обчислювального мислення, питання його цілісної методичної реалізації у шкільному курсі інформатики потребує подальшого осмислення. Зокрема, недостатньо розробленими залишаються підходи до інтеграції різних змістових ліній інформатики на основі алгоритмічного мислення, а також методичні засоби його формування в умовах профільного навчання.

Метою роботи є розкриття сутності алгоритмічного мислення (АМ) через аналіз теоретичних підходів, категорій та внутрішньої структури, що визначають його роль як інтегративного підґрунтя шкільного курсу інформатики.

Завданнями статті є теоретичний аналіз підходів до визначення АМ, виокремлення його категорій та обґрунтування структурних компонентів як цілісної основи для інтеграції змістових ліній навчання інформатики.

У сучасних наукових дослідженнях поняття АМ розглядається з різних позицій, що зумовлено його міждисциплінарним характером й використанням у психології, педагогіці та інформатиці. Відсутність єдиного

універсального визначення не є недоліком, а відображає складність і багатовимірність цього феномена, який поєднує пізнавальні процеси, предметний зміст і дидактичні цілі навчання інформатики.

У межах психолого-педагогічного підходу, на думку низки дослідників (І. Клеопа, І. Тютюнник, Ю. Добранюк, А. Сущенко) АМ трактується як різновид мислення, що пов'язаний зі здатністю особистості здійснювати поетапну організацію розумових дій, усвідомлювати їх послідовність, оборотність та залежність від умов задачі. У такому розумінні акцент робиться не стільки на формальному описі алгоритмів, скільки на внутрішніх когнітивних механізмах: аналізі ситуації, плануванні дій, контролі проміжних результатів і рефлексії. АМ постає як результат інтеріоризації зовнішніх дій і операцій, що забезпечує керованість та усвідомленість розумової діяльності учнів [1, 2].

Відповідно до математичного підходу, АМ розглядається як логічно пов'язане уявлення способів розв'язання задач; володіння вміннями діяти за заданим алгоритмом, конструювати алгоритми та алгоритмізувати свою діяльність; розуміння ролі алгоритмів у різних видах навчальної діяльності. Основною ознакою АМ, на думку Т. Султанова [12], є здатність до конструювання алгоритмів, тобто формування АМ тісно пов'язане з формуванням загальної навички вирішення завдань, оскільки перш ніж визначити загальний спосіб розв'язання задач у вигляді алгоритму, необхідно знайти цей універсальний метод і потім дослідити можливість опису цього способу у формі конструктивних, однозначно зрозумілих послідовних операцій.

Інформатичний підхід розглядає АМ насамперед як здатність до побудови, аналізу та оптимізації алгоритмів для розв'язування задач різного рівня складності. А. Сущенко, А. Свасьєв, М. Бирка, В. Мазін, О. Верітов досліджуючи особливості АМ як нового виміру навчання, підкреслюють необхідність його формування як когнітивної здібності. У цьому контексті АМ безпосередньо пов'язується з оперуванням формальними моделями, дискретними структурами, алгоритмічними парадигмами та критеріями ефективності [1, 2].

Науковиця Маріан Бирка розглядає АМ як когнітивний спосіб інтелектуальної діяльності, що пов'язаний із логічною побудовою, аналізом та реалізацією алгоритмів для вирішення завдань різної специфікації [5]. Таке визначення дає підґрунтя для трактування алгоритму як об'єкта аналізу, а не просто інструкції до виконання дій. Важливою характеристикою такого підходу є орієнтація не лише на коректність алгоритму, а й на обґрунтований вибір способу розв'язання, оцінювання ресурсних витрат і можливість узагальнення отриманого результату. Саме в межах інформатичного підходу АМ розглядається як змістове ядро інформатики як науки та навчального предмета [3, 7, 5]. У межах дослідницької парадигми АМ виконує функцію операційного механізму. У міжнародному науковому дискурсі широко використовується термін обчислювальне мислення (computational thinking), тоді як у вітчизняній практиці близьке за змістом явище переважно осмислюється як алгоритмічне мислення (algorithmic thinking).

Для коректного теоретичного аналізу важливим є відмежування АМ від суміжних понять, які часто використовуються як синонімічні. Насамперед це стосується обчислювального мислення (computational thinking), яке в сучасній педагогіці розглядається як надпредметна освітня категорія, що охоплює загальні стратегії розв'язування проблем засобами інформатики, зокрема декомпозицію, абстрагування та автоматизацію. У цьому сенсі АМ доцільно розглядати як змістовий компонент обчислювального мислення (ОМ), без якого останнє втрачає практичну реалізованість, що дуже ґрунтовно показано в міжнародному дослідженні Джаннет Вінг [8].

М. Берланд і У. Віленські визначають ОМ як здатність мислити за допомогою комп'ютера, що є інструментом реалізації навчання програмування, у своєму дослідженні вчені запропонували використовувати обчислювальний потенціал як альтернативу обчислювальному мисленню, щоб наголосити, що воно має обмежені концептуальні рамки для моделювання своїх ідей [9]. У межах методологічної концепції АМ сприймається як адаптивна модель інтелектуальної діяльності, що спрямована на формалізацію завдань, побудову коректних і ефективних алгоритмів та його реалізацію в інформаційно-обчислювальному просторі.

Пітер Деннінг пропонує вважати ОМ важливим компонентом наукового методу, оскільки воно включає розробку, тестування та використання обчислювальних моделей для розуміння складних явищ. ОМ спирається на інструменти, методи та концепції обчислювальної техніки, включає збір, упорядкування та аналіз даних, включає систематичне та логічне структурування процедур для створення автоматизованих рішень [10].

Ахо А. у своєму есе для симпозиуму обчислення в АСМ (Асоціації обчислювальної техніки) акцентував: «Абстракції, які називаються обчислювальними моделями, лежать в основі обчислень та обчислювального мислення. Обчислення – це процес, який визначається з точки зору базової моделі обчислень, а обчислювальне мислення – це розумові процеси, що беруть участь у формулюванні проблем, щоб їхні рішення можна було представити у вигляді алгоритмічних розрахункових циклів» [11].

Водночас АМ не зводиться і до логічного мислення, яке забезпечує правильність міркувань, встановлення причинно-наслідкових зв'язків і дотримання законів логіки. Хоча логічне мислення є необхідною передумовою алгоритмічного, воно не охоплює специфіки побудови процедур, орієнтованих на виконання та автоматизацію. АМ, на відміну від логічного, передбачає не лише обґрунтованість міркувань, а й їх формалізацію у вигляді чітко визначеної послідовності дій. На основі аналізу міжнародних та вітчизняних досліджень нами пропонується авторська структурно-логічна схема моделі АМ як змістового ядра інформатичної освіти, що представлена на рисунку 1. Запропонована концепція демонструє ієрархічний зв'язок: АМ інтегрується в

систему ОМ, акумулюючи методи математичного, інформатичного та психолого-педагогічного підходів для формування інтегральної компетентності здобувача освіти до розв'язання задач.

Таким чином, у межах проведеного дослідження пропонуємо авторське трактування дефініції поняття «алгоритмічне мислення».

Алгоритмічне мислення – це інтегративна когнітивна здатність до структурованого аналізу задачі та побудови формалізованої моделі її розв'язання, що передбачає впорядкування, уточнення й оптимізацію послідовності дій із подальшим поданням алгоритму у придатній для виконання формі.

Сутнісними характеристиками АМ є структурованість мисленневих операцій, поетапна деталізація та узгодження окремих компонентів розв'язання, а також оптимізація способів досягнення результату. Важливою ознакою такого процесу є здатність до формалізації отриманого результату, що передбачає його подання мовою виконавця відповідно до визначених семантичних і синтаксичних правил. Аналіз сучасних досліджень у галузі інформатичної освіти дає підстави розглядати АМ як багатокомпонентну когнітивну систему, що поєднує дії аналізу, абстрагування, моделювання, побудови процедур, оптимізації, перевірки і оцінювання результатів. У науковій літературі немає єдиного «закритого» переліку компонентів, проте більшість науковців притримуються єдиної позиції стосовно того, що АМ формується через узгоджену роботу кількох взаємопов'язаних структурних складників [8]. Узагальнення раніше розглянутих підходів дозволяє виокремити такі компоненти.

У структурі АМ доцільно виокремити чотири взаємопов'язані компоненти: інтелектуально-пізнавальний, операційно-процесуальний, інструментально-функціональний, рефлексивно-аналітичний.

Першим компонентом є *інтелектуально-пізнавальний*, до якого входять аналіз, декомпозиція, абстрагування та моделювання. Процес розпочинається з аналізу, постановки та уточнення задачі. Компонент розкривається через здатність інтерпретувати проблему в термінах вхідних даних, очікуваних результатів і обмежень, що визначають допустимі способи розв'язання. На цьому етапі відбувається перехід від природномовного опису ситуації до формалізованої задачі, придатної для алгоритмічної обробки. У дослідженнях підкреслюється, що помилки на рівні постановки задачі неминуче призводять до хибних алгоритмічних рішень незалежно від технічної коректності подальших кроків [14]. Тому формування АМ передбачає цілеспрямоване навчання учнів аналізу умов задачі та виокремлення суттєвих параметрів. Наступним кроком виступає декомпозиція – розбиття складної задачі на систему підзадач. Декомпозиція зменшує когнітивне навантаження та дозволяє працювати з ієрархією часткових рішень. В інформатичній традиції вона розглядається як універсальна стратегія проектування алгоритмів і програмних систем [13]. У педагогічному контексті декомпозиція формує вміння бачити структуру задачі, встановлювати залежності між її частинами та планувати послідовність дій. На зміну йому приходять – абстрагування та моделювання. Абстрагування полягає у відокремленні суттєвих характеристик задачі від другорядних деталей і побудови узагальноної моделі, з якою можна виконувати формальні операції. Саме на цьому рівні відбувається перехід від конкретної ситуації до класу задач, що мають спільну структуру [8]. Моделювання, у свою чергу, забезпечує представлення задачі у вигляді структур даних, графів, таблиць або інших формальних конструкцій. Розвинене АМ передбачає здатність обирати адекватну модель, оскільки вибір представлення безпосередньо впливає на складність майбутнього алгоритму.

Другим компонентом є *операційно-процесуальний*, що забезпечує побудову алгоритмів, впорядкування дій, оптимізацію. На цьому етапі відбувається конструювання алгоритму як процедури розв'язання задачі. Компонент реалізується через побудову впорядкованої послідовності дій, визначення умов переходу між кроками та критеріями завершення процесу. У цьому контексті алгоритм розглядається як формальний об'єкт, незалежний від конкретної мови програмування, що підкреслюється в роботах з теорії алгоритмічного мислення [13]. Важливою характеристикою цього компоненту є не лише здатність створити алгоритм, а й вміння порівнювати альтернативні підходи до розв'язання, що реалізується через вибір, систематизацію та впорядкування дій, оцінку їх ефективності та оптимізацію процесу виконання.



Рис. 1. Структурно-логічна схема моделі алгоритмічного мислення

Третім компонентом є *інструментально-функціональний*, що реалізується через подання алгоритму; використання знакових систем; мови програмування. Цей елемент відображає здатність до технологічного втілення логічних структур засобами формальних мов. Реалізація компонента забезпечує формалізоване подання алгоритму, застосування різних знакових систем для наочного відображення логіки та структури дій, використання мов програмування для точного опису та автоматизації обчислювальних процесів за допомогою яких реалізується алгоритмічна діяльність. Зазначений складник уможливує перетворення абстрактних ідей на чітко визначені операції, доступні для аналізу, перевірки та оптимізації [14]. На поточному кроці АМ виступає як інтегративна здатність, що забезпечує ефективне оперування алгоритмами на різних рівнях: від абстрактного планування до їх функціонального втілення.

Четвертим компонентом є *рефлексивно-аналітичний*, що обумовлює перевірку, налагодження, оцінку ефективності алгоритмічної діяльності. Відповідний інструментарій реалізується перевіркою коректності та контролю виконання алгоритму. АМ передбачає здатність аналізувати результати виконання процедури, виявляти помилки та встановлювати відповідність отриманого результату поставленій задачі. На практиці це реалізується через трасування, аналіз граничних випадків і логічне обґрунтування кроків алгоритму [8]. Цей компонент безпосередньо пов'язаний із розвитком рефлексії та самоконтролю навчальної діяльності, обумовлює спроможність критично оцінювати обрані підходи, виявляти помилки на ранніх етапах і приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації алгоритмів. Завершальним продуктом реалізації цього компонента є узагальнення та перенесення стратегій розв'язання. Розвинене АМ проявляється у здатності застосовувати відомі алгоритмічні ідеї до нових задач, бачити спільну структуру різних проблем і формувати стійкі розв'язувальні стратегії [14]. Саме цей компонент забезпечує перехід від репродуктивної діяльності до творчого використання алгоритмів.

Узагальнення представлених положень дозволило побудувати структурну модель алгоритмічного мислення, що відображає взаємозв'язок його основних компонентів. Відповідну схему подано на рисунку 2.

Таким чином, АМ постає як інтегрована система взаємопов'язаних компонентів: від аналізу задачі й побудови моделі до оцінювання результатів та узагальнення досвіду. Їх узгоджений розвиток створює підґрунтя для формування в учнів здатності не лише виконувати алгоритми, а й свідомо конструювати й удосконалювати процедури розв'язання задач різної складності. Представлена систематизація дозволяє розглядати АМ як цілісну багатокомпонентну структуру, у якій когнітивні, процесуальні, інструментальні та рефлексивні аспекти взаємодіють у процесі розв'язування задач інформатичного характеру (табл. 1)

Проведений аналіз структурних компонентів АМ дає підстави розглядати його не лише як когнітивний феномен, а й як важливий чинник організації навчального процесу з інформатики. У цьому контексті АМ постає інтегративною основою шкільного курсу інформатики, оскільки забезпечує поєднання змістових, процесуальних та технологічних аспектів навчання. АМ у шкільному курсі інформатики виступає спільною методологічною основою, що поєднує різні змістові лінії предмета, забезпечує міжпредметні зв'язки та сприяє формуванню ключових компетентностей учнів.

Зв'язок з природничо-математичними дисциплінами реалізується передусім через моделювання процесів. Будь-яка комп'ютерна симуляція фізичного чи біологічного явища є алгоритмом, що описує зміну стану системи в часі. Коли учні моделюють рух тіла під дією сили тяжіння або досліджують динаміку популяції, вони фактично конструюють алгоритм наукового експерименту. Навчальна цінність такої діяльності полягає в тому, що інформатика перестає бути допоміжним інструментом і стає універсальною мовою опису природних процесів. Алгоритмічний підхід водночас сприяє реалізації міжгалузевих компетентностей. Робота з алгоритмічними задачами вимагає аналізу умов, планування дій, перевірки результатів і корекції помилок. Ці інтелектуальні операції не обмежуються рамками інформатики: вони становлять основу дослідницької та проєктної діяльності в будь-якій предметній сфері. Саме тому АМ доцільно розглядати як універсальний механізм організації пізнавальної діяльності, що забезпечує перенесення способів дії між різними навчальними дисциплінами.



Рис. 2. Структурні компоненти алгоритмічного мислення

Таблиця 1

Структурні компоненти алгоритмічного мислення та їх прояв у навчанні інформатики

Компонент	Сутнісна характеристика	Реалізація в освітньому процесі з інформатики
Інтелектуально-пізнавальний	забезпечує аналіз проблемної ситуації, виділення суттєвих елементів задачі та її декомпозицію	аналіз умови задачі, поділ задачі на підзадачі, моделювання процесу
Операційно-процесуальний	передбачає конструювання впорядкованої системи дій для розв'язання задачі	складання алгоритмів, побудова послідовності команд, оптимізація процесу
Інструментально-функціональний	забезпечує формалізацію алгоритмічного рішення за допомогою відповідних інструментів та знакових систем	використання формальних мов, програмування
Рефлексивно-аналітичний	спрямований на оцінювання правильності та ефективності алгоритмічного рішення	тестування, налагодження, оцінка ефективності



Рис. 3. Авторська структурна модель алгоритмічного мислення

АМ водночас є ефективним засобом розвитку критичного мислення. Аналіз алгоритму передбачає перевірку його коректності, пошук граничних випадків, виявлення логічних помилок і оцінювання ефективності. Учні навчаються не лише приймати розв'язок, а й ставити його під сумнів, зіставляти альтернативи та обґрунтовувати власну позицію. Така практика формує культуру аргументованого мислення, що є необхідною складовою сучасної освіти. Особливої ваги АМ набуває в контексті STEM- та STEAM-орієнтованого навчання. Інтегративні проекти, що поєднують науку, технології, інженерію й математику, практично завжди ґрунтуються на алгоритмічних моделях.

Отже, АМ у шкільному курсі інформатики виконує роль інтегрувального механізму, який забезпечує зв'язок між математичними моделями, природничими дослідженнями та інженерними проектами. Воно сприяє формуванню ключових компетентностей учнів, розвиває дослідницькі та критичні вміння й створює підґрунтя для сучасних міждисциплінарних освітніх підходів.

Систематизація представлених теоретичних положень даного дослідження дає змогу запропонувати авторську модель АМ, яка відображає інтеграцію різних підходів до його розуміння та взаємодію структурних компонентів у процесі формування інформатичної компетентності.

Напрацьована концепція є підґрунтям для подальших досліджень, спрямованих на розроблення методичних підходів до формування алгоритмічного мислення у здобувачів освіти під час навчання інформатики (рис. 3). Стаття відкриває перспективи подальшого комплексного вивчення АМ як ключового чинника формування інформатичних компетентностей. Подальша наукова робота передбачає: здійснення деталізації категорій, що складають алгоритмічне мислення; розробку цілісної методичної системи навчання інформатики; інтеграцію алгоритмічного мислення з іншими освітніми парадигмами (математичною, обчислювальною, метакогнітивною); проведення експериментальних досліджень щодо впливу запропонованої моделі на результати навчання інформатики.

Реалізація цього наукового плану дозволить закріпити запропоновану концептуальну модель як теоретично обґрунтовану основу практичного навчання. Пріоритетним напрямом є створення комплексу навчальних завдань, зорієнтованих на трансформацію задуму в логічні структури та їх подальше технологічне втілення, що дозволить практично реалізувати потенціал алгоритмізації як інтегративної основи підготовки здобувачів освіти.

Використана література:

1. Ковальчук М. Б., Клеопа І. А., Коломієць А. А., Тютюнник О. І., Добранюк Ю. В. Алгоритмічні прийоми розумової діяльності як технологія розвитку когнітивних здібностей студентів у вивченні математики. *Педагогічна Академія: Наукові Записки*. 2025. № 15 URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14987960> (дата звернення 10.03.2026)
2. Бирка М. Ф. Перспективні напрями дослідження проблеми алгоритмічного мислення. *Педагогіка формування творчої особистості у вищих і загальноосвітніх школах*. 2023. Вип. 87. С. 29–33. URL: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.4> (дата звернення 14.03.2026)
3. Бирка М., Сущенко А., Сватєв А., Мазін В., Верітов О. «Новий вимір навчання у вищій освіті: алгоритмічне мислення». *Propósitos y Representaciones*. 2021. № 9(SPE2), e990. URL: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE2.990> (дата звернення 18.03.2026)
4. Гонда Д., Дуріш В., Тірпакова А., Павловичова Г. «Навчання алгоритмам для розвитку алгоритмічного мислення студентів-інформатиків» 2022. № 10, 3857. 13 с. URL: <https://doi.org/10.3390/math10203857> (дата звернення 10.03.2026)
5. Бирка М., Сущенко А., Перун Г. та Лучко В., «Algorithmic thinking in higher education: determining observable and measurable content», *ITLT*, 2024. т. 104, № 6, с. 1–13. URL: 10.33407/itlt.v104i6.5750 (дата звернення 12.03.2026)
6. Сарієнко В. Дидактична функція формування алгоритмічного мислення. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2018. № 8 (1), 91–99. URL: [https://doi.org/10.31865/2414-9292.8\(1\).2018.153742](https://doi.org/10.31865/2414-9292.8(1).2018.153742) (дата звернення 10.03.2026)
7. Cooper S., Pérez L. C., & Rainey D. K-12 computational learning. *Communications of the ACM*. 2010. № 53(11), 27–29. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1839676.1839686> (дата звернення 14.03.2026)
8. Wing J. M. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 2006. № 49(3), 33–35. URL: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> (дата звернення 18.03.2026)
9. Berland M., Wilensky U. Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 2015. № 24, 628–647. URL: 10.1007/s10956-015-9552-x (дата звернення 10.03.2026)
10. Denning P. J. Computational thinking in science: The computer revolution has profoundly affected how we think about science, experimentation, and research. *American Scientist*, 2017. № 105(1), 13–25. URL: <https://doi.org/10.1511/2017.124.13> (дата звернення 12.03.2026)
11. Aho A. Computation and Computational Thinking, 2011. URL: <http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=1922682> (дата звернення 15.03.2026)
12. Sultanov T. M. Algorithmic thinking in mathematics: a pedagogical framework for deep conceptual learning. *Modern American Journal of Linguistics, Education, and Pedagogy*, 2025. № 1(3), 587–594. URL: <https://usajournals.org/index.php/6/article/view/571> (дата звернення 10.03.2026)
13. Бобокало А., Юрченко А., Семеніхіна О. Навчання побудови блок-схем для розвитку алгоритмічного мислення майбутніх учителів інформатики. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2025. № 13(8), 14–19. URL: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i8-002> (дата звернення 10.03.2026)
14. Futschek G. Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. In: Mittermeir, R.T. (eds) Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers. ISSEP 2006. *Lecture Notes in Computer Science*, 2006. vol 4226. Springer, Berlin, Heidelberg. URL: https://doi.org/10.1007/11915355_15 (дата звернення 10.03.2026)

References:

1. Kovalchuk, M. B., Klieopa, I. A., Kolomiets, A. A., Tiutiunyk, O. I., & Dobraniuk, Yu. V. (2025). *Alhorytmichni pryomy rozumovoi diialnosti yak tekhnolohiia rozvytku kohnnyvnykh zdibnostei studentiv u vyvchenni matematyky* [Algorithmic techniques of mental activity as a technology for developing students' cognitive abilities in learning mathematics]. *Pedahohichna Akademia: Naukovi Zapysky*, 15. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14987960> (accessed 10 March 2026). [in Ukrainian]
2. Byrka, M. F. (2023). *Perspektyvni napriamy doslidzhennia problemy alhorytmichnoho myslennia* [Prospective directions of research on the problem of algorithmic thinking]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchykh i zahalnoosvitnikh shkolakh*, 87, 29–33. Available at: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.4> (accessed 14 March 2026). [in Ukrainian]
3. Byrka, M., Sushchenko, A., Svatiev, A., Mazin, V., & Veritov, O. (2021). *Novyi vymir navchannia u vyshchii osviti: alhorytmichne myslennia* [A new dimension of learning in higher education: algorithmic thinking]. *Propósitos y Representaciones*, 9(SPE2), e990. Available at: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE2.990> (accessed 18 March 2026).
4. Hohda, D., Durish, V., Tirpakova, A., & Pavlovykova, H. (2022). *Navchannia alhorytmam dlia rozvytku alhorytmichnoho myslennia studentiv-informatykv* [Teaching algorithms for the development of algorithmic thinking of computer science students]. *Mathematics*, 10, 3857. 13 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/math10203857> (accessed 10 March 2026).
5. Byrka, M., Sushchenko, A., Perun, H., & Luchko, V. (2024). Algorithmic thinking in higher education: determining observable and measurable content. *Information Technologies and Learning Tools*, 104(6), 1–13. Available at: <https://doi.org/10.33407/itlt.v104i6.5750> (accessed 12 March 2026).
6. Sariienko, V. (2018). *Dydaktychna funksiia formuvannia alhorytmichnoho myslennia* [Didactic function of forming algorithmic thinking]. *Profesionalizm pedahoha: teoretychni y metodychni aspekty*, 8(1), 91–99. Available at: [https://doi.org/10.31865/2414-9292.8\(1\).2018.153742](https://doi.org/10.31865/2414-9292.8(1).2018.153742) (accessed 10 March 2026). [in Ukrainian]
7. Cooper, S., Pérez, L. C., & Rainey, D. (2010). K-12 computational learning. *Communications of the ACM*, 53(11), 27–29. Available at: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1839676.1839686> (accessed 14 March 2026).
8. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. Available at: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> (accessed 18 March 2026).
9. Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 628–647. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9552-x> (accessed 10 March 2026).
10. Denning, P. J. (2017). Computational thinking in science: The computer revolution has profoundly affected how we think about science, experimentation, and research. *American Scientist*, 105(1), 13–25. Available at: <https://doi.org/10.1511/2017.124.13> (accessed 12 March 2026).

11. Aho, A. (2011). Computation and computational thinking. Available at: <http://ubiquity.acm.org/article.cfm?id=1922682> (accessed 15 March 2026).
12. Sultanov, T. M. (2025). Algorithmic thinking in mathematics: a pedagogical framework for deep conceptual learning. *Modern American Journal of Linguistics, Education, and Pedagogy*, 1(3), 587–594. Available at: <https://usajournals.org/index.php/6/article/view/571> (accessed 10 March 2026).
13. Bobokalo, A., Yurchenko, A., & Semeniukhina, O. (2025). *Navchannia pobudovy blok-skhem dlia rozvytku alhorytmichnoho myslennia maibutnix uchyteliv informatyky* [Teaching flowchart construction for the development of algorithmic thinking of future computer science teachers]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*, 13(8), 14–19. Available at: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i8-002> (accessed 10 March 2026). [in Ukrainian]
14. Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. In: Mittermeir, R. T. (Ed.), *Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers*. Lecture Notes in Computer Science (Vol. 4226). Springer, Berlin, Heidelberg. Available at: https://doi.org/10.1007/11915355_15 (accessed 10 March 2026).

K. Khaletska, O. Boiko. Algorithmic Thinking in Computer Science Education: Essence, Structure, and Methodological Foundations of Its Formation

The article examines the structure and methodological foundations of the development of algorithmic thinking as an essential component of modern education. The main approaches to its interpretation are identified, including psychological-pedagogical, mathematical, and computer science approaches. Their conceptualization makes it possible to distinguish the computer science approach as a fundamental basis of algorithmic thinking, determining the content of computer science as a scientific discipline. The relationship between computational thinking and algorithmic thinking is analyzed. Algorithmic thinking is defined as a process of formalizing solutions in the form of a clear sequence of actions, whereas computational thinking focuses on problem formulation. This distinction enables the development of a structural-logical model of algorithmic thinking and the formulation of the author's definition of this concept. The key components of algorithmic thinking are identified: intellectual-cognitive, operational-procedural, instrumental-functional, and reflexive-analytical. The article proposes an original model of algorithmic thinking, outlines its application in school education, and highlights interdisciplinary connections based on the algorithmic approach. The importance of algorithmic thinking for the development of students' key competencies is emphasized. The systematization of theoretical provisions substantiates the conceptual foundations and outlines prospects for further research. Thus, algorithmic thinking is presented as a multidimensional phenomenon integrating cognitive, procedural, and functional aspects and serving as an important factor in the modernization of education.

Key words: *algorithmic thinking, computational thinking, integrative approach, informatics competence, educational environment, structural model, interdisciplinary connections, computer science, structural components, algorithmic approach.*

Дата першого надходження статті до видання: 07.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу
CC BY 4.0