

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ З ФОРМУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ: АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ

METHODS AND TOOLS FOR THE FORMATION OF ALGORITHMIC THINKING: AN ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE

Проблема формування алгоритмічного мислення залишається однією з найбільш актуальних у процесі підготовки студентів комп'ютерного напрямку підготовки. Як можна вдосконалити навчання із застосуванням нових методів і засобів формування алгоритмічного мислення? Ці питання постають перед викладачами інформатики та програмування. Постійно ведуться пошуки нетрадиційних методів і засобів із формування алгоритмічного мислення.

У дослідженні автор аналізує та узагальнює досвід зарубіжних науковців із формування алгоритмічного мислення в процесі навчання інформатики та програмування. Описується використання на практиці таких засобів, як візуально-блокове середовище Alg-Design, робототехніка Lego, KALA робот в середовищі KAREL та навчальне середовище – Alice, метод вигадання ігрових алгоритмів. Не новий, але ефективний засіб із формування алгоритмічного мислення KALA Robotic у середовищі KAREL довів свою ефективність у процесі навчання інформатики. У методі вигадання ігрових алгоритмів визначено роль учителя – від традиційного вчителя до тренера, та п'ять основних кроків для досягнення результату. Результати рефлексії дослідження – це нові проблеми, які потрібно розв'язати, завдання рефлексії – з'ясувати ефективність алгоритму. Використання візуально-блокового середовища Alg-Design сприяє дизайнерським навичкам. Візуальне програмне середовище мотивує студентів і заохочує до створення особистих проєктів.

Експериментально доведено, що використання навчальних, візуально-блокових середовищ і робототехніки сприяє підвищенню мотивації студентів до навчання, що, зі свого боку, плідно впливає на формування алгоритмічного мислення, без якого неможливе подальше рішення та написання складних задач із математики та інформатики.

Ключові слова: алгоритмічне мислення, візуально-блокове середовище Alg-Design, KALA, навчальне середовище – Alice.

The problem of the formulation of the algorithmic target is to be considered one of the most relevant in the process of training students of computer direct training. How can it be possible to get a complete picture of new methods and formulate algorithmic messages? The nutritional status will be provided before the computer science and programming victories. The jokes of non-traditional methods are constantly being conducted and used for the formulation of an algorithmic message.

As a prelude, the author of the analysis and publicity of reports of foreign languages from the formulation of algorithmic misleading in the process of developing computer science and programs. Describe the victorious work on the practice of such tools as a visual-block middle Alg-Design, robotics Lego, KALA robot in the middle of KAREL and in the beginning middle – Alice, the method of developing game algorithms. Not a new one but an efficient way of formulating KALA Robotic algorithmic targeting in the middle of KAREL has increased its efficiency in the process of developing computer science. In the method of visualization of game algorithms, the role of a teacher is assigned, from a traditional teacher to a trainer, and five main points for achieving the result. The results of the reflexion of the given prescriptiveness are the price of the problem, which is necessary to see, the establishment of the reflexion is the efficiency of the algorithm. Victory of the visual-block middle of Alg-Design with design cues. Visually, the middle school is motivated by the students, who will want to start special projects.

It has been experimentally brought up that the vicariousness of the chiefs, the visual-block means and the robotics and the motivation of the students' motivation to the present day, it is quite possible to infuse into one's own heart the formulation of the algorithmic task without any further development of the tasks of folding.

Key words: misleading algorithm, visual block middle Alg-Design, KALA, first middle one – Alice.

УДК 37. 211.24

DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/30-1.8>

Ібрагімова Л.А.,

старший викладач кафедри інформатики та кібернетики Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризуються впровадженням інформаційних технологій в усі сфери людської діяльності. Новітні інформаційні технології виявляють суттєвий вплив на сферу освіти. Фундаментальні зміни, що відбуваються в системі освіти викликані новим розумінням цілей, освітніх цінностей, а також необхідністю розробки та використання новітніх технологій в процесі навчання.

Розвиток алгоритмічного мислення – одна з важливих і актуальних проблем педагогічної науки і практики освіти. В інформаційному суспільстві, наповненому фундаментальними відкриттями і новітніми технологіями, найважливішим соціальним завданням стало формування нового стилю

мислення. Хоча в молодшому шкільному віці найбільш інтенсивно відбувається розвиток інтелекту, а втім, як показує практика, значне зростання інтелекту і розвитку розумової діяльності має місце під час навчання у вишах.

Незважаючи на актуальність питання щодо формування алгоритмічного мислення у студентів та школярів у процесі вивчення інформатики та програмування, нині воно залишається відкритим. Аналіз зарубіжної літератури з формування алгоритмічного мислення показав застосування не тільки традиційних методів та засобів навчання, а й більш сучасних і прогресивних. Найбільша перевага віддається застосуванню комп'ютерних програм та ігрових методів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про підвищену увагу як вітчизняних, так і зарубіжних науковців до проблеми формування алгоритмічного мислення у студентів та учнів в процесі вивчення інформатики та програмування.

Нині не існує загально визнаного підходу щодо визначення поняття «алгоритмічне мислення». Зміст та обсяг поняття «алгоритмічне мислення» розглядали Я. Грудьонов, Т. Губіна, А. Ершов, Г. Звенигородський, Г. Лебедев, Т. Лебедева, А. Кушніренко та інші. Наприклад, А. Ершов та Г. Звенигородський визначають алгоритмічне мислення як «уміння планувати структуру дій, необхідних для досягнення мети, за допомогою фіксованого набору засобів».

На нашу думку, найбільш точно наголосив на педагогічній цінності алгоритмічного мислення Д. Кнут у [6]: «... людина насправді не розуміє щось, поки вона не вчить цього когось іншого. Насправді людина справді не розуміє щось, поки вона не зможе навчити його комп'ютера, тобто подати його як алгоритм».

Способи формування алгоритмічного мислення досліджували такі вчені: Я. Зайдельман, Л. Самовольнова, Г. Лебедев, В. Ісаков, В. Ісакова, С. Волошинов. Виокремлювали різні структурні компоненти алгоритмічного мислення Т. Губіна, Л. Сметаніна, С. Волошинов, О. Газейкін, адаптуючи їх до різних предметних дисциплін.

Метою статті є огляд та аналіз зарубіжних наукових публікацій щодо формування алгоритмічного мислення студентів і школярів у процесі вивчення інформатики та програмування, узагальнення результатів дослідження науковців.

Виклад основного матеріалу. Для пошуку інформації використовували Scopus Preview та Google академію, запит містив такі терміни: «алгоритмічне мислення», «алгоритмічна компетентність», а також було використано обмеження в пошуку, зокрема:

1. Дослідження, опубліковані в період із 2010–2020 р.;
2. Галузь знань «Computer Science»;
3. Дослідження, опубліковані в науковому журналі.

У результаті пошуку було відфільтровано 32 статті, переглянувши зміст наукових публікацій нас зацікавило п'ять статей, де, на нашу думку, автори описали цікаві та сучасні методи та засоби з формування алгоритмічного мислення в процесі навчання інформатики та програмування, результати представлені в таблиці 1.

Науковці Gerald Futschek, Julia Moschitz у статті «Developing Algorithmic Thinking by Inventing and Playing Algorithms» описується методика формування у студентів алгоритмічного мислення за допомогою вигадування ігрових алгоритмів. У статті представлено метод, коли студенти вигадують алгоритми для розв'язання певних задач. Для розроблення та впровадження алгоритмів залучаємо самих учнів, вони грають в алгоритми. Набагато більше мотивації та ототожнення виникає, коли студенти отримують можливість винайти власні алгоритми для розв'язання проблеми. Тоді гра в алгоритми стає більш приваблива [4].

На думку авторів, цей процес складеться з п'яти кроків:

1. Проаналізувати проблему
2. Знайти ідею розв'язання
3. Сформулювати алгоритм
4. Відтворення алгоритму
5. Корегування алгоритму (рисунок 1).

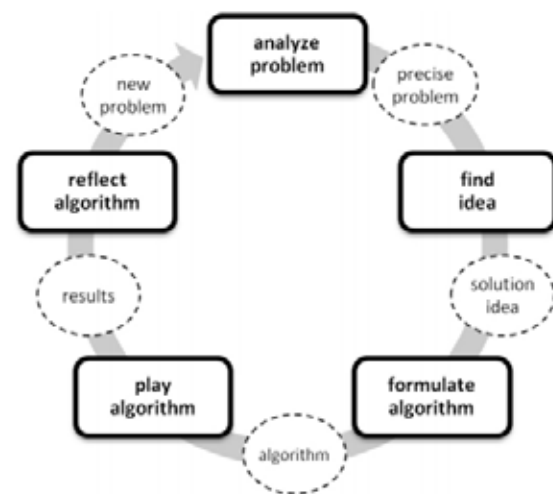


Рис. 1. Процес навчання шляхом винайдення алгоритмів

Таблиця 1

Список авторів і статей

Gerald Futschek, Julia Moschitz	Developing Algorithmic Thinking by Inventing and Playing Algorithms Gerald
Vinayakumar R, Soman KP and Pradeep Menon	«Alg-Design: facilitates to learn Algorithmic thinking for beginners».
Nardie L. J.A. Fanchamps, Lou Slangen, Paul Hennissen, Marcus Specht.	The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efcacy using Lego robotics in two types of instruction
Oscar Javier Castelblanco, Laura Milena Donado, Eduardo A. Gerlein, Enrique Gonzalez	KALA: Robotic Platform for Teaching Algorithmic Thinking to Children
Stephen Cooper, Stephen Cooper и Randy Pausch	Developing Algorithmic Thinking With Alice

Роль учителя змінюється в цьому процесі від традиційного вчителя до тренера. Він мотивує студентів постановкою проблемних питань, таким чином учні виходять на першу лінію, це стимулює їх бути активними. Всі процеси виконуються самостійно, за потреби тренер ініціює процеси, але він не бере активної участі у пошуку, тестуванні та вдосконаленні рішення. Важливими для цього процесу є проблемні питання відповідно до віку, попередніх знань та досвіду.

Основна мета гри в алгоритми – з'ясувати, наскільки розроблений алгоритм є працездатним та чиє можливість його подальшого використання, але не менш важливим в цьому процесі можливість дати студентами відчути себе розробниками. Результати рефлексії дослідження – це нові проблеми, які потрібно розв'язати. Завдання рефлексії – з'ясувати ефективність алгоритму. Під час навчання в групах учні багато чого навчаються один від одного, крім того, мотивація та допомога викладача дають можливість ефективніше засвоювати нові теми та вдосконалювати свої навички з розроблення та впровадження алгоритмів.

Авторами статті експериментально доведено, що засіб вигадкування алгоритмів – це ефективний метод навчання, який можна застосовувати як з новачками, так і з досвідченими учнями. Студенти можуть розіграти алгоритми добре підібраних завдань повсякденного життя та дізнатися природним шляхом передові алгоритмічні концепції, такі як паралельність, синхронізація, мовлення, загальні змінні тощо.

Одним із засобів підвищення алгоритмічного мислення в процесі навчання у виші, на думку авторів Vinayakumar R, Soman K.P. і Pradeep Menon, є використання візуально-блокового середовища Alg-Design; ця робота представлена в статті «Alg-Design: facilitates to learn Algorithmic thinking for beginners» [5].

Alg-Design – це перша платформа, яка працює в браузері, має візуальне середовище для створення алгоритмічного дизайну, індійською мовою. Система підтримує в більшості браузерів, таких як Internet Explorer, Google Chrome, Firefox та Safari. Отримати доступ до платформи можна з будь-яких пристроїв: персонального комп'ютеру, ноутбуку, смартфона [5].

У роботі автори проаналізували найбільш поширені програмні засоби Scratch, Alice для формування алгоритмічного мислення. Та довели доцільність використання саме Alg-Design в місцевих навчальних закладах (рис. 2).

Цей програмний засіб використовується не тільки студентами, які вивчають проектування та аналіз алгоритмів, а й для набуття алгоритмічних навичок, обчислювального мислення. Автори пропонують впровадити Alg-Design для шкіл K-12 та дослідити концепцію обчислювального мислення

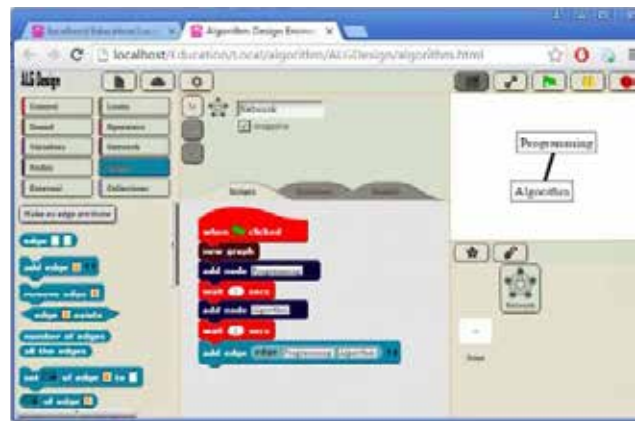


Рис. 2 Інтерфейс Alg-Design

за допомогою створення дизайнерської діяльності. Візуальне програмне середовище мотивує студентів, та заохочує на створення особистих проєктів. Користувачі починають грати з ним, створюючи власний дизайн алгоритму. Але під час створення складних алгоритмів, наприклад: трикутник Серпінського, Ханойська вежа, найкоротший алгоритм шляху та ін., у студентів виникали проблеми з реалізацією цих алгоритмів, що вказувала на невисокий рівень підготовки. Значна кількість студентів почали інтегрувати звуки та зображення в процес проектування алгоритму.

Автори експериментально довели ефективність впровадження цієї платформи в навчання та вдосконалили навички алгоритмічного та обчислювального мислення.

Ще одним із популярних засобом формування алгоритмічного мислення є використання робототехніки Lego. Дослідження формування алгоритмічного мислення в процесі навчання, за циклом програм Sense-Reason-Act (SRA) описали використання робототехніки Lego, у своїй роботі «The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction» автори: Nardie L. J.A. Fanchamps, Lou Slangen, Paul Hennissen, Marcus Specht [3].

У статті наводяться докази того, що програмування роботів може розширити алгоритмічне мислення як компонент обчислювального мислення.

Дослідження свідчить про збільшення здібностей з алгоритмічного мислення залежно від кількості використання SRA. Програмування за до допомогою циклу SRA можна розглядати як причину вимірюваного ефекту. Було експериментально доведено, що використання робототехніки впливає на математичні навички респондентів. Порівнюючи тест до та після, показують, що учні, які програмують роботів Lego за допомогою SRA- підходу застосовують більше складні та правильно побудовані алгоритми, на рисунку 3 показана концептуальна модель цього методу [3].



Рис. 3. Схематичне зображення концептуальної моделі

Автори експериментально доведено, що програмування з циклом SRA призводить до вищої алгоритмічної майстерності і, таким чином, має позитивний вплив на математичні навички респондентів. Висновки з роботи доводять, що застосовувати програмування SRA в контексті робототехніки Lego призводить до більш високого рівня алгоритмічної майстерності.

Не новий, але ефективний засіб із формування алгоритмічного мислення описано в статті «KALA: Robotic Platform for Teaching Algorithmic Thinking to Children» автори Oscar Javier Castelblanco, Laura Milena Donado, Eduardo A. Gerlein, Enrique Gonzalez. Описується застосування та реалізація KALA робот в середовищі KAREL. Як зазначалось раніше, цей метод є не новий, він був розроблений у 1970 році як інноваційний засіб навчити дітей алгоритмічного мислення, авторами доведено доцільність використання цього засобу в процесі навчання інформатики. Інтерфейс програми є простим та інтуїтивно-зрозумілим (рис. 4) [1].

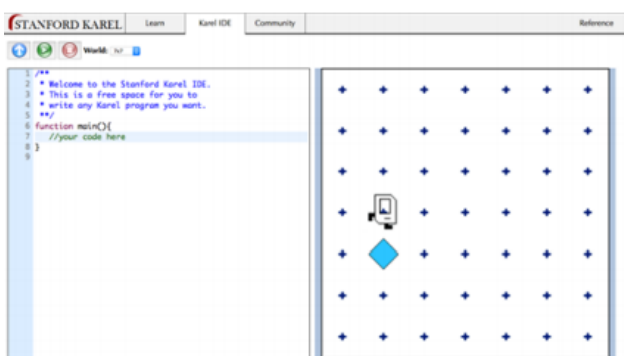


Рис. 4. Інтерфейс KAREL

У KALA намагається наблизити світ до реального життя, вона включає платформу, яка складається з диференціального роботу, мобільних додатків та налаштований інтерактивних дощок лабіринтів. Програмування KALA здійснюється за допомогою мобільного додатка, де користувач програмує низку інструкцій, які виконує KALA-виконувач, навігація відбувається по інтерактивній дошці-лабіринту.

У статті описано впровадження KALA The Robot, як дидактичну платформу, яка створена

для навчання алгоритмічного мислення учнів. У режимі програмування користувачі можуть програмувати послідовність рухів, додаючи набір простих навігацій та команд для виходу з лабіринту. Вимоги до робота засновані на функціональних можливостях середовища KAREL. Основна функція KALA – орієнтуватися по лабіринту. Було визначено, що найкращий для цього підходить – диференціальна тяга. Тому був спроектований колісний робот, рух якого здійснюється та досягається двома окремо приводними колесами, розташованими по обидві сторони корпусу робота та ролик кулі для підтримки ваги робота. Диференціальна тяга дозволяє роботу змінити його напрямок, застосовуючи різну швидкості обертання до кожного колеса, навіть досягаючи обертання навколо власної осі без додаткового рульового механізму, на рисунку 5 представлено робот KALA.



Рис. 5. KALA робот

Тестування програмного засобу проводилося за участю учнів, які показували високий рівень зацікавленості в процесі роботи з програмою, завдяки фізичній взаємодії з предметами. Автори роботи за допомогою тестів показали покращення алгоритмічного мислення. Висновком до роботи є використання робота KALA як інструменту для навчання алгоритмічного мислення. показали багатообіцяючі результати, які можна посилити за допомогою впровадження цієї платформи в процес навчання.

Науковці Stephen Cooper, Stephen Cooper и Randy Pausch в статті «Developing Algorithmic Thinking With Alice» пропонують використання інструментів 3D-анімації, зокрема Alice [2].

Alice – це нова технологія, яка забезпечує навчальне середовище, що може бути корисним для розвитку алгоритмічного мислення, це інструмент для 3-D анімації, який передбачає створення інтерактивних анімацій в 3-D світі, підтримка та навчання алгоритмів для початківців у програмуванні, рисунок 6. За допомогою візуалізації цей

метод дає можливість краще засвоїти новий матеріал та повторити пройдений.

Автори роботи зазначають, що використання Alice доцільно застосовувати після опанування програмного забезпечення Karel.



Рис. 6. Alice інтерфейс

Це середовище дає можливість студентам самостійно модулювати власний віртуальний світ. Користувачам дається можливість написання простих програм для анімації об'єктів (тварин, транспортні засоби та ін.), є можливість додавати рух, колір, звук та інше. У процесі роботи можна контролювати зовнішній вигляд об'єкта та поведінку. Автори статті експериментально довели ефективність використання інструментарію Alice в процесі навчання студентів інформаційним технологіям.

Висновки. Алгоритм – одне з фундаментальних понять, яке використовується в різних областях знання, але вивчається в інформатики. Робота з алгоритмами розвиває інтерес учнів до процесу навчання, вони прагнуть замінити запропонований алгоритм більш простим і обґрунтувати доцільність такої заміни, що розвиває їх творче і конструктивне мислення. Працюючи за алгорит-

мом і складаючи алгоритми, студенти вчать концентрувати свою увагу. Аналіз зарубіжної літератури показав, що застосування візуально-блокове середовище Alg-Design, робототехніки Lego, KALA робот в середовищі KAREL та навчальне середовище – Alice, метод вигадування ігрових алгоритмів заохочують студентів до навчання та покращує алгоритмічне мислення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Castelblanco O.J., Donado L.M., Gerlein E.A., Gonzalez E. KALA: Robotic Platform for Teaching Algorithmic Thinking to Children. 2019. *Joint IEEE 9th International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob)*. Oslo, Norway, August 19–22, 2019. P. 260–265. DOI: <http://doi.org/10.1109/DEVLRN.2019.8850694>.
2. Cooper S., Dann W., Pausch R. Developing algorithmic thinking with Alice. *Proceedings of ISECON*. 2000. Vol. 17. P. 506–539.
3. Fanchamps N.L.J.A., Slangen L., Hennissen P., Specht M. The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction. *International Journal of Technology and Design Education*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09559-9>.
4. Futschek G., Moschitz J. Developing algorithmic thinking by inventing and playing algorithms. *Proceedings of the 2010 Constructionist Approaches to Creative Learning, Thinking and Education*. Paris, France. 2010. 10 p. URL: http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_187461.pdf.
5. Vinayakumar R., Soman K., Menon P. Alg-Design: Facilitates to Learn Algorithmic Thinking for Beginners. 2018. *9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. 2018. P. 1–6. DOI: <http://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8493952> (cited on page 36).
6. Кнут Д.Э. «Алгоритмическое мышление и математическое мышление». URL: http://ai.obrazec.ru/ai_sense.htm.
7. Пушкарева Т.П., Степанова Т.А. и Калитина В.В. Дидактические средства развития алгоритмического стиля мышления студентов. *Образование и наука*. 2017. Т. 19. № 9. С. 126–143.