

М. Ф. Бирка

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри педагогіки, психології та теорії управління освітою
Інституту післядипломної педагогічної освіти Чернівецької області

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ

Розгляд алгоритмічного мислення як наукової проблеми аргументований нами як недолік наукової теорії, що зумовлений нестачей або відсутністю цілеспрямованих наукових досліджень з визначеної проблематики, який загрожує реалізації потенціалу і потребам особистості в технологічному суспільстві. Разом з тим, вирішення цієї наукової проблеми дасть змогу не тільки розширити знання про успішну і ефективну життєдіяльність особистості в технологічному суспільстві на основі активного використання алгоритмічного мислення, а й значно їх поглибити та перевести з теоретичної площини у практичну.

За результатами проведеного бібліометричного та наукометричного аналізу, на основі логіки наукового пізнання, а також власного бачення виокремлено чотири групи перспективних напрямів дослідження алгоритмічного мислення як наукової проблеми, які спрямовані на її всебічне, комплексне і системне розкриття: 1) методологічні аспекти, спрямовані на визначення засобів, методів та прийомів наукового пізнання на всіх рівнях методології: філософському, загально-науковому, конкретно-науковому і рівні дослідження. За допомогою методології суб'єкт пізнання зможе отримати нові знання про феномен алгоритмічного мислення; 2) теоретичні аспекти, спрямовані на проникнення у суть досліджуваного феномену з метою пізнання його законів, закономірностей, принципів, теорій тощо. Таке пізнання дає змогу пояснити суть алгоритмічного мислення та визначити його взаємозв'язки з предметами, об'єктами і процесами реальної дійсності; 3) технологічні аспекти спрямовані на визначення технологічних етапів, форм, інструментарію, методів і засобів, необхідних для успішного і ефективного формування алгоритмічного мислення, а також для оцінювання рівня його розвитку; 4) практичні аспекти, спрямовані на детальний опис шляхів практичної реалізації вже визначених теоретичних і технологічних аспектів досліджуваної проблеми.

Визначений перелік з 57 тем наукових досліджень може слугувати орієнтиром для обрання теми дослідження науковцями і практиками, у тому числі і для проведення спеціальних комплексних дисертаційних досліджень.

Ключові слова: алгоритмічне мислення, алгоритмічний інтелект, перспективні напрями дослідження, тематика досліджень, наукометрія.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Алгоритм – фундаментальне поняття комп'ютерних наук, проте зараз алгоритми широко використовуються в інших науках, в тому числі і соціальних. В умовах технологічного суспільства ефективність будь-якої діяльності неможлива без її чіткої організації, що потребує побудови оптимальної послідовності дій з найменшими витратами ресурсів для отримання бажаного результату – тобто побудови відповідного алгоритму. Відтак, діяльність особистості в сучасному технологічному суспільстві має передбачати роботу за алгоритмами, з алгоритмами, а також на складання потрібного алгоритму. Крім цього, побудова власних алгоритмів допоможе особистості краще, швидше та легше розв'язувати проблеми в усіх сферах життя, адже це передбачає пошук їх оптимального вирішення з огляду на наявні ресурси, час та результат. Все це потребує розвинутого алгоритмічного мис-

лення особистості, оскільки алгоритм є саме його продуктом.

Разом з тим, у сучасній науці домінує парадигма алгоритмічного мислення як атрибуту комп'ютерних наук, інформатики та програмування, що, на нашу думку, не відповідає дійсності. Адже, потенційні можливості алгоритмічного мислення як змістовного інструментарію розвитку особистості в технологічному суспільстві обмежуються тільки наявними науковими розвідками.

У контексті викладеного вище особливої важливості набуває виокремлення перспективних напрямів дослідження проблеми алгоритмічного мислення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема алгоритмічного мислення широко розглядається багатьма українськими та зарубіжними науковцями, проте переважно в контексті вивчення комп'ютерних дисциплін, це зокрема: алгоритмічне мислення як складова ІКТ-компетентності (Л. Жако, П. Шлаві)[15]; формування алгоритмічного

мислення молодших школярів на уроках інформатики (В. Вдовенко) [2]; змістові аспекти алгоритмічного мислення (особливості, рівні розвитку та основні форми) (М. Ковальчук) [4]; про проблему формування алгоритмічного мислення (сутність та основні проблеми, що виникають при його формуванні у школярів та студентів при вивченні дисципліни «Інформатика») (Р. Тадевосян, О. Шевчук) [5]; можливий шлях розвитку алгоритмічного мислення (Г. Геда, Ч. Біро) [10]; навчання алгоритмам для розвитку алгоритмічного мислення студентів-інформатиків (Д. Гонда, В. Дуріш, А. Тирпакова, Г. Павловіцова) [11]; вміння алгоритмічного мислення без комп'ютера для майбутніх учителів інформатики (Ч. Гюлер) [12]; про важливість удосконалення навичок алгоритмічного мислення учнів (М. Грубий) [130]; сценарії навчання і заохочення алгоритмічного мислення (Дж. Мезак, П. Папак) [14].

Досліджень щодо розвитку алгоритмічного мислення за межами ІКТ-сфери небагато: алгоритмічне мислення як інструмент ефективної професійної діяльності вчителя у світі VUCA (М. Бирка) [1]; заохочення алгоритмічного мислення без комп'ютера (Б. Бертон) [8]; алгоритмічне мислення як новий вимір навчання у вищій освіті (М. Бирка, А. Сущенко, А. Сват'єв, В. Мазін, О. Верітов) [9].

Проте, більшість наукових розвідок розкривають лише окремі аспекти проблеми алгоритмічного мислення, тому ця проблема наразі залишається малодослідженою.

Мета дослідження – визначити сучасний стан дослідження проблеми алгоритмічного мислення як змістовного інструментарію розвитку особистості в технологічному суспільстві та виокремити й сформулювати можливі перспективні напрями наукових розвідок.

Методологія дослідження. Для досягнення мети дослідження використано низку методів наукового пізнання:

– систематизація і узагальнення наукових джерел для обґрунтування актуальності проблеми дослідження;

– бібліометричний аналіз з метою визначення найбільш та найменш досліджуваних питань алгоритмічного мислення;

– наукометричний аналіз наукової активності дослідників з України та за кордоном з проблеми алгоритмічного мислення;

– синтез та абстрагування – для обґрунтування можливих напрямів подальшого дослідження проблеми алгоритмічного мислення.

Базою дослідження стали українські та міжнародні бази наукових публікацій (Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського, сайт Національної академії педагогічних наук України, бази Web of Science та Scopus).

Виклад основного матеріалу дослідження.

З огляду на те, що поняття «проблема» є ключовим для нашого дослідження, вважаємо за доцільне визначити його сутність.

Так, «Філософський енциклопедичний словник» визначає поняття «проблема» (від грецьк. πρόβλημα – задача, утруднення) як «клас завдань, що потребують практичного розв'язання в нестандартних умовах, чи евристична ситуація, яка пов'язана з неоднозначністю, можливістю альтернативних рішень» [6, с. 524.]. При цьому, вказано, що вирішення проблеми може відбуватися без попередньо заданих методів, адже їх знаходять у процесі роботи. Важливим також є те, що вирішення наукової проблеми не тільки розширює знання, а й поглиблює їх [6, с. 524].

На думку І. Шоробури, Є. Долинського та О. Долинської [7], «проблема» – це «об'єкт (питання, недолік чи потреба чогось, завада, перепона від надлишку чи наявності чогось, процес) явище збуджувального характеру», який виступає як стимул діяльності спонукального характеру, що зумовлений незадоволенням попитом чи нереалізованими потребами (нестача або відсутність, надлишок або наявність будь-чого), дефектами, вадами чи загрозами, що змушує цілеспрямовано ліквідувати проблему шляхом зміни стану об'єкту.

Таким чином, розгляд алгоритмічного мислення як наукової проблеми може бути аргументований як недолік наукової теорії, що зумовлений нестачей або відсутністю цілеспрямованих наукових досліджень з визначеної проблематики, який загрожує реалізації потенціалу і потребам особистості в технологічному суспільстві. Разом з тим, вирішення наукової проблеми алгоритмічного мислення дає змогу не тільки розширити знання про успішну і ефективну життєдіяльність особистості в технологічному суспільстві, а й значно їх поглибити та перевести з теоретичної площини у практичну.

За результатами проведеного бібліометричного та наукометричного аналізу, на основі логіки наукового пізнання, а також власного бачення виокремлено **чотири групи перспективних напрямів дослідження алгоритмічного мислення як наукової проблеми**, які спрямовані на її всебічне, комплексне і системне розкриття: 1) методологічні аспекти; 2) теоретичні аспекти; 3) технологічні аспекти; 4) практичні аспекти.

Так, **методологічні аспекти** дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення, які утворюють *першу групу перспективних напрямів дослідження*, спрямовані на визначення засобів, методів та прийомів наукового пізнання на всіх рівнях методології: філософському, загально-науковому, конкретно-науковому і рівні дослідження. За допомогою методології суб'єкт пізнання зможе

отримати нові знання про феномен алгоритмічного мислення [3].

Отже, на нашу думку, до методологічних аспектів дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення слід віднести наступні питання:

1. Дискурсивний аналіз методологічних засад дослідження проблеми формування алгоритмічного мислення на різних рівнях методології.

2. Методи дослідження проблеми формування алгоритмічного мислення.

3. Методологічні засади обґрунтування алгоритмічного мислення.

4. Методологічні основи впровадження алгоритмічного мислення у суспільну та освітню практику.

5. Методологічні основи побудови системи формування алгоритмічного мислення.

6. Міждисциплінарний характер алгоритмічного мислення.

7. Соціокультурні чинники алгоритмічного мислення.

8. Тенденції, закономірності та принципи формування алгоритмічного мислення.

Теоретичні аспекти дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення, що віднесені нами до *другої групи перспективних напрямів дослідження*, спрямовані на проникнення у суть досліджуваного феномену з метою пізнання його законів, закономірностей, принципів, теорії тощо. Таке пізнання дає змогу пояснити суть алгоритмічного мислення та визначити його взаємозв'язки з предметами, об'єктами і процесами реальної дійсності.

Відтак, на наше переконання, до теоретичних аспектів дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення доцільно включити такі питання як-от:

1. Аксиологічні аспекти розвитку алгоритмічного мислення.

2. Алгоритмічне мислення в житті людини.

3. Алгоритмічне мислення як умова інформаційної культури.

4. Алгоритмічний інтелект.

5. Алгоритмічний спосіб мислення.

6. Алгоритмічний стиль мислення.

7. Алгоритмічний тип мислення.

8. Взаємозв'язок понять «алгоритмічний інтелект» та «обчислювальний інтелект».

9. Вікові та професійні особливості алгоритмічного мислення.

10. Внутрішні алгоритми людини, які контролюють час і масштаби її поведінки в навколишньому середовищі.

11. Вплив алгоритмічної діяльності на ефективність навчання.

12. Дослідження когнітивних процесів алгоритмічного мислення та їх взаємозв'язок з іншими аспектами функціонування особистості.

13. Зарубіжний досвід з проблеми формування алгоритмічного мислення.

14. Застосування алгоритмів у житті людини (алгоритми руху, алгоритми вибору дії, гібридні алгоритми та ін.).

15. Застосування алгоритмічному підходу у професійній діяльності фахівця.

16. Компоненти алгоритмічного мислення в вимірах знання, уміння і якості (KSA statement).

17. Місце алгоритмічного мислення в шкільному курсі «Інформатика».

18. Місце і роль алгоритмічного мислення в контексті української культури та освіти.

19. Підходи щодо формування та розвитку алгоритмічного мислення.

20. Розвиток алгоритмічного мислення: психо-когнітивні стадії.

21. Синергія різних видів мислення особистості як головний ресурс алгоритмічного мислення.

22. Специфічні властивості, риси та особливості, що характеризують алгоритмічне мислення.

23. Становлення та розвиток алгоритмічного мислення в Україні.

24. Структура та зміст алгоритмічного мислення.

25. Структурні компоненти алгоритмічного мислення.

26. Сутнісні характеристики алгоритмічного мислення.

27. Сутність поняття «алгоритмічне мислення».

28. Сутність поняття «алгоритмічний інтелект».

29. Трансформація способу життя особистості в умовах технологічного суспільства.

30. Фактори, які впливають на формування та розвиток алгоритмічного мислення.

31. Формування алгоритмічної культури особистості.

Технологічні аспекти дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення, що утворюють *третю групу перспективних напрямів дослідження*, спрямовані на визначення технологічних етапів, форм, інструментарію, методів і засобів, необхідних для успішного і ефективного формування алгоритмічного мислення, а також для оцінювання рівня його розвитку.

Таким чином, на наш погляд, технологічні аспекти дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення інтегрує наступний перелік питань:

1. Дидактичні умови формування та розвитку алгоритмічного мислення.

2. Ефективне співвідношення теоретичної і практичної складових процесу формування алгоритмічного мислення.

3. Навчально-методичне забезпечення формування алгоритмічного мислення.

4. Організаційно-педагогічні умови формування алгоритмічного мислення.

5. Організація процесу формування алгоритмічного мислення.

6. Особливості формування та розвитку алгоритмічного мислення.

7. Процес (етапи) формування алгоритмічного мислення.

8. Психолого-педагогічні засади формування алгоритмічного мислення.

9. Рівні та індикатори розвитку алгоритмічного мислення.

10. Технології формування алгоритмічного мислення.

11. Шляхи формування та розвитку алгоритмічного мислення.

Практичні аспекти дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення, що утворюють *четверту групу перспективних напрямів дослідження*, спрямовані на детальний опис шляхів практичної реалізації вже визначених теоретичних і технологічних аспектів досліджуваної проблеми.

Тому, на нашу точку зору, практичні аспекти дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення охоплюють такі питання як-от:

1. Виявлення основних проблем, що виникають у ході формування алгоритмічного мислення.

2. Включення алгоритмічного мислення у процедуру організації освітнього процесу.

3. Експериментальна апробація технологій формування алгоритмічного мислення.

4. Емпірична валідація технологій формування алгоритмічного мислення.

5. Засоби формування та розвитку алгоритмічного мислення.

6. Оцінка ефективності технологій формування алгоритмічного мислення.

7. Оцінювання рівня сформованості (розвитку) алгоритмічного мислення.

Висновки. Таким чином, розгляд алгоритмічного мислення як наукової проблеми може бути аргументований як недолік наукової теорії, що зумовлений нестачею або відсутністю цілеспрямованих наукових досліджень з визначеної проблематики, який загрожує реалізації потенціалу і потребам особистості в технологічному суспільстві. Разом з тим, вирішення наукової проблеми алгоритмічного мислення дає змогу не тільки розширити знання про успішну і ефективну життєдіяльність особистості в технологічному суспільстві, а й значно їх поглибити та перевести з теоретичної площини у практичну.

За результатами проведеного бібліометричного та наукометричного аналізу, на основі логіки наукового пізнання, а також власного бачення нами виокремлено чотири групи перспективних напрямів дослідження наукової проблеми алгоритмічного мислення, які орієнтовані на її все-

бічне, комплексне і системне розкриття: 1) *методологічні аспекти*, які спрямовані на визначення засобів, методів та прийомів наукового пізнання на всіх рівнях методології: філософському, загально-науковому, конкретно-науковому і рівні дослідження. За допомогою методології суб'єкт пізнання зможе отримати нові знання про феномен алгоритмічного мислення; 2) *теоретичні аспекти*, які спрямовані на проникнення у суть досліджуваного феномену з метою пізнання його законів, закономірностей, принципів, теорії тощо. Таке пізнання дає змогу пояснити суть алгоритмічного мислення та визначити його взаємозв'язки з предметами, об'єктами і процесами реальної дійсності; 3) *технологічні аспекти*, які спрямовані на визначення технологічних етапів, форм, інструментарію, методів і засобів, необхідних для успішного і ефективного формування алгоритмічного мислення, а також для оцінювання рівня його розвитку; 4) *практичні аспекти*, які спрямовані на детальний опис шляхів практичної реалізації вже визначених теоретичних і технологічних аспектів досліджуваної проблеми.

Серед *перспективних напрямів* подальших наукових розвідок визначимо такий як розробка діагностичних засобів для ефективного оцінювання рівня сформованості алгоритмічного інтелекту особистості.

Список використаної літератури:

1. Бирка М.Ф. Алгоритмічне мислення як ключова умова ефективності професійної діяльності сучасного вчителя у світі VUCA. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. Вип. 66. Т. 1. С. 97–102. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.66-1.20>
2. Вдовенко В.В. Формування алгоритмічного мислення молодших школярів на уроках інформатики. *Наукові записки КДПУ. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 11, Ч. 4. С. 23–27.
3. Галян О.В. Методологія та організація наукових досліджень: навч.-метод. видання. Луцьк: Вежа-Друк, 2021. 26 с.
4. Ковальчук М. Б. Змістові аспекти алгоритмічного мислення. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 3 (17). С. 61–66.
5. Тадевосян Р.Г., Шевчук О.Ф. Про проблему формування алгоритмічного мислення. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. Вип. 41. С. 93–101.
6. Філософський енциклопедичний словник / В.І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ: Інститут

- філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002. 742 с.
7. Шоробура І.М., Долинський Є.В., Долинська О.О. Менеджмент вищої освіти: навч. посіб. Хмельницький: ПП Заколотний М.І., 2015. 259 с.
 8. Burton B. Encouraging algorithmic thinking without a computer. *Olympiads in Informatics*. 2010. Vol. 4. Pp. 3–14.
 9. Byrka M.F., Sushchenko A.V., Svatiev A.V., Mazin V.M., Veritov O.I. A New Dimension of Learning in Higher Education: Algorithmic Thinking. *Propósitos y Representaciones*. 2021. Issue 9 (SPE2), e990. DOI: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE2.990>
 10. Geda G., Bíró Cs. A Possible Way to Develop Algorithmic Thinking. *Acta Didactica Napocensia*. 2020. No. 13(1). Pp. 19–28.
 11. Gonda D., Duriš V., Tírpáková A., Pavlovicová G. Teaching Algorithms to Develop the Algorithmic Thinking of Informatics Students. *Mathematics*. 2022. Vol. 10, 3857. 13 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/math10203857>
 12. Güler Ç. Algorithmic Thinking Skills without Computers for Prospective Computer Science Teachers. *Journal of Theoretical Educational Science*. 2021. Vol. 14(4). Pp. 570–585.
 13. Hrubý M. The importance of students' algorithmic thinking skill improvement. *IT Tools – Good Practice of Effective Use in Education*. Studio-Noa for University of Silesia, Katowice-Cieszyn, 2015. Pp. 383–390.
 14. Mezak J., Papak P. Learning scenarios and encouraging algorithmic thinking. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2018. Pp. 0760–0765. DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400141>
 15. Zsakó L., Szlávi P. ICT Competences: Algorithmic Thinking. *Acta Didactica Napocensia*. 2012. No. 5(2). Pp. 49–58.

Byrka M. Promising directions of research into the problem of algorithmic thinking

The article considers that the consideration of algorithmic thinking as a scientific problem can be argued as a shortcoming of scientific theory, which is due to the lack or absence of targeted scientific research on a specific issue. The shortcoming threatens the realization of the potential and needs of the individual in a technological society. At the same time, solving the scientific problem of algorithmic thinking makes it possible not only to expand knowledge about the successful and effective life activity of an individual in a technological society, but also to significantly deepen it and transfer it from the theoretical plane to the practical one.

According to the results of the bibliometric and scientometric analysis, based on the logic of scientific knowledge, as well as one's own vision, four groups of promising directions for the study of algorithmic thinking as a scientific problem, which are aimed at its comprehensive, complex and systematic disclosure, are distinguished: 1) methodological aspects aimed at determining the means, methods and techniques of scientific knowledge at all levels of methodology: philosophical, general-scientific, concrete-scientific and research levels. With the help of the methodology, the subject of cognition will be able to gain new knowledge about the phenomenon of algorithmic thinking; 2) theoretical aspects, aimed at penetrating the essence of the phenomenon under study in order to learn its laws, regularities, principles, theory, etc. Such knowledge makes it possible to explain the essence of algorithmic thinking and to determine its relationships with subjects, objects and processes of real reality; 3) technological aspects are aimed at determining the technological stages, forms, tools, methods and means necessary for the successful and effective formation of algorithmic thinking, as well as for evaluating the level of its development; 4) practical aspects aimed at a detailed description of the ways of practical implementation of already defined theoretical and technological aspects of the researched problem.

The specified list of 57 promising themes of scientific research can serve as a good reference point for choosing a research idea or subject by scientists and practitioners, including for conducting special complex dissertation studies.

Key words: *algorithmic thinking, algorithmic intelligence, promising research directions, research topics, scientometrics.*