

ВИЩА ШКОЛА

УДК 37.09:004.021

DOI <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2025.98.10>**М. Ф. Бирка**

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри диференційних рівнянь
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

А. В. Сущенко

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри теорії й методики фізичного виховання,
адаптивної та масової фізичної культури
Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка

В. М. Лучко

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри диференційних рівнянь
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Г. М. Перун

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри диференційних рівнянь
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

В. С. Лучко

кандидат фізико-математичних наук,
асистент кафедри алгебри та інформатики
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

КОНЦЕПТИ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ АЛГОРИТМІЧНОГО МИСЛЕННЯ В СПОСТЕРЕЖУВАНИХ І ВИМІРЮВАНИХ ПОКАЗНИКАХ

Алгоритмічне мислення, як ключова потреба та головна вимога технологічного суспільства, нині екстенсивно поширюється за межі ІКТ галузі та швидко набуває статусу значущого інструментарію, необхідного для ефективної реалізації інформаційної діяльності будь-якого фахівця. Адже створює нові можливості для оптимізації процесу розв'язування повторюваних проблем і завдань інформаційної діяльності фахівця освіти шляхом розробки відповідного алгоритму – чітких технологічних покрокових інструкцій, які можуть бути реалізовані як використанням ІКТ, так без них.

Попри те, що увага до алгоритмічного мислення як наукового феномену зростає, досліджень, спрямованих на визначення змісту алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних характеристиках, ще не проводилося, а його величезний потенціал ще й досі не розкритий.

Проведене дослідження реалізовано у 4 етапи: 1) аналіз існуючих наукових джерел з проблеми алгоритмічного мислення з метою виокремлення сукупності характеристик (знань, вмінь та здатностей), які використовуються для його визначення; 2) розробка опитувальника для визначення змісту алгоритмічного мислення, який базується на основі п'яти-крокової універсальної послідовності розробки алгоритму; 3) проведення опитування серед широкого спектру фахівців галузі освіти; 4) аналіз даних з метою отримання змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних характеристиках: знання, вміння та здатності.

Опитування здійснювалось із залученням 117 експертів – фахівців освітньої галузі, а саме: 11 викладачів, які читають курси з алгоритмів та інформатики, 23 практикуючих вчителів інформатики, 35 студентів 3-4 курсів підготовки вчителів інформатики та 48 магістрів з інформатики. Експертна оцінка сукупності спостережуваних і вимірюваних характеристик змісту алгоритмічного мислення відбувалася за допомогою шкали П. Лайкерта.

В результаті дослідження отримано сто спостережуваних і вимірюваних показників змісту алгоритмічного мислення у структурній рамці «знання, вміння та здатності» (32 показники знань, 38 показників умінь та 30 показників здатностей).

Ключові слова: ІКТ, вища освіта, алгоритмічне мислення, спостережуваний і вимірюваний зміст алгоритмічного мислення, знання, вміння та здатності.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Алгоритмічне мислення – це нова вимога технологічного суспільства, яка створює безліч можливостей для оптимізації та підвищення якості інформаційної діяльності фахівцем будь-якої галузі, зокрема й освіти.

Хоча алгоритмічне мислення належить до ключових понять сфери ІКТ, воно виступає універсальним і незамінним інструментом для розробки алгоритмів, спрямованих на розв'язування інформаційних завдань, які в технологічному суспільстві виходять далеко за межі інформатики. У контексті інформаційної діяльності фахівців галузі освіти, алгоритмічне мислення, завдяки розробці і використанню ними алгоритмів уможливорює її оптимізацію завдяки виявленню більш ефективних рішень повсякденних рутинних справ і завдань як із застосуванням ІКТ, так і без них. Адже такі алгоритми розробляються з врахуванням сильних сторін фахівця, його власного бачення, а також рівня розуміння ним вимог, результатів і особливостей виконання конкретного завдання чи розв'язування конкретної проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних психолого-педагогічних досліджень засвідчує чималу кількість праць, спрямованих на вивчення потенціалу алгоритмічного мислення як феномену технологічного суспільства.

Зокрема, науковці дослідили наступні аспекти проблеми алгоритмічного мислення:

– важливість алгоритмічного мислення для сучасної освіти: алгоритмічне мислення як одна з ІКТ компетентностей особистості (Л. Зяко, П. Злаві) [11]; важливість удосконалення алгоритмічного мислення учнів (М. Грубий) [14]; змістові аспекти алгоритмічного мислення (М. Ковальчук) [4], компоненти ІКТ компетентності вчителів інформатики та математики (М. Бирка, А. Сущенко, Т. Лукашів) [7];

– формування та розвиток алгоритмічного мислення з використанням ІКТ: формування алгоритмічного мислення молодших школярів на уроках інформатики (В. Вдовенко) [3], про проблему формування алгоритмічного мислення (Р. Тадевосян, О. Шевчук) [5], потенційний шлях розвитку алгоритмічного мислення (Г. Геда, Ц. Біро) [9], викладання алгоритмів для розвитку алгоритмічного мислення учнів (Д. Гонда, В. Дуріш, А. Тріпакова, Г. Павлічкова) [10], приклади алгоритмічного мислення в навчанні програмуванню (Дж. Хромпковіч,

Т. Кон, Д. Комм, Г. Серафіні) [13], алгоритмічне мислення як змістовна складова когнітивних компетентностей майбутнього інженера (М. Ковальчук, А. Воївода, Є. Прозор) [15], сценарії для вивчення і заохочення алгоритмічного мислення (Дж. Мезак, П. Папак) [17], проект: ігри для вивчення алгоритмічного мислення (Дж. Куакікое, М. Лаанпере, К. Пата, Н. Хоїч-Бозіч, Р. Робценков) [18];

– формування та розвиток алгоритмічного мислення без використання ІКТ: алгоритмічне мислення як ключова умова ефективності професійної діяльності сучасного вчителя у світі VUCA (М. Бирка) [1], перспективні напрями дослідження проблеми алгоритмічного мислення. (М. Бирка) [2], заохочення алгоритмічного мислення без комп'ютера (Б. Бертон) [6], алгоритмічне мислення як новий вимір навчання у вищій школі (М. Бирка, А. Сущенко, А. Сват'єв, В. Мазін, О. Верітов) [8], вміння алгоритмічного мислення без комп'ютера для майбутніх учителів інформатики (Ч. Гюлер) [11].

Таким чином, у сучасній педагогічній науці накопичено чималий теоретичний і практичний досвід, який імпліцитно або латентно пов'язаний з темою нашого дослідження.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Однак й досі не висвітленим залишається питання визначення структури і змісту алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних показниках.

Мета дослідження – визначити, уточнити і охарактеризувати структуру і зміст алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних показниках «знання, вміння та здатності».

Досягнення визначеної мети передбачає виконання *наступних завдань*: 1) детермінувати теоретичні основи дослідження; 2) охарактеризувати методику дослідження; 3) представити зміст алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних показниках структурної рамки «знання, вміння та здатності».

Виклад основного матеріалу дослідження. Теоретичними основами дослідження виступають наступні теоретичні наукові праці: «Алгоритмічне мислення як інструмент ефективної професійної діяльності сучасного вчителя у світі VUCA» (М. Бирка) [1], в якому презентовано **універсальну послідовність з розробки алгоритму**; «Алгоритмічне мислення як новий вимір навчання у вищій школі» (М. Бирка, А. Сущенко, А. Сват'єв, В. Мазін, О. Верітов) [8], яке висвітлює **модель алгоритмічного мислення**, а праці

[12, 16, 19, 20], які розкривають різні аспекти **структури «знання, вміння та здатності»** (Knowledge, Skills, and Abilities framework – KSA framework).

Так, **універсальна послідовність з розробки алгоритму** (М. Бирка) [1], реалізується у п'ять кроків: 1) чітке формулювання очікуваних результатів, які будуть отримані після вирішення проблеми; 2) визначення всіх властивостей завдання (проблеми) та деталізація обмежень і ресурсів (час, матеріально-технічне забезпечення, фінанси тощо); 3) виділення та впорядкування основних дій, які необхідні для вирішення поставленого завдання (проблеми); 4) реалізація визначеної послідовності дій з урахуванням властивостей та обмежень проблеми; 5) співставлення отриманих результатів з бажаними та у разі потреби, корегування сукупності або послідовності визначених дій [1, с. 100].

Відмітимо, що розглянута послідовність також є алгоритмом, який дає змогу вирішувати завдання та оптимізувати діяльність фахівця не тільки в галузі ІКТ, а й з будь-якого предмета чи галузі за її межами, в яких дії повторюються.

Модель алгоритмічного мислення (М. Бирка, А. Суценко, А. Сват'єв, В. Мазін, О. Верітов) [8] розкриває феномен алгоритмічного мислення як інтегрованого комплексу, який включає інші простіші види мислення: *абстрактне, логічне, образне, концептуальне та конструктивне мислення*.

Так, *абстрактне та концептуальне мислення* необхідні для виконання першого та другого кроків запропонованої універсальної послідовності розробки алгоритму (чітке формулювання очікуваних результатів, які мають бути отримані після розв'язання задачі, визначення всіх властивостей завдання (проблеми) та деталізація обмежень і ресурсів (час, матеріально-технічне забезпечення, фінанси тощо); для виконання третього кроку (вибір та визначення послідовності необхідних дій, які необхідні для вирішення поставленого завдання (проблеми) необхідно застосувати *логічне, конструктивне та образне мислення*; для виконання четвертого (визначеної послідовності дій з урахуванням властивостей та обмежень проблеми) і п'ятого кроку (співставлення отриманих результатів з бажаними та у разі потреби, корегування сукупності або послідовності визначених дій) необхідне *концептуальне, логічне, конструктивне та образне мислення* [8, с. 7].

Структурна рамка «знання, вміння та здатності» (Knowledge, Skills, and Abilities framework – KSA framework) [12, 16, 19, 20] – це сукупність описових показників рівнів знань, вмінь та здатностей, які необхідні для успішного застосування і виконання фахівцем в галузі освіти визначеної вище універсальної послідовності розробки алгоритму.

Зупинимось детальніше на розгляді усіх трьох рівнів структурної рамки «знання, вміння та здатності»: рівень знань, рівень вмінь та рівень здатностей та їх змістовому наповненні у контексті нашого дослідження.

Так, на думку Н. Уейтса Хікмена, *рівень знань* у структурній рамці «знання, вміння та здатності» може бути представлений показниками у трьох видах: 1) *декларативні знання* – факти та відомості про об'єкт, які особистість запам'ятала та зрозуміла; 2) *процедурні знання* – знання як щось зробити; 3) *стратегічні знання* або *умовні знання*, які потребують від особистості глибокого розуміння – знання коли і чому: застосовувати певні процедури, використовувати конкретні підходи або робити певний вибір [20, с. 315].

Дослідник Я. Главац поняття «знання» визначає як категорію, яка інтегрує два когнітивні атрибути «обізнаність з...» та «знання як щось зробити» [12, с. 31]. При цьому автор упевнений, що «знання не завжди можуть бути легко виявлені, тому для їх спостереження необхідне їх подальше застосування на практиці» [12, с. 31].

Таким чином, у структурній рамці «знання, вміння та здатності», рівень знань відображає сукупність декларативних, процедурних і стратегічних знань, якими повинен володіти фахівець в галузі освіти для успішної розробки ним власного алгоритму. Такими показниками, які охоплюють всі три вищезгадані види знань є: концептуальне і стратегічне розуміння інформаційної складової професійної діяльності, теоретичне та практичне розуміння того, як розв'язувати можливі проблеми, теорія алгоритмів та ін. При цьому знання, за своєю природою, є внутрішнім атрибутом особистості, і тому їх дуже важко спостерігати та виміряти.

Наступним рівнем у структурній рамці «знання, вміння та здатності» є *рівень вмінь*, який природньо і логічно базується на попередньому рівні – знаннях фахівця в галузі освіти.

Вчений Я. Главац розглядає категорію «вміння» у контексті процедурних знань, тому визначає їх як «спостережуваний і вимірюваний результат навчання, який передбачає здатність особистості застосувати сформовані в неї процедурні знання у певній ситуації професійного чи життєвого характеру» [12, с. 31]. При цьому «процес набуття особистістю вмінь, хоча й передбачає взаємодію з іншими у ході навчання, досить часто може бути здійснений самостійно» [12, с. 32]. На нашу думку, вміння, як наступний рівень у структурній рамці «знання, вміння та здатності», повинні інтегрувати всі три види знань, хоча дійсно, основний фокус має бути на використанні фахівцем в галузі освіти саме процедурних знань. Адже саме вони найбільш важливі для розробки алгоритму, оскільки дають змогу фахівцю усвідомити всі умови розв'я-

зання конкретної проблеми чи виконаного завдання інформаційної діяльності.

Таким чином, вміння – це використання фахівцем в дії наявних в нього декларативних, процедурних і стратегічних знань для ефективної розробки алгоритму, спрямованого на розв'язання конкретної проблеми за допомогою абстрактного, логічного, образного, концептуального та конструктивного мислення. Вміння, на відміну від знань є зовнішнім атрибутом особистості, тому легко проявляються, спостерігаються та можуть бути досить точно виміряні.

Рівень здатностей, як найвищий, третій рівень у структурній рамці «знання, вміння та здатності» відображає:

– «внутрішні характеристики особистості, відповідають її особистим схильностям, якостям та здібностям» (М. Бирка та ін.) [7, с. 228];

– «спроможність (силу) особистості діяти та виконувати необхідні дії у певний спосіб» (Я. Главач) [12, с. 31];

– «вроджені риси чи таланти, які особистість використовує для розв'язування проблеми» [1, с. 99].

При цьому, як зазначають Дж. Г. Ладвіг та А. Макферсон, «здатності особистості можуть проявлятися у різних галузях діяльності – не тільки в освіті, а й у спорті, фінансовій сфері, моральному і духовному спрямуванню тощо. Разом з цим, здатності набувають функції «ранжування», тобто якщо хтось може якісно і легко виконати завдання, то це свідчить про наявність в нього відповідних здатностей» [16, с. 348].

Таким чином, здатності – це спроможність фахівця на основі здібностей, схильності і потенціалу застосувати наявні в неї знання і вміння в галузі алгоритмічного мислення для розробки необхідного алгоритму у спостережуваній формі. Серед здатностей виокремимо ще й внутрішні риси мислення, вроджені риси та таланти, які фахівець в галузі освіти використовує у ході розробки алгоритму для розв'язування певної проблеми.

Отже, структурна рамка «знання, вміння та здатності» охоплює всі знання, вміння і здатності, які необхідні фахівцю для розробки необхідного йому алгоритму завдяки виконання ним універсальної послідовності розробки алгоритму. Відмітимо, завдяки своїм характеристикам структурну рамку «знання, вміння та здатності» узгоджується з ІКТ компетентністю фахівця в галузі освіти.

Виконавши перше завдання, перейдемо до виконання **другого завдання** – *характеристики методики дослідження*.

Експериментальною базою дослідження стали Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича та Полтавський національний

педагогічний університет імені В. Г. Короленка, у яких ведеться професійна підготовка майбутніх фахівців у галузі освіти. При цьому, у зазначених ЗВО викладаються дисципліни, які прямо чи латентно передбачають застосування студентами алгоритмічного мислення та алгоритмів, це зокрема: основи інформатики, мови програмування, аналітика даних, проектування та розробка алгоритмів, розширені структури даних, машинне навчання, розробка мобільних додатків, Інтернет речей тощо.

Дослідження було реалізовано у *чотирьох етапах*:

1) аналіз існуючих наукових джерел з проблеми алгоритмічного мислення з метою виокремлення сукупності характеристик (знань, вмінь та здатностей), які використовуються для його визначення;

2) розробка опитувальника для визначення змісту алгоритмічного мислення, який базується на основі універсальної послідовності розробки алгоритму;

3) проведення експертного оцінювання у форматі опитування серед широкого спектру фахівців галузі освіти;

4) аналіз результатів експертного оцінювання з метою отримання змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних характеристиках: знання, вміння та здатності.

Так, на *першому етапі дослідження*, вересень 2023 року – березень 2024 року, з метою визначення змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних показниках «знання, вміння та здатності» нами проаналізовано наукові публікації за напрямом дослідження, які проіндексовані у базах Scopus та Web of Science чи опубліковані на веб-сайтах наукової періодики України.

Для охоплення якнайбільшої кількості показників змісту алгоритмічного мислення в подальшому опитуванні, нами обрано вісім ключових слів, які використовували науковці у своїх дослідженнях: «розробка алгоритму», «алгоритмічне мислення», «зміст алгоритмічного мислення», «абстрактне мислення», «логічне мислення», «образне мислення», «концептуальне мислення» та «конструктивне мислення».

Таким чином, нами було отримано 53 показники для опису знань, 64 показники для опису вмінь та 47 показників здатностей, які потенційно можуть бути використані для опису змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних показниках.

На наступному, *другому етапі*, отримані результати оформлено у вигляді опитувальника, в якому усі показники для опису змісту алгоритмічного мислення згруповано за п'ятьма кроками універсальної послідовності розробки алгоритму (М. Бирка) [1, с. 100], категоріями «знання», «уміння» і «здатності» та впорядковані за алфавітом.

На *третьому етапі дослідження* проведено опитування серед майбутніх та практикуючих фахівців освіти, яким було запропоновано здійснити експертну оцінку придатності попередньо визначених нами показників для опису змісту алгоритмічного мислення.

Загалом у дослідженні взяли участь 117 респондентів, серед яких: 11 викладачів, які викладають курси з алгоритмізації та інформатики, 23 практикуючі вчителі інформатики закладів загальної середньої освіти Чернівецької області, 35 студентів інформатики 3–4 курсів навчання та 48 студентів магістратури інформатики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича та Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Експертна оцінка з визначення сукупності спостережуваних і вимірюваних показників змісту алгоритмічного мислення відбувалася за допомогою п'яти-бальної шкали типу П. Лайкерта з наступними оцінками: «-2» – «зовсім недоречно», «-1» – «недоречно», «0» – «нейтрально», «1» – «доречно», «2» – «зовсім доречно».

На *четвертому етапі* дослідження проведено аналіз та статистичну обробку результатів експертного оцінювання.

Для отримання змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних показниках знання, вміння та здатності, нами проведено наступні дії над результатами експертного оцінювання:

- 1) сортування результатів за кожною категорією в порядку спадання отриманої оцінки;
- 2) викидання 10% показників, які отримали від експертів найнижчу оцінку;
- 3) об'єднання показників з усіх п'яти років універсальної послідовності розробки алгоритму у відповідні категорії;
- 4) видалення показників, які дублюються.

Третім завданням нашого дослідження було *представлення змісту алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних показниках структурної рамки «знання, вміння та здатності»*.

У результаті аналізу та статистичної обробки результатів експертного оцінювання було отримано наступні показники спостережуваних і вимірюваних змісту алгоритмічного мислення у структурній рамці «знання, вміння та здатності».

Так, зміст алгоритмічного мислення **на рівні знань** представлений 32 показниками:

– *декларативні знання*: знання проблемної предметної області, знання закономірностей проблеми, розуміння специфіки проблеми, розуміння обмежень проблеми, знання основних алгоритмічних структур, розуміння специфіки алгоритмічних конструкцій, розуміння основних кроків алгоритму, просторових та параметричних внутрішніх зв'яз-

ків проблеми, розуміння сутності поняття «алгоритм», розуміння поняття «точність», розуміння поняття «ефективність»; розуміння очікуваних, проміжних та кінцевих результатів, які мають бути отримані після розв'язання проблеми; розуміння всіх властивостей проблеми та деталізація ресурсних обмежень (час, матеріально-технічне забезпечення, фінанси тощо);

– *процедурні знання*: знання як здійснити аналогію, знання як здійснити аналіз, знання як здійснити індукцію, знання як здійснити дедукцію, знання як зробити узагальнення, знання як здійснити абстрагування, знання як здійснити формалізацію, знання як сформулювати очікувані результати, знання як здійснювати рефлексію, знання як здійснювати планування, знання як визначити обмеження, знання як здійснити порівняння;

– *стратегічні знання*: знання системного аналізу, знання теорії алгоритмів, розуміння технології поетапного розв'язування проблеми, розуміння концепції алгоритмічного мислення та його застосування для розв'язування проблем, знання операцій, які мають призвести до вироблення чіткої послідовності необхідних дій, розуміння принципів моделювання, розуміння стратегії розв'язування проблем.

На рівні вмінь зміст алгоритмічного мислення представлений 38 показниками, які демонструють ефективно застосування визначених вище показників декларативних, процедурних і стратегічних знань для розробки алгоритму: вміння здійснювати аналогію, вміння здійснювати абстрагування, вміння здійснювати узагальнення, вміння виявляти закономірності проблеми, вміння виявляти особливості проблеми, вміння здійснювати порівняння, вміння бути точним і прагнути до точності, вміння бути чітким і прагнути чіткості, вміння бути орієнтованим на деталі, вміння здійснювати аналіз помилок, вміння здійснювати аналіз перспектив, вміння приймати рішення, вміння здійснювати системний аналіз, вміння визначати необхідні ресурси, вміння визначати обмеження, вміння розпізнавати та усувати помилки, вміння здійснювати перевірку алгоритмів, вміння здійснювати узагальнення даних, вміння здійснювати представлення даних, вміння розв'язувати проблеми, креативність, вміння здійснювати аналіз перспектив, вміння здійснювати структурування дій, вміння здійснювати складання планів, вміння оперувати індуктивними та дедуктивними міркуваннями при побудові алгоритму, вміння виробляти послідовні і логічні рішення проблеми, вміння будувати висловлювання логічно, вміння здійснювати планування структури дій, необхідних для досягнення мети з фіксованим набором інструментів, вміння формулювати чітку послідовність дій, комплексне застосування операційних компонентів алгоритмічного мислення в цілісному процесі розв'язу-

вання різноманітних завдань, уміння здійснювати розподіл завдань на послідовні взаємопов'язані блоки, уміння враховувати різноманітні обмеження ресурсів для розв'язування проблеми, вміння грамотно та ефективно використовувати структури алгоритмів, уміння будувати прості алгоритми, уміння будувати складні алгоритми на основі простих, уміння чітко слідувати за певним зразком, уміння самостійно реалізовувати кроки алгоритму, уміння здійснювати самостійне розв'язування проблем.

Зміст алгоритмічного мислення **на рівні здатностей** представлений 30 показниками: здатність критично міркувати, здатність здобувати інсайти (осаяння), здатність тренувати уяву, здатність приймати найкраще рішення, здатність визначати проміжні результати, здатність визначати кінцеві очікувані результати, здатність бачити проблему в цілому, здатність враховувати різноманітні властивості проблеми, здатність виокремити та обрати основні виклики на шляху розв'язування проблеми, здатність винаходити, здатність мислити кроками і поетапно, здатність послідовно використовувати правила для розв'язування проблеми, здатність визначати оптимальний розв'язок проблеми, здатність свідомо керувати своєю розумовою діяльністю, здатність представляти розв'язок проблеми покроково, здатність досліджувати, аналізувати та критично вивчати інформацію, здатність будувати алгоритм, що враховує всі вимоги до його розробки, здатність визначати основні кроки алгоритму, здатність ефективно використовувати політику, процедури та наявні ресурси, здатність працювати з алгоритмами, здатність виконувати всі кроки алгоритму без вагань, здатність виконувати визначену послідовність дій з високим рівнем точності, здатність працювати самостійно або з мінімальним контролем, здатність контролювати власне мислення, здатність розпізнавати помилки, здатність перевіряти розв'язок на точність та ефективність, здатність адекватно реагувати на зворотний зв'язок, здатність оцінювати ефективність власних дій, здатність оновлювати алгоритм, враховуючи всі виклики і обмеження.

Висновки. Таким чином, для визначення змісту алгоритмічного мислення в спостережуваних і вимірюваних характеристиках нами обрано структурну рамку «знання, вміння та здатності», що є структурою описових показників, яка:

– на рівні знань відображає сукупність декларативних, процедурних і стратегічних знань, якими повинен володіти фахівець в галузі освіти для успішного застосування алгоритмічного мислення та побудови алгоритму;

– на рівні вмінь демонструє використання фахівцем в дії наявних в нього вищезгаданих видів

знань для ефективного розв'язання конкретної проблеми за допомогою абстрактного, логічного, образного, концептуального та конструктивного мислення, включених в універсальну послідовність розробки алгоритму;

– на рівні здатностей виявляє спостережувані показники спроможності фахівця в галузі освіти на основі особистісних якостей, здібностей, схильностей і потенціалу застосувати наявні в неї знання і вміння в галузі алгоритмічного мислення щоб розробити необхідний алгоритм у спостережуваній формі.

Виявлення, уточнення та категоризація змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних характеристиках «знання, вміння та здатності» було реалізовано у *чотирьох етапах*: 1) аналіз існуючих наукових джерел з проблеми алгоритмічного мислення з метою виокремлення сукупності характеристик (знань, вмінь та здатностей), які використовуються для його визначення; 2) розробка опитувальника для визначення змісту алгоритмічного мислення, який базується на основі універсальної послідовності розробки алгоритму; 3) проведення опитування серед широкого спектру освітян; 4) аналіз даних з метою отримання змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних характеристиках: знання, вміння та здатності.

В результаті отримано сто спостережуваних і вимірюваних показників змісту алгоритмічного мислення у структурній рамці «знання, вміння та здатності»: 32 показники знань, 38 показників вмінь та 30 показників здатностей.

Серед *перспективних напрямів* подальших наукових розвідок виокремимо використання визначеного змісту алгоритмічного мислення у спостережуваних і вимірюваних показниках «знання», «вміння» та «здатності» для розробки критеріїв та рівнів, а також діагностичних засобів оцінювання рівня розвитку алгоритмічного мислення фахівця.

Список використаної літератури:

1. Бирка М.Ф. Алгоритмічне мислення як інструмент ефективної 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. Бирка М.Ф. Перспективні напрями дослідження проблеми алгоритмічного мислення. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2023. Вип. 87. С. 29-33. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.87.4>.
3. 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.
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. Burton B. Encouraging algorithmic thinking without a computer. *Olympiads in Informatics*. 2010. Vol. 4. Pp. 3-14.
 7. Byrka M., Sushchenko A., Lukashiv T. Components of ICT competence of teachers of mathematics and informatics. *Information Technologies and Learning Tools*. 2019. Issue 74 (6). Pp. 225-237. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v74i6.3258>.
 8. 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>.
 9. Geda G., Bíró Cs. A Possible Way to Develop Algorithmic Thinking. *Acta Didactica Napocensia*. 2020. No. 13(1). Pp. 19-28.
 10. Gonda D., Duriš V., Tirpáková 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>.
 11. Güler Ç. Algorithmic Thinking Skills without Computers for Prospective Computer Science Teachers. *Journal of Theoretical Educational Science*. 2021. Vol. 14(4). Pp. 570-585.
 12. Hlavac J. Knowledge, skills and abilities (KSAs) as a metric to re-conceptualise aptitude: a multi-stakeholder perspective. *The Interpreter and Translator Trainer*. 2023. Vol. 17:1. Pp. 29-53. DOI: <https://doi.org/10.1080/1750399X.2023.2170052>.
 13. Hromkovič J., Kohn T., Komm D., Serafini G. Examples of Algorithmic Thinking in Programming Education. *Olympiads in Informatics*. 2016. Vol. 10. Pp. 111-124. DOI: <https://doi.org/10.15388/loi.2016.08>.
 14. 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.
 15. Kovalchuk M., Voievoda A., Prozor E. Algorithmic Thinking as the Meaningful Component of Cognitive Competencies of the Future Engineer. *Universal Journal of Educational Research*. 2020. No. 8(11B). Pp. 6248-6255. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082263>.
 16. Ladwig J. G., McPherson A. The anatomy of ability. *Curriculum Inquiry*. 2017. Vol. 47 (4). Pp. 344-362. DOI: <https://doi.org/10.1080/03626784.2017.1368352>.
 17. 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>.
 18. Quaicoe J., Laanpere M., Pata K., Hoić-Božić N., Rõbtšenkov R. Games for learning algorithmic thinking (GLAT) project: perceived factors accounting for teacher acceptance and usage of a new learning scenarios design tool – the LEPLANNER. *Proceedings of EDULEARN19 Conference (1st-3rd July 2019)*. 2019. Pp. 7898-7906.
 19. Ritzhaupt A., Florence M., Pastore R., Youngju K. Development and validation of the educational technologist competencies survey (ETCS): knowledge, skills, and abilities. *Journal of Computing in Higher Education*. 2018. No. 30. Pp. 3-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12528-017-9163-z>.
 20. Waights Hickman N. Knowing in the 'Executive Way': Knowing How, Rules, Methods, Principles and Criteria. *Philosophy and Phenomenological Research*. 2019. Vol. 99 (2). Pp. 311-335. DOI: <https://doi.org/10.1111/phpr.12488>.
 21. Zsakó L., Szlávi P. ICT Competences: Algorithmic Thinking. *Acta Didactica Napocensia*. 2012. No. 5(2). Pp. 49-58.

Byrka M., Sushchenko A., Luchko V., Perun G., Luchko V. Structure and content of algorithmic thinking content in observable and measurable statements

Nowadays algorithmic thinking, as a key demand and the main requirement of technology-based society, extensively expands outwards the computer science area and rapidly becomes a meaningful instrumentality for effective realization of any information activities with or without ICT. This instrumentality creates new opportunities and possibilities for improvement of the effectiveness of any educational professional activities in the higher education context by creating problem-solving algorithms completely within the ICT area, as well as non-ICT-based algorithms that provide clear technological step-by-step instructions for solving a diversity of educational problems.

Although attention to algorithmic thinking as scientific phenomenon is increasing, the studies aimed at determining the algorithmic thinking content in observable and measurable statements have not been conducted yet and its great potential is still undiscovered.

The study is a mixed-methods type of development research carried out in 4 stages: 1) extraction of the KSA statements from the extant scientific literature related to algorithmic thinking; 2) design of The Algorithmic Thinking Content Survey (ATCS) based on the five steps Universal Sequence of an Algorithm Development (USAD); 3) administration of the ATCS on a wide variety of educational professionals (N = 117); 4) data analysis aimed to obtain the content of algorithmic thinking in observable and measurable KSA statements.

The design of the ATCS is also based on algorithmic thinking as a complex phenomenon that integrates five types of thinking: abstract, logical, figurative, conceptual, and constructive.

The administration of the ATCS involved 117 experts – educational professionals (11 professors who teach courses concerning algorithms and computer science, 23 practicing teachers of informatics, 35 students in the 3rd year of Informatics teacher training program, and 48 master students of informatics). Expert validation of algorithmic thinking content in knowledge, skills, and abilities statements was obtained through the Likert scale.

One hundred KSA statements of algorithmic thinking content were obtained (32 statements of knowledge, 38 statements of skills, and 30 statements of abilities).

Key words: *ICT, higher education, algorithmic thinking, measurable and observable algorithmic thinking content, KSA statements.*