

Ігор Дуцяк

ДУЦЯК Ігор Зенонович — кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри логіки Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сфера наукових інтересів — методи пізнавальної діяльності, логіка.

ФОРМАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ТИПОЛОГІЇ ПІЗНАВАЛЬНИХ ЗАДАЧ

Теоретичні дослідження в будь-якій галузі знань передбачають отримання певної системи знань про об'єкт пізнання. Тільки наявність систематизованих знань дає змогу виявляти всі можливі варіанти модифікацій пізнаваного об'єкта, забезпечуючи повноту знань про нього. Для прикладу, у процесі пошуку методів здійснення певної діяльності, у тому числі формування нового знання, виникає запитання: чи всі типи методів виявлено? Для відповіді на це запитання потрібно мати теорію аналізованої проблеми, яка давала б змогу систематично охопити всі варіанти аналізованого. Зважаючи на зазначене, важливим завданням теорії пізнавальної діяльності в цілому, як і окремих її частин, є виявлення типів пізнавальних задач з метою подальшої розробки відповідного логічного, методологічного інструментарію для кожного типу пізнавальних задач. Предметом дослідження, результати якого викладено в статті, є побудова типології пізнавальних задач, які розв'язують засобами логіки (на прикладі однієї з формально-логічних систем — логіки висловів).

Відомі типології, тобто класифікації пізнавальних (у тому числі, навчальних) задач, в яких за основу поділу беруть різні ознаки. Для прикладу, Г.О. Балл, класифікуючи задачі за ознаками, не пов'язаними з суб'єктом розв'язування, виділяє такі типи задач відповідно до властивостей предмета задачі: «предмет задачі може бути індивідуальним і родовим (будь-яким з певного класу предметів)» [1, с.50]. Виділяючи цей тип задач автор покликається на А.А. Маркова, який наводить такий приклад: «Можна, наприклад, цікавитися одиничними проблемами про взаємну простоту якихось двох даних натуральних чисел. Кожна з цих проблем формулюється як запитання: «Чи є дані натуральні числа M і N взаємно простими?» Масова проблема, яка відповідає класу цих одиничних проблем, буде полягати у знаходженні єдиного загального конструктивного методу, який дає змогу дізнаватися для довільних двох даних натуральних чисел, чи є вони взаємно-простими» [1, с.51]. «Одинична проблема» за Марковим — це індивідуальна задача; «масова проблема» — це задача знаходження способу розв'язку для деякої родової задачі.

Залежно від природи об'єкта задачі Г.О. Балл поділяє їх (задачі) також на матеріально спрямовані (предмет задачі є матеріальним і не являє собою моделі іншого об'єкта) та інформаційні (предметом задачі є модель об'єкта пізнання).

Крім цього, автор виділяє розв'язні та нерозв'язні задачі. Нерозв'язні задачі Г.О. Балл ділить на принципово розв'язні та принципово нерозв'язні. Принципово нерозв'язною задача є тоді, коли відповідно до закономірностей розглядуваної предметної області її розв'язок є неможливий (це може бути або тоді, коли неможливим є потрібний стан предмета задачі, або, хоча цей стан в принципі є можливий, але неможливим є перехід до нього з початкового стану цього предмета).

Типологію творчих задач на основі відтворення структурних елементів, наявних у процесі її розв'язку, запропонували А. Уїлсон та В. Уїлсон [2, с.36-45]. Приймаючи структурними елементами перетворень об'єкт перетворення, результат, отримуваний внаслідок перетворення, та суб'єкт перетворення, а також той факт, що кожен із цих елементів може бути наявним (даним — Д чи шуканим — Ш), автори отримали 8 можливих варіантів творчих задач (табл. 1).

Дещо модифікувавши тлумачення авторами відтворених вище варіантів, їх можна пояснити так:

1. Перший варіант — відсутність задачі (все відомо).
2. Другий варіант — це задача нетворчого характеру: якщо відома початкова інформація та

спосіб її опрацювання, то задача розв'язується шляхом підстановки.

Таблиця 1

Номер варіанта	Вхід	Система	Вихід
1	Д	Д	Д
2	Д	Д	Ш
3	Д	Ш	Д
4	Д	Ш	Ш
5	Ш	Д	Д
6	Ш	Д	Ш
7	Ш	Ш	Д
8	Ш	Ш	Ш

3. Третій варіант — це задача на знаходження способу дії для перетворення множини одних об'єктів у множину інших. Відомі початкові умови, відомий розв'язок, але невідомо, якими діями на основі умов виявити шукане.

4. Четвертий варіант — цей варіант доцільно інтерпретувати як відсутність задачі (щось задане, але не відомо ані те, в що треба перетворити це задане, ані яким способом здійснювати перетворення).

5. П'ята задача є оберненою до задачі 2. За кінцевим результатом та операціями, які були здійснені, потрібно визначити початковий стан.

6. Шостий варіант — це задача з двома невідомими. Відомими є лише ті дії (перетворення), які потрібно зробити, але невідомо над чим, і що в результаті потрібно отримати.

7. Сьомий варіант — це задача з двома невідомими: відомо, яким повинен бути результат, але невідомо, яка потрібна початкова інформація для отримання цього результату та які потрібно здійснити дії над нею. Щодо задач цього типу треба зауважити, що в різних галузях діяльності часто трапляється так, що одну й ту ж задачу можна розв'язати на основі різних даних, здійснюючи над ними різні перетворення.

8. Відсутність задачі.

Ця класифікація безумовно має евристичну цінність, однак для виявлення основних схем пізнавальної діяльності доцільно мати ще класифікацію того шуканого, знаходження якого сформульоване як ціль задачі. Для прикладу, предметом пошуку може бути невідома величина, або спосіб дій для побудови об'єкта із заданими ознаками, або обґрунтування істинності певного знання на підставі іншого знання. У кожному з цих різних випадків отримуємо класи задач різного типу, причому методологія розв'язку задач у межах кожного з цих класів містить однотипні елементи технології пізнавальної діяльності. У зв'язку з усім зазначеним вище, виникає потреба класифікувати пізнавальні задачі так, щоб це давало змогу згрупувати методи пізнавальної діяльності.

Шукаючи розв'язок сформульованої проблеми, можна рухатися різними шляхами. Один зі шляхів творення типології пізнавальних задач — аналіз методів пізнання, якими володіє людина. Виходячи з найзагальніших міркувань, можна стверджувати, що пізнавальна діяльність є видом відображення. У разі ж відображення потрібно виділити такі об'єкти, як образ і прообраз (оригінал). Відношення відображення (між образом і прообразом) є тоді, коли ознаками образу зафіксовано ознаки прообразу. Множині ознак прообразу, зафіксованих в образі, відповідає поняття інформації. Найефективніші способи відображення, якими володіє людина, є відображення у вигляді чуттєвих та абстрактних образів. Уже на підставі тільки цих міркувань можемо виділити два методи конструювання нового знання: дії уяви (над чуттєвими образами) та дії над знаковими, абстрактними образами.

Знакові образи можна поділити на два види: змістові моделі об'єктів пізнання (як якісні, та і кількісні) та логічні моделі, в яких зафіксовано лише відношення між знаками, за допомогою яких зафіксоване знання. І ті, і другі дають змогу формувати нове знання про пізнаваний об'єкт,

у тому числі гіпотетичне.

Інший шлях виявлення методів формування нового знання — виявлення типів пізнавальних проблем (чи відповідних їм типів знань): однотипним пізнавальним проблемам повинні відповідати однотипні способи розв'язку їх. Чи не найповніше типи знань можна виявити, ознайомлюючись із практикою винахідництва та патентно-ліцензійної роботи. Для прикладу, предметом відкриттів, які підлягають юридичному захисту, є явища (тобто вияв зміни ознак), властивості та закономірнісні відношення (закономірності), тобто зв'язки між ознаками. Об'єктом пізнання можуть бути також види об'єктів. Наприклад, види предметів, які виникли природним шляхом (хоч виявлення таких знань і не підлягає юридичному захисту), зокрема, виявлення живих організмів (біологія), видів географічних об'єктів (географія), видів хімічних елементів та природно виниклих сполук (хімія), акцентуацій особистості (психологія) тощо. Предметом пізнання можуть бути також штучно створені предмети чи речовини, чи непередбачувані застосування вже відомих предметів (на підставі виявлення нових відношень, у яких перебуває цей предмет щодо інших), чи способи дії, якщо названі об'єкти пізнання дають змогу вирішувати певні проблеми, важливі для людини.

Аналіз практики винахідництва та патентно-ліцензійної роботи дає підстави для виділення таких об'єктів пізнання: предмет, ознаки предметів (властивості, закономірності), зміни ознак (явища як вияв самовільних змін та способи дії як вияв цілеспрямованих дій). Справді, виявлення властивості та виявлення необхідного зв'язку між ознаками (закономірностей) — це якісно відмінні задачі і методика розв'язування кожної з них має свої особливості. Свої особливості мають також методи формування відповідних припущень.

Можливий також інший підхід до виявлення методів формування нового знання. У логіці прийнято фіксувати знання за допомогою функцій, зокрема, булевих. У такому разі, виявивши всі можливі варіанти задач, які можуть виникнути на множині формул булевої алгебри, можна виявити всі типи пізнавальних задач. Це дає змогу виявити також усі ті типи пізнавальних задач, в яких наявний більш ніж один можливий розв'язок (методи розв'язку таких задач можна зарахувати до методів формування гіпотез). Узявши для аналізу логіку висловів, в основі якої лежить булева алгебра, звужуємо проблему, оскільки цей формально-логічний апарат не дає змоги охопити всіх видів міркувань. Водночас здобуємо перевагу — поставлену задачу доцільно розв'язати передусім для найпростішого випадку.

Маємо такі складники знань у разі фіксування їх формулами булевої алгебри: 1) множина комбінацій значень аргументів (A), 2) множина значень функції (Φ), 3) функціональна залежність, задана табличним способом, як відповідність значень функції значенням аргументів ($3T$), 4) функціональна залежність, задана множиною тотожних формул, як послідовностей операцій над аргументами, внаслідок виконання яких отримують значення функції (3Φ).

У конкретних пізнавальних ситуаціях наявна множина значень аргументів може містити всі варіанти значень аргументів (позначимо цей факт символом «В», тобто «відомо»), частину варіантів значень аргументів (позначимо цей факт символом «ЧВ», тобто «частково відомо»), жодного варіанта значень аргументів (позначимо цей факт символом «Н», тобто «невідомо»). Крім того, повністю відомою (В), частково відомою (ЧВ) чи цілком невідомою (Н) може бути також множина значень функції. Те саме стосується знання про функціональну залежність, задану табличним способом (відповідностями «значення функції» «значення аргументів»). Табличним способом така відповідність може бути задана для всіх значень аргументів (В), для частини (ЧВ), або для жодного зі значень аргументів (Н). Таку ж градацію за ступенем повноти знань можна застосувати до фіксування функціональної залежності формулами. Оскільки одні й ті ж значення функції можуть бути зафіксовані різними формулами, то відомими можуть бути всі шукані за певними ознаками елементи множини тотожних формул (В), частина (ЧВ) або жоден (Н).

Оскільки елементи кожного з чотирьох складників знань (у разі фіксування знань формулами булевої алгебри) можуть відрізнятися за трьома ступенями відомості, тобто бути повністю чи частково відомими або невідомими, то всі варіанти пізнавальних ситуацій отримаємо шляхом перебору варіантів різного ступеня відомості кожного із цих складників

знань. Таких варіантів отримуємо 81 (табл. 2-4). У статті немає змоги навести результати аналізу кожного з цих варіантів окремо. Серед отриманих варіантів пізнавальних ситуацій можна виділити такі три, різні за чисельністю, групи.

1. Відсутність пізнавальної задачі у зв'язку з тим, що відомий кожен складник знань ($3T — B, A — B; \Phi — B; 3\Phi — B$); це варіант номер 1 (табл. 2).

Таблиця 2

Типи пізнавальних ситуацій у разі, коли функція повністю визначена табличним способом

Номер	Функціональна залежність, задана таблицею	Множина значень аргументів (незалежних змінних)	Множина значень функції (залежної змінної)	Функціональна залежність, задана формулою
	$3T$	A	Φ	3Φ
1	B	B	B	B
2	B	B	B	ЧB
3	B	B	B	H
4	B	B	ЧB	B
5	B	B	ЧB	ЧB
6	B	B	ЧB	H
7	B	B	H	B
8	B	B	H	ЧB
9	B	B	H	H
10	B	ЧB	B	B
11	B	ЧB	B	ЧB
12	B	ЧB	B	H
13	B	ЧB	ЧB	B
14	B	ЧB	ЧB	ЧB
15	B	ЧB	ЧB	H
16	B	ЧB	H	B
17	B	ЧB	H	ЧB
18	B	ЧB	H	H
19	B	H	B	B
20	B	H	B	ЧB
21	B	H	B	H
22	B	H	ЧB	B
23	B	H	ЧB	ЧB
24	B	H	ЧB	H
25	B	H	H	B
26	B	H	H	ЧB
27	B	H	H	H

2. Відсутність задачі у зв'язку з її невизначеністю. Сюди, зокрема, належать такі варіанти: 1) відомі тільки всі варіанти значень аргументів ($3T — H, A — B, \Phi — H, 3\Phi — H$); це варіант номер 63 (табл. 4); 2) відома тільки частина значень аргументів ($3T — H, A — ЧB; \Phi — H, 3\Phi — H$); це варіант номер 72 (табл. 4); 3) невідомий жоден складник знань ($3T — H, A — H; \Phi — H, 3\Phi — H$); це варіант номер 81 (табл. 4).

3. Відсутність задачі у зв'язку з несумісністю умов. Це варіанти від четвертого по двадцять сьомий номер включно (табл. 2). Справді, не може бути такого, щоб функціональна залежність була повністю задана таблично, а елементи множин значень аргументів чи функції були б частково чи зовсім невідомими.

Таблиця 3

Типи пізнавальних ситуацій у разі, коли функція не повністю визначена табличним способом

Номер	Функціональна залежність, задана таблицею	Множина значень аргументів (незалежних змінних)	Множина значень функції (залежної змінної)	Функціональна залежність, задана формулою
	ЗТ	А	Ф	ЗФ
28	ЧВ	В	В	В
29	ЧВ	В	В	ЧВ
30	ЧВ	В	В	Н
31	ЧВ	В	ЧВ	В
32	ЧВ	В	ЧВ	ЧВ
33	ЧВ	В	ЧВ	Н
34	ЧВ	В	Н	В
35	ЧВ	В	Н	ЧВ
36	ЧВ	В	Н	Н
37	ЧВ	ЧВ	В	В
38	ЧВ	ЧВ	В	ЧВ
39	ЧВ	ЧВ	В	Н
40	ЧВ	ЧВ	ЧВ	В
41	ЧВ	ЧВ	ЧВ	ЧВ
42	ЧВ	ЧВ	ЧВ	Н
43	ЧВ	ЧВ	Н	В
44	ЧВ	ЧВ	Н	ЧВ
45	ЧВ	ЧВ	Н	Н
46	ЧВ	Н	В	В
47	ЧВ	Н	В	ЧВ
48	ЧВ	Н	В	Н
49	ЧВ	Н	ЧВ	В
50	ЧВ	Н	ЧВ	ЧВ
51	ЧВ	Н	ЧВ	Н
52	ЧВ	Н	Н	В
53	ЧВ	Н	Н	ЧВ
54	ЧВ	Н	Н	Н

4. Наявність пізнавальної задачі. До основних типів задач належать: 1) знаходження функціональних залежностей у вигляді множини тотожних за значеннями функції формул (оскільки в разі булевої алгебри для кожної формули можна створити нескінченну кількість тотожних до неї, то йдеться про обмежену певними ознаками множину тотожних формул); 2) знаходження функціональної залежності у вигляді таблиці; 3) знаходження

Таблиця 4

Типи пізнавальних ситуацій у разі, коли функція не визначена табличним способом

Номер	Функціональна залежність, задана таблицею	Множина значень аргументів (незалежних змінних)	Множина значень функції (залежної змінної)	Функціональна залежність, задана формулою
	ЗТ	А	Ф	ЗФ
55	Н	В	В	В
56	Н	В	В	ЧВ
57	Н	В	В	Н
58	Н	В	ЧВ	В
59	Н	В	ЧВ	ЧВ
60	Н	В	ЧВ	Н
61	Н	В	Н	В
62	Н	В	Н	ЧВ

63	Н	В	Н	Н
64	Н	ЧВ	В	В
65	Н	ЧВ	В	ЧВ
66	Н	ЧВ	В	Н
67	Н	ЧВ	ЧВ	В
68	Н	ЧВ	ЧВ	ЧВ
69	Н	ЧВ	ЧВ	Н
70	Н	ЧВ	Н	В
71	Н	ЧВ	Н	ЧВ
72	Н	ЧВ	Н	Н
73	Н	Н	В	В
74	Н	Н	В	ЧВ
75	Н	Н	В	Н
76	Н	Н	ЧВ	В
77	Н	Н	ЧВ	ЧВ
78	Н	Н	ЧВ	Н
79	Н	Н	Н	В
80	Н	Н	Н	ЧВ
81	Н	Н	Н	Н

значень функції для заданих аргументів; 4) знаходження значень аргументів для заданих значень функції; 5) задачі, які є довільними поєднаннями вказаних чотирьох типів задач.

Нижче наведено аналіз декількох типів з усіх решти пізнавальних ситуацій, зафіксованих таблицями 2-4.

- Пізнавальна ситуація 2 (табл. 2). Відома частина формул (принаймні одна), якими задано функціональну залежність. Потрібно знайти інші формули, якими фіксують задану функціональну залежність. Зміст пізнавальної задачі може полягати, для прикладу, у вираженні одних функціональних залежностей через інші з такою ж чи меншою кількістю аргументів. Розв'язок задач цього типу дає підстави для розв'язку задач знаходження функціональної залежності із заданими ознаками, наприклад, певного ступеня складності (скажімо, з мінімальною кількістю знаків), або вираження n -аргументних булевих функцій тільки через певну, попередньо задану частину m -аргументних ($n > m$).

Зміст задачі під номером 2 у разі фіксування речень природної мови булевими функціями можна інтерпретувати, зокрема, як знаходження речень-синонімів.

- Пізнавальна ситуація 3 (табл. 2). На підставі таблично заданої функціональної залежності знайти формули, які задають цю ж функціональну залежність (детальніше див. пізнавальну ситуацію 2).

- Пізнавальна ситуація 28 (табл. 3). Функція неповністю визначена табличним способом, але функціональна залежність задана формулою. За формулою потрібно дорахувати відсутні відповідності «значення аргумента»—«значення функції».

- Пізнавальна ситуація 29 (табл. 3). Ця задача складена з двох. У першій частині вона тотожна тій задачі, яку розв'язують у пізнавальній ситуації 28. Крім того, треба розв'язати задачу вираження одних функцій через інші (задача, яку розв'язують у пізнавальній ситуації 2).

- Пізнавальна ситуація 30 (табл. 3). Табличним способом функція визначена не повністю, тобто функціональна залежність таблично не задана. Не задана функціональна залежність також формулою. Задача полягає в тому, щоб виявити всі різні формули, які можуть відповідати заданій неповністю визначеній функції і знайти до кожної з них тотожні (задача пізнавальної ситуації 2). Цей клас задач, які в логіці відомі як методи аналогії та елімінативної й еnumerативної індукції, проаналізовано автором [3, 4].

- Широкий клас пізнавальних задач охоплює пізнавальна ситуація під номером 61 (табл. 4). У разі цієї пізнавальної ситуації функціональна залежність задана формулою, однак таблично — ні. Невідомими є значення функції. Виявивши ці значення, відносимо формулу до законів логіки (тотожностістинна формула), суперечностей, чи таких формул, які в частині

випадків набувають одних значень, а в частині — інших.

Аналізована пізнавальна ситуація охоплює також задачі узгодження знань, тобто аналіз таких множин висловів, які містять більше одного елемента, аналіз текстів. Довільна множина формул булевої алгебри виду $z = f_i(x, y, \dots)$ може бути зведена до однієї формули. Це можна обґрунтувати так. Нехай маємо множину формул, які позначимо F_1, F_2, \dots, F_n . Можливі три варіанти: 1) якщо $F_1 = 1, F_2 = 1, \dots, F_n = 1$, тобто кожен із висловів позначено як істинний, то таку множину рівнянь можна замінити одним рівнянням $F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n = 1$; 2) якщо $F_1 = 0, F_2 = 0, \dots, F_n = 0$, тобто кожен із висловів позначено як хибний, то таку множину рівнянь також можна замінити одним рівнянням $F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n = 0$; 3) якщо в частині рівнянь $F_1 = 1, F_2 = 1, \dots, F_n = 1$, а в частині — $F_{n+1} = 0, F_{n+2} = 0, \dots, F_m = 0$, тобто частину висловів позначено як істинні, а частину як хибні, то і в цьому випадку наявну множину рівнянь можна замінити одним рівнянням; позначивши $(F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n)$ символом F_i , а $(F_{n+1} \vee F_{n+2} \vee \dots \vee F_m)$ символом F_x , початкову множину рівнянь можемо замінити одним — або $(F_i \wedge \bar{F}_x) = 1$, або $(\bar{F}_i \vee F_x) = 0$. Отже, оскільки кожна множина рівнянь з довільною кількістю елементів може бути трансформована в одне рівняння, то в подальшому, беручи до аналізу одну функціональну залежність, зафіксовану формулою, охоплюємо водночас ті випадки пізнавальних ситуацій, коли знання зафіксоване більш ніж однією формулою, тобто більш ніж одним висловом.

У разі розв'язку задачі узгодження знань (яка виникає в пізнавальній ситуації 61), здобуваючи інформацію про значення функції, відповідні значенням аргументів, отримують у підсумку множину сумісних значень аргументів. Якщо ця множина не містить жодного елемента, то один чи послідовність з більш ніж одного вислова, виражені одним висловом, містять суперечність. Якщо множина сумісних значень аргументів містить тільки один елемент, то треба говорити про дедукцію. У разі, коли множина сумісних значень аргументів містить більше одного елемента, то кожен із цих елементів є припущенням, тобто треба говорити про методи формування гіпотез.

На підставі виконаного дослідження можна зробити такі висновки. Методи логіки є одним із засобів отримання нових знань. Іншими за суттю, але не менш дієвими, є такі інструменти, як наочно образне мислення, змістовні міркування, зокрема побудова якісних та кількісних моделей пізнаваного об'єкта. Суб'єктові пізнання важливо для кожної пізнавальної ситуації мати відповідний інтелектуальний інструментарій, який забезпечить максимальну ефективність пізнавальної діяльності. Систематизація пізнавальних ситуацій, які розв'язують методами логіки, варіант якої для однієї з формально-логічних систем наведено в статті, дає можливість виявити всі можливі типи пізнавальних ситуацій та розробити відповідний логічний інструментарій, у тому числі у вигляді програмних продуктів.

Література

1. Балл Г.А. Теория учебных задач. Психолого-педагогический аспект. — М., 1990.
2. Уилсон А., Уилсон М. Управление и творчество при проектировании систем. — М., 1976.
3. Дуцяк І.З. Аналіз методів елімінативної індукції за допомогою неповністю визначених булевих функцій // Наукові записки ДДПУ імені Івана Франка «Проблеми гуманітарних наук». — Дрогобич, 2005. — Випуск 15. Філософія. — С. 104-124.
4. Дуцяк І.З. Аналіз методів аналогії та еnumerативної індукції за допомогою неповністю визначених булевих функцій // Вісник Прикарпатського університету. Філософські і психологічні науки, 2006. — Випуск VIII. — С. 98-107.

Надійшла до редакції 22.06.2006 р.