

Нагорнюк Назарій. Морфологічний аналіз Фріца Цвіккі / Назарій Нагорнюк // Креативність особистості як фактор інноваційного розвитку суспільства : збірн. наук. праць. Вип. 2 / за ред. доц. В.В. Павленко. – Житомир : ФО-П Левковець Н.М., 2020. – 188 с. – С. 93-99.

*Нагорнюк Назарій,
студентка 16 групи ННІ іноземної філології.
Науковий керівник: канд. пед. наук, доцент В.В. Павленко*

Морфологічний аналіз Фріца Цвіккі

Морфологічний аналіз (метод морфологічного аналізу) – метод рішення завдань, заснований на підборі можливих рішень для окремих частин завдання (так званих морфологічних ознак, що характеризують пристрій) і подальшому систематизованому отриманні їх поєднань (комбінуванні). Відноситься до евристичних методів.

Метод розроблений швейцарським астрономом Фріцем Цвіккі. Він працював більшу частину свого життя в Каліфорнійському технологічному інституті в США (з 1925 р.), де зробив великий внесок у теоретичну і наглядну астрономію. Вивчав галактики, що взаємодіють, а також нейтронні зорі (разом з німецьким астрономом Вальтером Бааде припустив, що вони є залишками вибухів наднових). У 1937 році запропонував використовувати явище гравітаційної лінзи для спостереження віддалених космічних об'єктів.

Серед найбільш значущих робіт Цвіккі – теорія прихованої маси, що полягає в тому, що більшу частину Всесвіту займає так звана «прихована маса» – невидима речовина, яка проявляє себе по взаємодії з видимим за допомогою сил тяжіння. Маса цієї речовини у багато разів перевищує масу всіх спостережуваних об'єктів [3].

Вперше морфологічний аналіз був використаний для вирішення технічних завдань в 1942 р., коли Ф. Цвіккі почав розробляти ракетні двигуни у фірмі «Аероджемн Інжиніринг корпорейшн». Завдяки цьому методу він зміг за короткий час отримати значну кількість оригінальних технічних рішень в ракетобудуванні.

У 1940-х та 50-х роках двадцятого сторіччя Цвіккі вперше застосував морфологічний підхід до вирішення астрофізичних проблем і розробці реактивних ракетних двигунів. Фриц Цвіккі (1967, 1969) розробив узагальнену форму морфологічного аналізу (МА), яка являє собою метод систематичного структурування та дослідження можливих взаємозв'язків всередині складних об'єктів. Цей метод може бути поширений практично на будь-яку проблемну область, яка може

бути схильна до структурування. У 1969 році він видав книгу, присвячену розробці морфологічного аналізу, в якій зазначав, що багато свої відкриття він зробив, використовуючи цей метод. Пізніше докладне дослідження морфологічного моделювання було здійснено Т. Річі [5].

Суть методу – виявлення кількох морфологічних (типових, видових, відмінних ознак (параметрів), значущих для розв'язуваної задачі, і складання всіх можливих поєднань цих ознак.

Потім слід виписати окремо морфологічні ознаки й записати інформацію про них (варіанти здійснення) без зв'язку з об'єктом (виробом), тобто застосувати морфологічні ознаки до інших аналогічних виробів.

Аналіз отриманих варіантів виявляє такі їх комбінації, які при звичайному переборі можуть бути упущені. Ознаки можна розташувати у формі таблиці, званої морфологічним ящиком (матрицею), який дозволяє краще уявити собі пошукове поле рішення задачі, швидше і точніше орієнтуватися в різноманітті понять і факторів.

У результаті спрямованого і системного аналізу генерується нова інформація, яка при простому переборі варіантів вислизає від уваги. Модифікації морфологічного методу – матричні методи.

Для проведення морфологічного аналізу необхідна точне формулювання проблеми для даної системи. У підсумку дається відповідь на більш загальне питання за допомогою пошуку всіляких варіантів приватних рішень, незалежно від того, що у вихідній задачі мова йшла тільки про одну конкретну систему.

Основні етапи застосування методу.

1. З'ясовується мета завдання – пошук варіантів функціональних схем, або принципів дії, або структурних схем, конструктивних різновидів розроблюваної системи. Можливе дослідження одночасно за кількома ознаками.

2. Виділяють вузлові точки (осі, окремі частини завдання), які характеризують розроблювану систему з позиції раніше сформульованої мети. Це можуть бути приватні функції підсистем, принципи їх роботи, їх форма, розташування, характеристики та властивості (стан речовини й енергії, вид звершуваного руху, фізичні, хімічні, біологічні, психологічні, споживчі властивості тощо). Зручно попередньо (припустимо, з аналізу аналогічної системи) побудувати відповідну блок-схему (функціонування, принципу дії, структурну схему), елементи якої утворюють вузли.

Кількість вузлів зазвичай вибирається з умови видимості й реальності аналізу одержуваних згодом варіантів: при ручній обробці – 4...7 вузлів, при роботі на комп'ютері – у межах фізичної можливості обчислювальної техніки й відведеного на рішення задачі часу. Зручно завдання вирішувати в ряд етапів: спочатку по обмеженому числу найбільш важливих вузлових точок, а потім – для додаткових, другорядних або виявлених в ході аналізу і представляють інтерес нових вузлів.

3. Для кожної вузлової точки пропонуються варіанти рішень: або виходячи з особистого досвіду (залежить від ерудиції), або беручи їх з довідників і банків (баз) даних (тобто на кожну вісь нанизуються можливі рішення, за аналогією з рахунками).

Варіанти повинні охоплювати всю область можливих рішень для даної вузлової точки. Але щоб задача була осяжній, рекомендується спочатку виділяти укрупнено-узагальнені групи варіантів, які при необхідності згодом конкретизуються. Варіанти можуть бути не тільки реальні, але і фантастичні.

4. Проводять повний перебір всіх варіантів рішень (кожен раз беруть по одному варіанту для кожної осі) з перевіркою комбінацій на відповідність умовам завдання, на несумісність окремих варіантів пропонованої їх загальній групі, на реалізованість та інші умови.

При необхідності для обраних рішень можна повторити морфологічний аналіз, конкретизуючи вузли (осі) і варіанти. Морфологічний аналіз зручніше і наочніше проводити із застосуванням морфологічних таблиць (ящиків).

Формальне комбінування варіантів створює враження автоматизму в застосуванні методу. Однак його евристична природа досить істотна і залежить від таких суб'єктивних факторів:

- інтуїтивне виділення вузлів і їх ознак, складу варіантів. Відсутність впевненості, що враховані всі (і особливо, перспективні) вузли й варіанти;

- конкретне рішення є наслідком аналізу комбінацій, що переглядаються, виникнення продуктивних асоціацій і образів [2].

Одним з яскравих прикладів практичного застосування підходу, що по суті використовує методи морфологічного аналізу, запропонованого Фріцем Цвіккі, у творчій діяльності є доробок драматурга Олександра Афіногенова.

Розмірковуючи про дійових осіб своїх п'єс, він застосовував таблицю: на великому аркуші накреслена сітка, як на рис. 1.

	A1	Б1	В1	Г1	Д1
А	+				
Б		+			
В			+		
Г				+	
Д					+

Рис. 1. Морфологічна таблиця

Потім клітини на перетині вертикалей з горизонталями заповнювалися різними відомостями, в залежності від того, які перетиналися лінії. На перетинах однозначних літер, тобто одного і того ж героя п'єси (наприклад, А, А1, Б з Б1 і т. д.), де на схемі позначено «+», пишеться все, що стосується даного дієвої особи: його тип особистості, характеристика, особливості мови, прикмети, звички і всякого роду властиві йому характерні риси, що відрізняють його від інших як зовні, так і внутрішньо, і інше.

В інших клітинах перетину, скажімо, А з Б1, А з В1 і далі, пишеться все, що стосується взаємовідносин А з Б, А з В.

Горизонтальний порядок дієвих осіб вказує на перевагу їх взаємовідносин з діючими особами, розташованими по вертикалі. Таким чином, в клітинці а Б1, де Б1 - в горизонтальному ряду, взаємини, а б, будуть простежені з точки зору Б1, а в Б А1, де А1 значиться по горизонталі, а б по вертикалі, їх зв'язку будуть розглянуті з точки зору А1.

Проте якщо під час роботи такий лист висить у драматурга перед очима, а поруч знаходяться олівець і гумка, щоб вписувати в потрібні клітини все нові і нові, що приходять в голову відомості про своїх героїв і відкидати те, що чомусь здалося зайвим, невірним, сумнівним, то користь від такої карти буде безсумнівною [4].

Аналізуючи теоретичну базу цього методу та приклади його впровадження, можна узагальнити переваги та недоліки цього методу.

Як головні переваги цього методу можна виділити наступні:

1. Це добре структурований метод, що дозволяє істотно розширити область пошуку рішення і ввести в полі зору варіанти, які при звичайному розгляді проблеми можуть бути упущені.

2. Застосування морфологічного аналізу дозволяє глибше зрозуміти сутність і структуру досліджуваної проблеми або об'єкта.

3. Метод носить системний і цілеспрямований характер, що дозволяє впорядковувати наявну інформацію і генерувати нові творчі ідеї вирішення проблем.

4. Морфологічний аналіз дозволяє розвивати вже наявні ідеї й удосконалювати об'єкти, а також генерувати новизну й створювати нові технології, об'єкти й послуги.

5. Принцип морфологічного аналізу легко реалізується за допомогою комп'ютерних засобів і може бути використаний в обчислюваній творчості, моделях штучного інтелекту, структурно-параметричного синтезу, параметричної архітектури й дизайну.

Але цей метод, як і будь-який, не є ідеальним, поміж недоліків та обмежень необхідно відзначити наступні:

1. Механічний підхід до аналізу об'єкта веде до генерування великої кількості варіантів, багато з яких виявляються позбавлені практичного сенсу.

2. При виборі ключових параметрів об'єкта можуть бути упущені значущі чинники, що може істотно знижувати ефективність отриманих рішень.

3. Простір рішень завдань визначається межами побудованої матриці, а процес створення нового відбувається всередині морфологічного ящика.

4. Сучасні проблеми реального світу вкрай динамічні, невизначені й неоднозначні, а їх сценарії розвитку часто непередбачувані й лежать за межами заданих меж морфологічного простору.

5. Успіх методу безпосередньо залежить від суб'єктивних процесів оцінки й вибору, а відсутність критеріїв відбору корисних комбінацій і варіантів рішень робить можливим втрати корисних і значущих альтернатив.

6. Морфологічний аналіз збільшує ймовірність отримання цікавого рішення, але не гарантує його.

7. Комбінування як інструмент генерації новизни, є тільки одним з цілого спектру механізмів творчої діяльності. У зв'язку з цим, в цьому методі конвергентного мислення переважає над дивергентним, а

раціональний аналіз над інтуїтивним рішенням проблем і перетворює у явою.

Отже, метод морфологічного аналізу передбачає систематизацію сукупності можливих варіантів властивостей винаходу у вигляді, зручному для дослідження наслідків їх поєднання.

Метод має наступні характеристики:

- Багатовимірність: кожна складна проблема має кілька ракурсів, які необхідно розглядати як єдине ціле.

- Кількісна оцінка: різні аспекти проблеми піддаються кількісній оцінці й виражаються в цифрах. Вони також постійно змінюються, що повинно бути включено в пошук можливих рішень.

- Суб'єктивність: правильне рішення проблеми – питання думки. Кращого рішення не існує, але є кращі або гірші.

Перевагами морфологічного аналізу є:

- рівноцінність всіх елементів аналізованого об'єкта;

- максимальна чіткість формулювання поставленого завдання;

- зняття обмежень в аналізі елементів досліджуваного об'єкта;

- можливість отримання нових та/або розвитку вже наявних ідей.

Недолік методу – велика кількість варіантів, з яких важко вибрати найкращий. Для об'єктів, що мають велику кількість елементів і безліч варіантів, таблиця стає громіздкою і метод стає трудомістким.

Інший недолік методу – відсутність впевненості в тому, що при побудові ящика враховані всі осі й всі класи уздовж цих осей. Інтуїтивний пошук варіантів замінюється інтуїтивним пошуком осей і класів.

Перехід від перебору дрібних (і тому легко губляться) одиниць (варіантів) до підбору великих одиниць (осі, класи по осях) є безумовною перевагою, але знехтувавши хоча б однією віссю, ми автоматично втрачаємо дуже велику групу варіантів [1].

Список використаних джерел

1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения / Г.С. Альтшуллер. – Москва: Московский рабочий, 1969.

2. Ерошенко И. Ю. Использование метода морфологического анализа для разработки информационных систем [Электронный ресурс] / И. Ю. Ерошенко // X Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2018». – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018003262>.

3. Колчинский И.Г. Астрономы: Биографический справочник / И. Г. Колчинский, А. А. Корсунь, М. Г. Родригес. – Київ : Наукова думка, 1986. – 512 с. – (2).

4. Лунгин С. Л. Виденное наяву / С. Л. Лунгин. – Москва: Вагриус, 2000. – 216 с.

5. Морфологический анализ веществ и материалов [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://hheating.ru/apartment/morfologicheskii-analiz-veshchestv-i-materialov-morfologicheskii/>.