

**Щодо можливості двоїстого системного моделювання
як методу дослідження інтеграції
в сучасному науковому знанні**

Мета цього підрозділу – показати, яким насправді може бути двоїсте системне моделювання з огляду на параметричну загальну теорію систем.

Словосполучення «двоїсте системне моделювання» можна зустріти у літературі, присвяченій параметричній загальній теорії систем. Уперше воно, ймовірно, було використано в статті представника Одеської школи системних досліджень, заснованої А. І. Уйомовим, Л. М. Терентьєвої «Індукція та дедукція в категоріях мови тернарного опису» [9] 2007 року та надалі набуло певного поширення серед системологів, наприклад, [3; 4; 6; 10].

Однак, всупереч факту широкого вживання цього словосполучення Л. М. Терентьєвою, її послідовниками та симпатиками, не зовсім зрозуміло, яке поняття стоїть за цим словосполученням. Сама Л. М. Терентьєва характеризує його наступним чином: «Двоїсте системне моделювання розкриває зв'язність двох системних моделей, відповідно, моделі з атрибутивним концептом і реляційною структурою та моделі з реляційним концептом і атрибутивною структурою» [9, с. 293]. Але у межах параметричної загальної теорії систем зв'язність двох системних моделей не потребує розкриття, тому що ця їхня зв'язність постулюється у вигляді принципу доповнюваності двоїстих системних описів: «Щоб отримати повне системне зображення речі, необхідно використати двоїсті одна одній моделі сис-

тем як доповнювані одна одну» [7, с. 18]. Тут зв'язність моделі системи з атрибутивним концептом і реляційною структурою та моделі системи з реляційним концептом і атрибутивною структурою – це доповнюваність цих моделей у межах повного системного зображення речі. Якщо зв'язність двох системних моделей усе ж потребує розкриття, тоді навіщо пропонувати принцип доповнюваності двоїстих системних описів?

Таким чином існування поняття, яке позначене словосполученням «двоїсте системне моделювання», ставиться під питання. Однак сам А. І. Уйомов визначав модель, зокрема, через систему [13, с. 48]. Цього вже достатньо, щоб все ж таки припустити можливість системного моделювання, навіть двоїстого системного моделювання. Звідси – питання: «Як можливе двоїсте системне моделювання?»

Постановка такого питання має сенс, зокрема, в контексті позиції А. І. Уйомова, який вважав, що «швидкий ріст темпів розвитку окремих наук призвів у багатьох випадках до їхньої роз'єднаності. Це створює труднощі, які починають гальмувати подальший розвиток. Відновлення єдності науки постає важливим завданням. Проте ця інтеграція не може бути зроблена методами попередньої натурфілософії, яка прагне звести різноманіття наук до однієї науки, наприклад, до механіки, за допомогою дедукції з невеликої кількості загальних принципів. <...> Методом, який дозволяє зважати як на єдність змісту наукових знань, так і на різницю, є метод моделювання. Модель може братися з однієї науки, а її прототип, тобто той предмет, який досліджується за допомогою моделі, – з іншої. Так створюються механічні моделі хімічних чи фізичних об'єктів,

електричні моделі механічних, хімічних, біологічних чи навіть соціальних явищ» [13, с. 5–6]. Уявлення А. І. Уйомова щодо моделювання як методу інтеграції наукового (та можливо філософського) знання задля єдності науки є відбиттям ідеалу засновника загальної теорії систем як такої – Л. фон Берталанфі, який вважав, що завданнями загальної теорії систем є дослідження ізоморфізмів (аналогічностей) і теоретичних моделей у різних галузях науки з метою сприяти єдності науки [20, р. 413], тобто інтеграції наукового знання. На додаток, Л. фон Берталанфі вважав, що «загальновизнано, що «система» – це модель загального характеру, тобто концептуальний аналог певних досить універсальних рис сутностей, які спостерігаються» [19, р. 251].

У ході створення власної теорії моделювання А. І. Уйомов покладався, зокрема, на працю бельгійського філософа Лео Апостела «До формального вивчення моделей у неформальних науках». У зв'язку з цим необхідно звернути увагу на два аспекти. Перший аспект полягає в тому, що А. І. Уйомов запозичив у Л. Апостела поняття «модель» і «прототип» для позначення того, що в різних традиціях називають «зразком», «аналогом», «джерелом» (source), «сферою (чи областю)» (domain) та «суб'єктом», «оригіналом», «ціллю» (target), «спільною сферою (чи областю зміни)» (co-domain) відповідно. У Л. Апостела «модель» і «прототип» – це «основні змінні відношення моделювання» («Суб'єкт S приймає, з огляду на мету Р, сутність М, як модель для прототипу Т» [18, р. 128]).

Другий аспект полягає в тому, як визначають поняття «модель» Л. Апостел і А. І. Уйомов. Л. Апостел визначає

поняття «модель» наступним чином: «Будь-який суб'єкт, використовуючи систему А, яка ані прямо, ані непрямо не взаємодіє з системою Б, щоб отримати інформацію щодо системи Б, використовує А як модель Б» [18, р. 160]. А. І. Уйомов визначає поняття «модель» так: «Модель – це система, дослідження якої служить засобом для отримання інформації про іншу систему» [13, с. 48]. В обох визначеннях модель розглядають як систему, яку використовують як спосіб отримання інформації про іншу систему, яка, вірогідно, розглядається як прототип.

Ймовірно, А. І. Уйомов підмічає деяку подібність між моделюванням і аналогією чи намагається посилити моделювання аналогією. І тут він не спирається на працю Л. Апостела, тому що той говорить про аналогію лише як про пропорцію у математичному значенні [18, р. 135]. Для А. І. Уйомова аналогія є певним різновидом умовиводу: «Аналогія – це умовивід, в якому висновок належить до іншого предмета, ніж до того, про який говориться у засновку» [11, с. 19]. Як це виглядає, можна побачити на такому класичному прикладі [15, с. 269]. Є Земля та Марс, які мають низку спільних ознак: вони є планетами, мають атмосферу, зміну дня та ночі, пори року тощо. Уся ця інформація може бути представлена як засновки. Засновком буде також те, що Земля є залюдненою. Висновком тоді буде те, що Марс теж є залюдненим.

Наведений приклад уможливорює розгляд умовиводу за аналогією як перенесення інформації з одного предмета на інший [15, с. 268–269]. Предмет, з якого переноситься інформація, можна розглядати як модель, а предмет, на який переноситься інформація, – як прототип [15, с. 269]. Влас-

не, для А. І. Уймова «умовивід за аналогією – це висновування від моделі до прототипу» [5, с. 280]. Усе це дає змогу А. І. Уймову стверджувати наступне: «Поняття моделювання передбачає існування двох об'єктів – моделі та прототипу, таких, що дослідження одного дає змогу робити висновки щодо іншого. Ці ознаки можна розглядати як обмежувальні умови для умовиводів, що використовуються. Логічними підставами методу моделювання можуть служити будь-які умовиводи, в яких засновки належать до одного об'єкта, а висновок – до іншого. Такі умовиводи становлять клас умовиводів, який охоплює традиційні умовиводи за аналогією» [13, с. 53–54].

Якщо умовивід за аналогією розглядається як логічна підстава методу моделювання, тоді правила, виконання яких робить результат умовиводу за аналогією найімовірнішим, можна розповсюдити на моделювання. Зазначимо, що у кращому разі для кожного виду умовиводу за аналогією треба формулювати правила чи умови, які б підвищували ймовірність цього умовиводу, як це відображено в [15, с. 273–280]. Проте можна обмежитися низкою наступних умов (або правил):

1. Чим більше відомо спільних ознак (властивостей або відношень) об'єктів, що зіставляються, тим вищий ступінь імовірності умовиводу за аналогією [1, с. 38].

2. Чим більш ґрунтовні (істотні) знайдені спільні ознаки (властивості чи відношення) об'єктів, що зіставляються, тим вищий ступінь імовірності умовиводу за аналогією [1, с. 38].

3. Чим глибше пізнаний взаємний закономірний зв'язок спільних ознак (властивостей або відношень), тим імовір-

ніший висновок, тим він ближче до цілковитої певності [1, с. 38].

4. Якщо об'єкт, щодо якого робиться умовивід за аналогією, має якусь ознаку (властивість або відношення), що не поєднувана з тією ознакою (властивістю чи відношенням), про існування якої ми висновуємо, то спільна ознака немає жодного значення [1, с. 38].

5. Спільні ознаки (властивості чи відношення) мають бути будь-якими ознаками (властивостями чи відношеннями) об'єктів, що зіставляються [5, с. 290].

6. Ознака (властивість або відношення), знайдена в моделі, має бути того ж типу, що й спільні ознаки (властивості чи відношення) [5, с. 290].

7. Спільні ознаки (властивості чи відношення) мають бути якомога більш специфічними для об'єктів, що зіставляються, тобто належати найменшому колу об'єктів [5, с. 290].

8. Ознака (властивість або відношення), знайдена в моделі, має бути найменш специфічною, тобто належати якомога найбільшому колу об'єктів [5, с. 290].

Наведені вище умови (чи правила) лише підвищують ступень імовірності умовиводу за аналогією, так би мовити, наближають результат висновування за аналогією до цілковитої певності чи вірогідності. Щоб досягти цілковитої певності умовиводу за аналогією, А. І. Уйомов рекомендує звернутися до теорії подібності [15, с. 276], де подібність – це вже повна математична аналогія об'єктів за умови наявності пропорційності між подібними змінними, які незмінно зберігаються за всі можливі значення цих змінних, які задовольняють подібним рівнянням.

Дотримання умов (правил) збільшення ймовірності результату для умовиводів за аналогією чи дотримання умов (правил) теорії подібності для математичної аналогії визначає ступінь надійності переходу від засновків до висновків, а отже, ступінь точності відношення між моделлю та прототипом, особливо коли цим відношенням є подібність або відповідність. Це вказує на те, що потрібно робити зважений вибір, коли обираєш логічні підстави серед видів умовиводів за аналогією для переходу від засновків до висновків, а отже, для встановлення точного відношення між моделлю та прототипом. А обирати є з чого, тому що А. І. Уйомов у свій час визначив 51 схему умовиводів за аналогією, такі, наприклад, як аналогія типу парадейгма, двоїста аналогія, емпірико-реляційна аналогія, каузальна аналогія [11, с. 258–263], які можна розглядати як логічні типи моделей.

Утім, А. І. Уйомов пропонує іншу логічну типологію моделей:

1. Вільна модель – це така «модель, яка дає змогу переносити на прототип будь-яку інформацію, отриману за допомогою моделі» [13, с. 44].

2. Фіксована модель – це така модель, яка на противагу вільній моделі «дає змогу переносити на прототип лише інформацію точно фіксованого типу» [13, с. 44].

3. Реляційна модель – це така модель, ознаки якої формують узагальнений ізоморфізм (або наближені до нього) з ознаками прототипу [13, с. 52].

4. Нереляційна модель – це така модель, ознаки якої не формують узагальнений ізоморфізм (або наближені до нього) з ознаками прототипу [13, с. 52].

5. Атрибутивна модель – це така модель, яка задовольняє вимогу того, щоб хоча б одна з ознак моделі була спільною з відповідною ознакою прототипу [13, с. 52].

6. Неатрибутивна модель – це така модель, яка необов'язково задовольняє вимогу того, щоб хоча б одна з ознак моделі була спільною з відповідною ознакою прототипу [13, с. 52].

При цьому А. І. Уйомов не встановлює обмеження на чисельність логічних типів моделей, що дозволяє нам припустити, що можливі комбінації згаданих вище 6 логічних типів моделей зі згаданими ще раніше 51 логічним типом моделей.

Застосування умовиводів за аналогією в межах методу моделювання ще недостатньо для того, щоб говорити про системне моделювання. Моделювання, яке користується умовиводами за аналогією, – це, так би мовити, «логічне моделювання», яке можна оформити в межах традиційної логіки (де засновки та висновки представлені як судження), логіки предикатів або мови тернарного опису, як волів би сам А. І. Уйомов [17, с. 205–209]. Само по собі таке моделювання не передбачає залучення поняття «система», тому що це поняття не є невіддільною складовою логічного вчення про аналогію; воно привхідне й екстралогічне.

Однак слід наголосити, що А. І. Уйомов розглядає моделювання як ширше поняття, яке включає умовиводи за аналогією як «свою невіддільну частину»: «Коли говорять про аналогію, то мають на увазі співвідношення між вже даною тим чи тим способом моделлю та прототипом. В умовиводі за аналогією результат дослідження моделі припускається відомим. У поняття методу моделювання

включається також сам процес побудови моделі чи знаходження її у природі. Потім, як важливий етап застосування методу моделювання є дослідження моделі, отримання з її допомогою необхідної інформації та, зрештою, практичне використання об'єктів у функціях моделі та прототипу» [5, с. 280]. Умовиводи за аналогією потрібні для того, щоб робити висновки щодо невідомих ознак прототипу на основі відомих ознак моделі на підставі спільності, подібності чи відповідності вже відомих ознак моделі та прототипу. Але умовиводи за аналогією не використовуються для побудови моделей. Для останнього можна використовувати системні дослідження, наприклад, якщо модель розглядають як систему, як це роблять Л. Апостел і А. І. Уйомов. Це відкриває шлях для використання створеної А. І. Уйомовим параметричної загальної теорії систем у поєднанні з умовиводами за аналогією. Як це може виглядати?

У параметричній загальній теорії систем можлива так звана «характеристика поняття системи через системні дескриптори»: «Система – це субстрат, на якому реалізується структура, що задовольняє заздалегідь заданому концепту» [7, с. 17]. Під «системними дескрипторами» тут розуміється аспект системного зображення об'єкта: «Виокремлюються визначники (дескриптори) системи: 1) концепт, 2) структура, 3) субстрат» [14, с. 119]. Концепт системи – це «деякий смисл, в якому розглядається система, це певний тип розуміння системи. Концепт системи – це завжди об'єкт визначений, він відомий ще до того, як отримана якась інформація про систему» [14, с. 119–120]. Концепт системи може бути атрибутивним, тобто бути визначеною властивістю, чи реляцій-

ним, тобто бути визначеним відношенням. Структура системи підпорядковується концепту й є або невизначеним відношенням (реляційна структура), або невизначеною властивістю (атрибутивна структура). Субстрат системи – це річ або сукупність елементів, на якій або яких реалізується структура системи.

З огляду на сказане вище модель можна зобразити у вигляді системи, тобто субстрату, на якому реалізується структура, що задовольняє заздалегідь заданому концепту. У такому вигляді модель має служити засобом для отримання інформації щодо іншої системи – прототипу, який також має зображуватися як субстрат, на якому реалізується структура, що задовольняє заздалегідь заданому концепту. Підставою для того, щоб модель як система служила засобом дослідження прототипу як системи, мають бути вже відомі ознаки, які якимось чином поєднують прототип і модель (наприклад, через спільність, подібність або відповідність ознак). Наприклад, між моделлю та прототипом як системами можуть бути встановленими ізоконцептуальні, ізоструктурні й ізосубстратні відношення, тобто певний збіг між концептами, структурами та субстратами систем. Такого роду відношення в параметричній загальній теорії систем становлять так звані «реляційні системні параметри», тобто специфічні системні відношення (див. [8]). Але це може спрацювати лише тоді, коли передбачається, що прототип від початку розуміється як система.

Попри те, що Л. Апостел і А. І. Уйомов розглядають модель і прототип як системи, це ще не означає, що модель і прототип у межах методу моделювання повинні бути системами. Сам А. І. Уйомов розглядає систему, зокрема, як

властивість, яку приписують речі. Це слідує з формалізації системи засобами мови тернарного опису: $(iA) \text{ Sist} =df ([a(*iA)])t$ [17, с. 37]. У цій формулі частина, яка стоїть до $=df$ (дорівнює за визначенням), читається так: «Довільна річ iA має властивість «бути системою» (Sist)», а частина, яка йде після $=df$ (дорівнює за визначенням), читається так: «Невизначне відношення a (тобто структура), встановлена у довільній речі iA (тобто субстраті), має визначену властивість t (тобто концепт)».

З огляду на те, що система розглядається A . Уйомовим як властивість речі, можна уявити дві ситуації, в яких модель може бути зображеною як система. Перша ситуація є такою: якщо від початку ані прототип, ані модель не зображуються як системи, але в ході дослідження моделі виявляється, що модель має ознаки системи, то з певною ймовірністю може також виявитися, що прототип має ознаки системи. Це може, наприклад, означати, що якщо в процесі дослідження моделі виявиться, що модель є системою, складеною з концепту, структури та субстрату, то з певною ймовірністю може виявитися, що прототип теж є системою, складеною з концепту, структури та субстрату.

Друга ситуація є такою: якщо модель, зображувана як система, служить засобом дослідження іншої системи, а іншою системою тут може бути лише прототип, то прототип теж має бути від початку зображений як система. Інакше кажучи, прототип теж має будуватися у вигляді системи, щоб модель, збудована як система, могла бути адекватним або хоча б релевантним засобом дослідження прототипу. Тоді й лише тоді можливе встановлення реляційних системних параметрів, тобто специфічних відношень

між прототипом і моделлю. У такому випадку дослідження моделі як системи може вести до отримання нової інформації щодо прототипу саме як системи, а не прототипу як такого. Своєю чергою це може не збільшити інформацію безпосередньо про прототип, але це може мати значення для реалізації якихось завдань уже на етапі практичного застосування моделі чи прототипу. Обидві ситуації показують два різні підходи до прототипу: перший підхід передбачає брати прототип як просто об'єкт, дослідження якого залежить від встановлених ознак, які поєднують його з іншим об'єктом, і від залучених умовиводів за аналогією, а другий – як об'єкт, який вже зображений як система, тобто з додатковими обмеженнями на його дослідження.

Встановлення специфічних відношень між системами, тобто задання певних реляційних системних параметрів, уможливорює перехід від просто моделювання, у якому важливу роль відіграють умовиводи за аналогією (чи математична аналогія), до моделювання, яке вже залучає параметричну загальну теорію систем, у межах якої ті чи ті форми умовиводів за аналогією можуть бути зображені як значення реляційних системних параметрів [16, с. 148–149]. Це, зокрема, може означати, що згадані вище 6 типів моделей і 51 тип умовиводів за аналогією, а також їхні комбінації, можна розглядати як реляційні системні параметри.

Треба також наголосити на наступному: якщо модель розглядається як система, яка складається з концепту, структури та субстрату, то треба зважати тоді на те, що в самій цій системі концепт, структура та субстрат можуть знаходитися в різних відношеннях один з одним, а отже,

система може мати ті чи ті специфічні системні властивості – так звані «атрибутивні системні параметри» [2, с. 183]. Звідси: дослідження значень атрибутивних системних параметрів, які властиві моделі як системі, можуть дати інформацію про значення атрибутивних системних параметрів прототипу як системи, тобто розкрити певні системні властивості прототипу.

Означене вище можна вважати, умовно кажучи, «системним моделюванням», але це ще не є двоїстим системним моделюванням. Двоїсте системне моделювання має передбачати не просто залучення зображення системи як цілісності, складеної з концепту, структури та субстрату, але двох типів систем, якими оперують у межах параметричної загальної теорії систем, а саме – систем з атрибутивним концептом і реляційною структурою та систем з реляційним концептом і атрибутивною структурою, відповідно: «Система – це будь-який об’єкт (субстрат системи), в якому реалізується деяке відношення (реляційна структура), яке має певну властивість (атрибутивний концепт)» [14, с. 257–258] і «Система – будь-який об’єкт (субстрат), на якому реалізується властивість (атрибутивна структура), яка знаходиться у певному відношенні (реляційний концепт)» [14, с. 258]. Відношення між цими двома типами систем регулюються принципами двоїстості системного опису та доповнюваності двоїстих системних описів. Останній принцип вимагає використання двох типів систем задля отримання повного системного зображення об’єкта [7, с. 18]. Іншими словами, якщо модель зображується як система, яка складається з концепту, структури та субстрату, то для повноти картини ця модель має бути зо-

брана як система з атрибутивним концептом і реляційною структурою та як система з реляційним концептом і атрибутивною структурою. Те ж саме стосується прототипу, який зображується як система.

Висновки. Метод моделювання можна розглядати як сукупність різноманітних процедур. Це – побудова моделі чи її знайдення, дослідження моделі, перенесення певної інформації з моделі на прототип, практичне застосування моделі та прототипу.

Якщо є необхідність перенести інформацію з моделі на прототип, то можна застосувати умовиводи за аналогією чи математичну аналогію, причому перші можуть бути формалізовані різними способами, наприклад, засобами традиційної логіки, логіки предикатів або мови тернарного опису.

Якщо потрібно побудувати модель, то можна застосувати параметричну загальну теорію систем. Тоді дослідження може проводитися на двох рівнях: 1) умовне системне моделювання: модель зображується у вигляді системи, яка складається з системних дескрипторів (концепту, структури та субстрату). Тут відношення між моделлю та прототипом можуть мати вигляд збігу між системними дескрипторами систем, тобто реляційних системних параметрів; 2) умовне двоїсте системне моделювання, яке спирається на два типи (чи моделі) систем, прийняті у параметричній загальній теорії систем, – систему з атрибутивним концептом і реляційною структурою та систему з реляційним концептом і атрибутивною структурою. Тут вже встановлюються відношення між моделлю та прототипом, зображеними як двоїсті системні об'єкти.

Список використаних джерел

1. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. М.: Наука, 1975. 720 с.
2. Леоненко Л. Л., Сараева И. Н. О применении языка тернарного описания к моделированию значений системных параметров и установлению общесистемных закономерностей. *Системные исследования-1984*. М.: Наука, 1984. С. 181–193.
3. Ляшенко Д. Н. К вопросу о двойственном системном моделировании. *Res systemica: збірка робіт, присвячених 90-річчю професора Авеніра Івановича Уйомова / за ред. К. В. Райхерта*. Одеса: Видавник С. Л. Назарчук, 2020. С. 89–96.
4. Недопитанська С. Н. Системні основи класифікації загадок. *Наукові читання пам'яті Георгія Флоровського: Матеріали щорічних конференцій студентів-філософів (2010–2012 рр.)*. Одеса: ОНУ, 2013. С. 54–57.
5. Новик И. Б., Уёмов А. И. Моделирование и аналогия. *Материалистическая диалектика и методы естественных наук: сборник статей*. Москва: Наука, 1968. С. 268–293.
6. Попова Ю. В. Некоторые вопросы лингвистики в категориях двойственного системного моделирования. *Гілея*. Київ, 2013. №78. С. 236–239.
7. Райхерт К. В. О соотношении понятий «параметрическая общая теория систем», «системно-параметрическая методология» и «системно-параметрический метод». *SWorld*. Иваново, 2014. Т. 20, № 2. С. 12–21.

8. Райхерт К. В. О реляционных системных параметрах в параметрической общей теории систем. *Res systemica: збірка робіт, присвячених 90-річчю професора Авеніра Івановича Уймова* / за ред. К. В. Райхерта. Одеса: Вида́вник С. Л. Назарчук, 2020. С. 108–118.
9. Терентьева Л. Н. Индукция и дедукция в категориях языка тернарного описания. *Культура народов Причерноморья*. Симферополь, 2007. № 106. С. 292–296.
10. Терентьева Л. Н., Шелестова Е. Н. «Цветомузыка»: синтез и соотнесённость? *SWorld*. Иваново, 2015. № 2 (39). С. 17–21.
11. Уёмов А. И. Аналогия в практике научного исследования. Москва: Наука, 1970. 264 с.
12. Уёмов А. И. Аналогия и модель. *Вопросы философии*. Москва, 1962. №3. С. 138–145.
13. Уёмов А. И. Логические основы метода моделирования. Москва: Мысль, 1971. 312 с.
14. Уёмов А. И. Метафизика. Одесса: Астропринт, 2010. 260 с.
15. Уёмов А. И. Основы практической логики с задачами и упражнениями. Одесса: Одесский государственный университет имени И. И. Мечникова, философское отделение ИСН, 1997. 388 с.
16. Уёмов А. И. Системный подход и общая теория систем. Москва: Мысль, 1978. 272 с.
17. Уёмов А., Сараева И., Цофнас А. Общая теория систем для гуманитариев: учебное пособие / Авенир Уёмов, Ирина Сараева, Арнольд Цофнас; под общ. ред. А. И. Уёмова. Warszawa: Wydawnictwo Universitas Rediviva, 2001. 276 s.

18. Apostel L. Towards the formal study of models in the non-formal sciences. *Synthese*. Urdorf, 1960. № 12 (2–3). 125–161.
19. Von Bertalanffy L. General System Theory: Foundations, Development, Application. New York: George Braziller, 1984. 296 p.
20. Von Bertalanffy L. The History and Status of General Systems Theory. *The Academy of Management Journal*. 1972. № 4: General Systems Theory. P. 407–426.