

ПРОЦЕСОЛОГІЧНІ СЕРЕДОВИЩА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

І.В. РЕДЬКО

Розглянуто розвиток інтенціональних засад системного аналізу. Подано розгорнуту експлікацію понять дескриптивного процесу. Досліджено процесологічні аспекти системного аналізу. Введено поняття часткової функції, акції та їх виконання в процесологічному середовищі.

Ця робота продовжує серію статей про розвиток напрямку процесологічних середовищ як інтенціональної платформи інформатики та системного аналізу в цілому. Розвиток інтенціональних платформ пов'язують із роботами Фреге [1], де запропоновано для розгляду, окрім традиційних (екстенціональних) властивостей об'єкта («ім'я» як форма його представлення та «денотат» як його значення), залучити так званий інтенціонал об'єкта — його зміст (сене), і трактувати значення об'єкта у вигляді функції його змісту. Така тріада властивостей об'єкта отримала назву трикутника Фреге. Цей підхід є натурфілософською платформою досліджень і суттєво розвиває традиційні платформи, що базуються на принципі екстенціональності: *будь-які дві (чи більше) властивості денотата, зокрема класу або множини, характеристичні для нього, не розпізнаються*. Тобто, розпізнання властивостей є зовнішньою, а не внутрішньою властивістю самої екстенціональної платформи.

Визнання екстенціональної платформи було великим позитивом для розв'язання принципів задач математики, логіки та багатьох інших традиційних галузей досліджень. Основною характеристичною властивістю таких задач була їх «статичність», тобто акцентція уваги на *зовнішні* властивості предмету досліджень, його даність ззовні. При цьому причини тих або інших зовнішніх проявів досліджуваного об'єкта були інкапсульованими. Прикладом екстенціонального підходу в дослідженнях може бути таке: вивчення функцій зводиться до вивчення зовнішніх властивостей заданих функцій, а дослідження деякого явища — до вивчення його зовнішніх проявів. Не зменшуючи значущості розв'язання наведених та подібних задач, зауважимо однак, що вони є надзвичайно вузьким класом задач у предметних областях.

До задач, які принципово не можуть бути розглянуті в рамках екстенціональної платформи, належать, наприклад, такі, де досліджуються не власне об'єкти або явища, а, в першу чергу, процеси (причини), що спонукали створення (виникнення) останніх. Зрозуміло, хоча така постановка теорети-

чно завжди має право на існування, практично будь-які дослідження тільки тоді мають сенс, коли вони підкріплені прагматикою. Це — об'єктивне явище. Не виключенням тут є навіть математика. Наприклад, століття, якщо не тисячоліття, людство мало справу із неперервними функціями, але їх природа як поняття була розкрита тільки в роботах Коши, Вейєрштрасса та ін. Аналогічно, надзвичайна потужність теоретико-множинної платформи обумовила розвиток традиційних розділів математики на базі екстенціональних підходів, а інтенціональні платформи до певного часу були практично забуті.

Серйозні передумови до реанімації інтенціональних підходів з'явилися з виникненням та розвитком в дослідженнях системного підходу. Принциповим стало те, що в рамках традиційних екстенціональних підходів неможливо не тільки розв'язувати, а навіть давати адекватні постановки основних задач у таких галузях, як управління, інформатика, моделювання. Адже на змістовному рівні для інформатики, програмування та моделювання принциповими є не стільки дослідження заданих об'єктів (цим займаються традиційні розділи математики), скільки пов'язаних з такими об'єктами *процесів*, зокрема, процесів їх отримання. А це і означає залучення поряд з самим об'єктом його інтенціоналу (змісту), який (тут) виступає як поняття процесу. Очевидно, що дані типи задач принципово не можуть бути розв'язані на базі екстенціональних платформ, тому що принциповим тут є саме відхід від екстенціональності їх розглядів, при яких важливі *внутрішні* властивості об'єкта інкапсулюються. Конкретно це, наприклад, виражається в тому, що на рівні екстенціональної теорії машина Тьюринга, яка реалізує множення матриць, і відповідна Pascal-програма не розрізняються, тобто є одним об'єктом — *реалізацією функції множення матриць* (процес реалізації інкапсульований).

Іншим прикладом може слугувати спроба *адекватного суті* формального уточнення поняття системи та тісно пов'язаного з ним поняття часткової (не всюди визначеної) функції в рамках екстенціональної (теоретико-множинної) платформи. На рівні теоретико-множинної (традиційно екстенціональної) платформи парадигмною властивістю будь-якої сутності є її множинна природа. (Множина або сукупність — це зібрання визначених і не співпадаючих об'єктів нашої інтуїції або інтелекту, що розуміється як ціле (єдине) [2, с. 31]). Її парадигмна властивість визначається згаданим принципом екстенціональності. Але ж зрозуміло, що існує широкий клас задач, де головним є не те, що деяке зібрання об'єктів як предмет досліджень може інтерпретуватись поняттям множини, а те, що дає можливість поєднати згаданий набір часто різнорідних об'єктів у множину — *процеси їх взаємодій*. Стосовно сутності «системи» це означає, що саме категорія «процес» є тут системостворюючою основою, а «множина» — однією з можливих екстенціональних конкретизацій поняття «система». Непрямим підтвердженням сказаного є дане в роботі [3] неформальне визначення поняття системи як множини *структурно та функціонально взаємодіючих об'єктів* довільної природи. Перефразовуючи відоме висловлювання, можна сказати, що не стільки важливі власне елементи системи, скільки взаємозв'язки між ними.

Щодо *адекватного суті* формального уточнення поняття часткової (не всюди визначеної) функції в рамках екстенціональної (теоретико-множинної) платформи, то зрозуміло, цього в загальному випадку зробити

неможливо хоча б тому, що існує безліч конкретних прикладів функцій, для яких принципово неможливо визначити їх області допустимих значень. Пов'язано це з тим, що в рамках екстенціональних розглядів неможливо відобразити суттєву динамічність поняття невизначеності функції, яке, в першу чергу, пов'язане з *процесом* її (функції) виконання. Ряд репрезентативних прикладів можна продовжити. Але думається, і без цього очевидна неадекватність екстенціональних платформ для розв'язання принципових задач системного аналізу, інформатики і, зокрема, програмування та моделювання.

З іншої сторони, системний підхід в дослідженнях та ідея системності в цілому не просто даність моді, а навпаки — явище, властиве людському розуму. (Р. фон Берталанфі: «Если мы хотим верно представить и оценить современный системный подход, то самую идею системности имеет смысл рассматривать не как порождение преходящей моды, а как явление, развитие которого вплетено в историю человеческой мысли».) Тому побудова адекватного суті системного підходу теоретичного підґрунтя є важливим кроком у розвитку ідеї системності та процесу пізнання в цілому. Системність же як загальнозначуща властивість людського розуму передбачає розгляд системного аналізу — методології системного підходу з процесної точки зору (як єдиного процесу). Це можливо тільки на шляху викриття загальнозначущих і в цьому сенсі логічних механізмів розв'язання задач системного аналізу в рамках інтенціонального підходу. Такі побудови можуть і повинні бути проведені тільки як інтенціональний розвиток існуючих традиційних екстенціональних платформ і в першу чергу теоретико-множинної платформи як основи сучасної математики. Це передбачає разом із використанням всієї сили традиційної понятійної бази (екстенціональний рівень) *створення принципово нової системи понять*, що відображають інтенціональний рівень розглядів, і відповідних інтерфейсних міжрівневих механізмів, що забезпечують концептуальну єдність платформи.

Необхідною умовою створення такої системи є виділення її визначальної парадигми як системостворюючої основи для подальших досліджень. Щодо системного аналізу, то його визначальною парадигмою, що було зазначено, є *процес*. Тому розкрити природу системного аналізу означає розкрити природу процесів. В основі розкриття природи процесів лежить експлікація по Карнапу [4] поняття процесу як тріади — роз'яснення, розгортання, уточнення. Змістовно її суть складає покрокове розкриття природи процесу, починаючи з найбільш загального: *процес — це організоване виконання дій* [5]. Такий підхід, у свою чергу, забезпечить поступовість і достатню вмотивованість формування *процесологічного середовища системного аналізу*.

Таким чином, подальше розгортання поняття процесу пов'язане з розкриттям, насамперед, природи самої дії. При цьому зазначимо, що всі використані і не викладені в даній роботі поняття і результати розуміються за змістом відповідно до роботи [5].

ЕКСПЛІКАЦІЯ ДІЇ В ПЕРШОМУ НАБЛИЖЕННІ

Експлікація поняття дії за необхідністю пов'язана зі знаходженням відправної точки досліджень — її засадничої специфікації. В цьому сенсі найбільш

загальним твердженням є те, що *дія* — це *сутність*. Але, зважаючи на те, що поняття сутності є найбільш загальним серед всіх відомих, зокрема, навіть понять об'єкта або множини, дане твердження є дуже малозмістовним. Адже цим ми тільки фіксуємо факт приналежності дії до універсуму сутностей (позначатимемо його *E*, від *Essence*, англ. — сутність), який за визначенням включає в себе все і вся. Очевидно, необхідна подальша конкретизація, пов'язана із розкриттям змістовної суті поняття дії. В цьому сенсі *дія є сутністю, стосовно якої можна говорити про її причину та наслідок*. Причому, якщо сімейство причин дії є обов'язковим атрибутом самої дії, то наявність чи відсутність у дії наслідку є принциповою ознакою, яка виділяє два принципово різні класи дій: *термінальні* — ті, що мають наслідок, та *нетермінальні* — ті, що такого наслідку не мають. (Одна з можливих інтерпретацій нетермінальних дій — дії, що не завершуються.)

Виділення в універсумі сутностей двох власних підкласів — термінальних і нетермінальних дій, є важливим і необхідним кроком у конкретизації поняття дії, але явно недостатнім, адже такою типізацією зовсім не підтримана ситуація, коли по дії неможливо однозначно сказати, до якого з класів вона належить. Прикладом тут може слугувати алгоритмічна нерозв'язуваність *проблеми зупинки*. Тому потрібне виділення універсуму дій як узагальнюючого інструменту для термінальних і нетермінальних типів дій. Таке узагальнення, очевидно, зводиться до твердження: *дія — це сутність, що характеризується своїми причинами*. (Зрозуміло, що з екстенціональної точки зору, якби ми мали справу не з *типами* термінальних та нетермінальних дій (*тип* задається своєю характеристичною властивістю, тобто інтенціонально, на відміну від *основи*, яка задається екстенціонально, множиною), а з основами, то універсум дій визначався б як теоретико-множинне об'єднання термінальної та нетермінальної основ. Але для інтенціональних розглядів це не прийнятно. Потрібна відповідна характеристична властивість для *типу* дій.) Таким чином, у відповідності до останнього визначення, дія є не простою сутністю, а такою, яка жорстко прив'язана до сутностей-причин, що її спонукають. Все сказане дозволяє разом із універсумом сутностей розглядати універсуми дій *A* (від *Action*, англ. — дія), термінальних дій *A_T* та нетермінальних дій *A_N*. Думається, що все вищенаведене є достатньою мотивацією проведення такої типізації універсуму сутностей.

Подальша експлікація поняття дії, у відповідності до тріади Карнапа, пов'язана як з подальшою конкретизацією поняття дії, так і з роз'ясненням понять *причина* та *наслідок*. Зауважимо, що в першому наближенні причини дій і їх наслідки трактуються нами як сутності.

Поки що все сказане відносно дії носить дуже загальну природу. Це є наслідком того, що основу всіх викладок складає надзвичайно загальне поняття сутності. Щоб наповнити подальші розгляди конкретикою необхідно встановити зв'язки між поняттям сутності та більш конкретними (традиційними) поняттями, такими, як об'єкт, множина тощо. Це означає необхідність знаходження характеристичних властивостей для відповідних типів сутностей (типу об'єкта, множини тощо). Зупинимось на сутностях типу об'єкта.

Зі змістовної точки зору зрозуміло, що не будь-яка сутність може бути інтерпретована як об'єкт. Парадигмною властивістю об'єкта на неформаль-

ному рівні є наявність механізму його відтворення (продукування). В контексті вищенаведеного скажемо, що *об'єкт — це сутність, відносно якої коректно говорити про дію, наслідком якої вона є*. Сутності ж, які не є наслідками деякої конкретної дії, надалі будемо називати *суб'єктами*. Таким чином, сутність дії є визначальною для встановлення зв'язку між надзвичайно загальним поняттям власне *сутності* та більш конкретними поняттями — суб'єктом і, особливо, об'єктом.

Повернемось знову до поняття дії. В наших розглядах воно все ще є малозмістовним. Застосовуючи знову прийом типізації, але вже не до універсуму сутностей, а до універсуму дій, отримаємо набагато більш конкретне представлення про поняття дії. Дана типізація зводиться до розгляду двох класів дій: *дій-об'єктів* A^0 та *дій-суб'єктів* A^c . Дія-суб'єкт, як і суб'єкт взагалі, практично є роллю деякої сутності, наприклад, дії, в тих чи інших розглядах. Тому на змістовному рівні суб'єкт є майже таким малозмістовним поняттям, як і сутність. Наша ж задача — розглянути поняття дії більш конкретно. А для цього ми за необхідністю повинні дивитись на неї як на об'єкт. Таким чином, *поняття дії експлікативно зводиться до дії-об'єкта*.

Звернемось тепер до наслідку дії. Виходячи з визначення поняття об'єкта очевидно, що наслідок будь-якої термінальної дії є об'єкт з універсуму об'єктів O (від *Object*, англ. — об'єкт).

Таким чином, *тільки наслідки термінальних дій можуть виступати в ролі об'єктів розгляду*. Що ж до дій, які не є явно термінальними, то об'єктом розгляду тут може бути виключно сама дія як об'єкт універсуму O .

Перейдемо тепер до розгляду причин дії. З мотивів, аналогічних до викладених відносно самих дій, поняття *причини* та *наслідку* дії експлікативно зводиться до деякого об'єкта з універсуму O . Але зібрання всіх таких об'єктів дії є *сутністю* (суб'єктом дії), яка повністю характеризується тим, що має визначені і не співпадаючі складові (об'єкти), які відіграють роль причин дії. Причому, виходячи з прагматики розглядів, обмежимось розглядом тільки скінченних зібрань. Зібрання, які утворені n об'єктами домовимось називати *n-адами*. Конкретно, при $n = 1$ — *монадами*, $n = 2$ — *біадами*, $n = 3$ — *тріадами* і т.д. У загальному випадку, коли значення n не є суттєвим, такі зібрання будемо називати *поліадами*.

Таким чином, поліада розглядається максимально загально і не обтяжена навіть властивостями бути множиною та бути єдиним (цільним) об'єктом. (Суттєво те, що метод формування зібрання причин дії прозорий. У загальному випадку, поліада не є результатом дії, хоча в окремих випадках, наприклад, коли поліада є монадою, це не виключається. Цим забезпечується незамкнення логіки розглядів відносно механізмів формування поліади дії.)

Пояснимо це більш докладно. Поняття поліади, виходячи з його визначення, дуже близьке по своїй суті до поняття множини по Кантору [3, с. 31]. Але при цьому є істотно відмінним від нього. Основна відмінність полягає в тому, що від поліади не вимагається бути єдиним об'єктом універсуму. Тобто поліади, за виключенням монад, знаходяться поза універсумом об'єктів O . В цьому сенсі поліада є сутністю, конкретизація якої у вигляді,

наприклад, об'єкта, множини і т.п. переноситься на відповідну предметну теорію. Тут до деякої міри можна провести аналогію зі співвідношенням між сутністю «таблиця» та її конкретизацією у вигляді, наприклад, реляції (реляційна модель даних).

Узагальнюючи, можна сказати, що властивість приналежності зібрання причин дії до універсуму об'єктів O є зовнішньою властивістю по відношенню до поняття дії в цілому, тобто такою, що ніяким чином не використовується для адекватного суті розкриття природи дії. Дана ситуація є відображенням добре відомого співвідношення власне сутності та можливих форм її представлення. Обираючи якусь конкретну форму представлення сутності поліади, ми автоматично пов'язуємо розгляд відповідної дії з механізмом породження конкретної форми представлення поліади (множини, кортежу і т.п.). Таким чином звужуємо розгляд всіх можливих дій до розглядів дій, з відомими механізмами формування зібрання причин дії. Однак сукупність всіх можливих таких механізмів є очевидно відкритою системою і, значить, на рівні логіки такі механізми не можуть бути залучені. Разом з тим, сказане не виключає розгляду дій, причиною яких є, наприклад, деяка множина об'єктів з O . Однак в такому випадку ми маємо справу з так званою монадною дією, тобто з дією, зібрання причин якої є монада. Зазначимо, що по аналогії з попереднім, біадними, тріадними, n -адними і загалом поліадними будемо називати дії, зібрання причин яких створюють відповідно біаду, тріаду, n -аду та поліаду. Так введене поняття дії являє собою строгу експлікацію сутності дії в рамках експлікації категорії процесу.

Значимість поняття дії для інтенціонального розвитку ідеї системності в цілому та системного аналізу зокрема полягає в тому, що *будь-яка система може бути експлікативно зведена до певним чином організованої сукупності дій*.

Подальше розгортання поняття процесу як організованого виконання дій експлікативно зводиться до *скоординованого виконання акцій* [5]. Таким чином, розкриття суті процесу в першу чергу пов'язується з поняттям акції.

ПОНЯТТЯ АКЦІЇ У ПЕРШОМУ НАБЛИЖЕННІ

Природа взаємовпливів причин, що спонукають монадні та немонадні дії принципово різна. Це підрозділяє всю множину акцій на два типи. До першого відносяться так звані монадні акції, що складаються лише з монадних дій. Взаємовпливи причин в діях цих акцій носять рудиментарний характер і експлікативно зводяться до *співставлення* із монадами як об'єктами універсуму O , відповідних наслідків, якщо вони є. Зазначимо, що у випадку коли всі дії акції термінальні, така акція може бути екстенціонально зведена до функції, що задається функціональним бінарним відношенням, а *принцип детермінованості* [5] зводиться до відомого принципу функціональності бінарних відношень. Якщо ж в акції допускаються нетермінальні дії, то зрозуміло, що такі акції в принципі не можуть бути зведені до функціональних бінарних відношень. Однак, віддаючи данину традиціям, домовимось монадні акції називати *функціями* або акціями функціонального типу. У випадку, коли потрібно буде конкретизувати види функцій, монадні акції, всі дії яких термінальні, будемо називати *тотальними функціями*, а коли деякі з дій нетермінальні — *частковими функціями*. Зазначимо, що такі домовле-

ності ні в якій мірі не зобов'язують нас до формального ототожнення акцій функціонального типу з традиційними функціями, що уточнюються в рамках, наприклад, теоретико-множинної платформи. Цим ми тільки прагнемо підкреслити відносну подібність даних двох понять.

Що ж стосується немонадних акцій, то навіть називати їх функціями, на наш погляд, є некоректним. Справа в тому, що дії таких акцій в загальному випадку можуть мати не одну, а декілька причин. Тому їх взаємовпливи, які обумовлюють відповідну дію, принципово відрізняються від «авто-впливів», що характерні для монадних акцій. Тобто дія немонадної акції спонукається внутрішніми властивостями взаємовпливів об'єктів поліади, а не зовнішнім відношенням співставлення монаді як об'єкта універсуму нового об'єкта з O . Беручи до уваги цю, явно не функціональну властивість немонадних акцій, домовимось називати їх *акціями нефункціонального типу* або просто *акціями*.

Як вже було зазначено, до акції можуть входити дії різної адності. Якщо ж акція містить дії тільки однієї адності, то вона по аналогії з поліадами називається у випадку $n = 2$ — бідною, $n = 3$ — тріадною і в загальному випадку — n -адною або поліадною акцією.

ЕКСПЛІКАТИВНЕ РОЗГОРТАННЯ ПОНЯТТЯ АКЦІЇ

Введене поняття акції надто загальне і потребує подальшої конкретизації. Це стосується в першу чергу розкриття природи взаємовпливів між об'єктами поліади. Останнє ж можливо здійснити, наприклад, шляхом більш конкретного розгляду самих об'єктів поліади. На наш погляд, є сенс подивитись на причини дії не як на просто об'єкти, а як на структуровані об'єкти. Їх структура саме і обумовлена природою взаємовпливів об'єктів. Вона характеризується так званим відношенням *ідентифікації*, що передбачає наявність як об'єкта, що ідентифікується (*ідентифікант*), так і об'єкта, який здійснює таку ідентифікацію (*ідентифікатор*). Виходячи із зазначеного, є всі підстави розглядати об'єкт-причину як *ідентифікатний об'єкт* типу *біполя* [6], самі об'єкти виділити в окремий клас *ідентифікатних об'єктів*, а разом із поліадою розглядати також її схему як множину всіх ідентифікаторів ідентифікатних об'єктів, що входять в поліаду. Це дозволяє нам разом із загальним поняттям акції розглянути суттєво більш конкретний клас *ідентифікатних акцій* як множин дій, спричинюють які поліади ідентифікатних об'єктів з однією схемою.

Зазначимо, що властивість об'єкта бути ідентифікованим є внутрішньою властивістю самого об'єкта, а відношення ідентифікації в цьому контексті — сенсом згаданої властивості. Це означає, що як відношення ідентифікації, так і ідентифікований об'єкт можна розглядати, принаймні, з двох точок зору. По-перше, як об'єкта із властивостями ідентифікації на рівні сутності, тобто коли сам спосіб ідентифікації не залучається до розглядів, і, по-друге, на рівні конкретизації такого способу, тобто залучаючи ззовні ті чи інші можливі способи ідентифікації. Такий розгляд об'єктів складає основу двоєдиного абстрактно-інкапсулятивного підходу в дослідженнях. Він означає, що в кожному конкретному випадку до розглядів залучаються тільки прагматично і ситуативно виправдані властивості об'єкта, такі, як моделі сутності. А це, в свою чергу, дозволяє в дослідженнях, *не обмежуватись*

тільки механізмами наслідування, що властиве об'єктно-орієнтованому підходу. Це означає перехід в розглядах від рівнів абстракції до типів абстракції.

Як приклад розглянемо найпростіший об'єкт $x + y$. Існує безліч можливостей його розгляду (як слово в алфавіті $\{x, y, +\}$ з подальшою інтерпретацією, як (x, y) -арну іменну функцію, біадну акцію). Суть полягає в тому, що всі ці розгляди належать до принципово різних типів і нав'язування відношення наслідування тут є досить штучним.

При цьому, однак, потрібно зауважувати, що необхідно не тільки визначити самі типи абстракції, але й, найголовніше, створити відповідні інтерфейсні міжтипів механізми, які в об'єктно-орієнтованому підході були обумовлені наявністю рівнів наслідування об'єктів.

Що стосується типів абстракції розглядів як відношення ідентифікації, так і біполя *ідентифікатор-ідентифікант*, то вони обумовлені конкретними способами реалізації відношення ідентифікації. З прагматичної точки зору доцільно розглянути такі:

1. *Репрезентації* і, відповідно, біполь *репрезентатор-репрезентант*.
2. *Іменування* і, відповідно, біполь *ім'я-денотат*.

Перший тип експлікує випадок, коли до розгляду об'єкта залучається властивість його ідентифікатора відігравати роль репрезентатора об'єкту. Поняття «репрезентатор» подібне до традиційного поняття типу, але суттєво відмінне від нього: з типом традиційно пов'язується механізм його уточнення — *множина*. У випадку репрезентатора до розгляду залучається тільки його властивість репрезентувати деяку конкретну роль репрезентанта. При цьому механізм репрезентації є прозорим. Що ж стосується біполю репрезентатор-репрезентант і відношення репрезентації, то на інтенціональному рівні їх розглядів залучається тільки та властивість, що сутністю згаданого біполю є *монадна термінальна дія репрезентації* і, відповідно, сутністю відношення репрезентації є множина всіх таких монадних дій. (У відповідності до відомого поняття трикутника Фреге [1] репрезентант є функцією сенсу (рос. — смысл), в ролі якого виступає монадна дія репрезентації.) Даний тип відношення ідентифікації залучає до розглядів роль (розуміння) *ідентифікатної акції як репрезентатної акції*.

Другий тип експлікує випадок, коли ідентифікація об'єкта здійснюється через механізм іменування [7]. Тобто в даному випадку до розглядів залучається інша властивість сутності-ідентифікатора — бути *іменем* ідентифіканта. Зазначимо, що такий розгляд відношення ідентифікації є суттєво більш конкретним на відміну від попереднього. Це накладає відбиток не тільки на об'єкти поліади, але й обумовлює більш специфічний розгляд самої поліади як монади, єдиним об'єктом якої є множина ідентифікатних об'єктів, що більш точно може інтерпретуватись як іменна множина [7]. Це зводить розгляди *ідентифікатних акцій* до розглядів монадних акцій (причому об'єктом відповідної монади є іменна множина), тобто, враховуючи наші попередні домовленості, до іменних функцій.

Це означає, що ідентифікатор як сутність об'єднує в собі дві ролі, в яких він може виступати — роль репрезентатора та роль імені. Причому ці ролі не наслідують одна одну, а лише дають можливість розглядати єдину сутність з двох рівноправних точок зору. Ситуація тут аналогічна, наприк-

лад, сприйняттю сутності додавання, яка в кожному конкретному випадку може розглядатись як відповідна операція +, наприклад, над цілими або над дійсними числами. Сутність одна, але залучуються різні її ролі.

Таким чином прийшли до необхідності типізації універсуму ідентифікатних акцій, залучаючи до розглядів два види — *репрезентанти акції* та *іменні функції*.

Все вищезазначене є достатньою мотивацією того, що введені поняття акції та ідентифікатної акції зокрема утворюють процесональну основу будь-якої системи. Адже саме акція дає можливість специфікації систем не тільки на рівні їх зовнішніх властивостей, а, в першу чергу, залучення до розглядів внутрішніх властивостей систем, відповідних об'єктів, суб'єктів і особливо їх взаємодії. Тобто поняття акції є засобом непрямой специфікації систем. Це дає підстави для твердження: *поняття системи експлікативно зводиться до поняття відкрито-замкнутої системи*. Замкненість тут розуміється як замкненість по об'єктах універсуму, а відкритість — як відкритість по суб'єктах.

ВИКОНАННЯ АКЦІЙ

Парадигмною особливістю даних розглядів є розкриття природи дій, функцій і акцій з інтенціональної точки зору. Тобто дослідження цих понять під кутом зору відповідних їм процесів. Один із напрямків — дослідження процесів, пов'язаних з поняттям виконання, зокрема виконання акцій.

Традиційно поняття виконання стосовно будь-якого об'єкта розглядалося на тривіальному рівні. Все зводилось до ототожнення будь-якого об'єкта з результатом його виконання. Тобто сам процес виконання виносився за рамки розглядів. Змістовно це означало насадження як технології вирішення проблеми виконання будь-якого об'єкта — вирішення її вродздріб. Наприклад, для функцій їх виконання зводиться до застосування даної функції до аргументу. При цьому саме поняття застосування за необхідністю визначається екстенціонально, тобто ототожнюється з *відповідним* результатом.

У багатьох випадках такий підхід має вагомі переваги. Наприклад, адекватність обраного рівня абстракції розглядів прагматиці традиційних досліджень, відносна простота формальної моделі і т.п. Це стосується, в першу чергу, задач, в яких акцент робиться на результат, а не на процес його отримання. Та зрозуміло, що такий клас задач є змістовно тільки «вершиною айсберга» — універсума задач, і «підводна» його частина набагато вагоміша та об'ємніша. Ця частина універсуму задач в значній мірі пов'язана з інтенціоналізацією досліджень в рамках системного підходу через залучення до розглядів поняття *виконання акцій*. Цим надається можливість розглядів не тільки результатів виконань, а й засобів їх отримання. Причому серед таких засобів тільки мізерна частина базується на механізмі співставлення, а, значить, хоч в деякій мірі може бути асоційована з виконанням функцій.

Візьмемо до розгляду об'єкти типу функції, монадної та немонадної акцій і проаналізуємо механізми їх виконань. Очевидно, що при цьому спільним для обох акцій є механізм співставлення. Суть його полягає у співставленні, якщо це можливо, об'єкта універсуму деякого об'єкта, що

інтерпретується як результат виконання. При цьому є і суттєві відмінності. У випадку функції механізм співставлення визначається відповідним функціональним бінарним відношенням, тобто множиною (основою). У випадку ж монадних акцій такий механізм визначається інтенціонально через відповідні дії співставлення. Таким чином, в останньому випадку результат виконання визначається опосередковано через наслідок відповідної дії, якщо він є. (Тобто немає необхідності явним чином визначати множину значень результатів виконань акції.)

Що ж до немонадних акцій, то мова тут іде про механізми взаємовпливів причин дій, які зовсім не обов'язково є механізмами співставлення. Тому, якщо виконання монадних акцій можна розглядати як поповнення традиційних (властивих функціям) механізмів, то виконання немонадних акцій — це принципово нові механізми виконань. Крім того, у випадку акцій, результатом її виконання є об'єкт-дія як засіб, що допускає подальше можливе використання.

Таким чином, на змістовному рівні *під виконанням акції на поліаді розуміємо дію акції з відповідною поліадою*. Але такий підхід, не дивлячись на його нетрадиційність, є по суті екстенціональним тому, що акцентує увагу на результаті виконання (дії, а не на самому процесі отримання результату). На інтенціональному рівні ми за необхідністю повинні розглянути виконання з процесної точки зору як самостійне поняття. Як процес виконання *будь-якої акції є перетворення її у відповідну дію*. Причому це перетворення суттєво залежить, у першу чергу, від поліади, відносно якої воно виконується. Що ж до акції, то процес перетворення може бути зведений, наприклад, до пошуку в акції дії з відповідною поліадою. Зважаючи на те, що поліада на відміну від акції є не об'єктом універсуму, а сутністю (суб'єктом), механізм її отримання прозорий. Але, виходячи із зазначеного, логіка процесу виконання акції суттєво залежить від такого механізму. Тому немає іншого шляху відобразити на рівні логіки виконання акції її залежність від механізму отримання поліади, окрім розгляду виконання як параметричної операції, де параметром виступає поліада. Узагальнюючи, скажемо, що *виконання акцій на заданій поліаді (параметрі) — це монадна акція, монадами якої, в свою чергу, виступають акції з універсуму O* . Результатом виконання цієї монадної акції є її дія з відповідною поліадою.

Наступний крок у розкритті природи виконань полягає в типізації їх у відповідності до ступеня деталізації розглядів самих виконуваних акцій. Така типізація обумовлена розглядом разом із загальним поняттям акції більш конкретного поняття ідентифікатної акції. Така конкретизація акцій знаходить суттєве відображення в організації їх виконань. Тому розгляд поняття виконання акції за необхідністю зводиться до розгляду двох типів монадних акцій:

1. *Аплікативне виконання*, зокрема, функцій Ap^p .
2. *Ідентифікатне виконання* $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$, де p — деяка поліада, а $[s_1, s_2, \dots, s_m]$ — поліада ідентифікатних об'єктів s_1, s_2, \dots, s_m .

Під *аплікативним виконанням* акцій (аплікацією) розуміємо монадну акцію (функцію) Ap^p , виконання якої на деякій акції α ставить останній у

відповідність її дію $Ap^p(\alpha)$, поліадою якої є p . У випадку, коли такої дії в α немає, дія $Ap^p(\alpha)$ вважається нетермінальною.

Під *ідентифікатним виконанням* (виконанням) акцій розуміємо монадну акцію $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$, виконання якої на деякій ідентифікатній акції $\beta\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ зі схемою $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ ставить останній у відповідність нову акцію (можливо 0-адну, тобто просто дію), що отримана з $\beta\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ шляхом вибору з неї тих і тільки тих дій, ідентифікатні об'єкти поліад яких з ідентифікаторами з множини $S \cap \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, де S — схема поліади $[s_1, s_2, \dots, s_m]$, співпадають з відповідними ідентифікатними об'єктами згаданої поліади.

Очевидно, що операція ідентифікатного виконання $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$ є узагальненням введеної раніше аплікації Ap^p . Адже на відміну від Ap^p , результатом якої завжди є дія (тобто повне виконання), у випадку з $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$ можливе часткове (ліниве) виконання вихідних акцій. Щоб дещо «оживити» дані визначення, наведемо декілька простих прикладів. Розглянемо аплікації $Ap^{[2,3]}$, $Ap^{[4,3]}$ на акціях додавання $+$ і множення $*$ та виконання $Ex^{[(x,2),(y,3),(z,0)]}$ на ідентифікатних акціях $x + y$, $y * u$ та $x + \frac{y}{z}$.

В результаті аплікацій отримаємо дії $Ap^{[2,3]}(+) = 2 + 3$, $Ap^{[4,3]}(*) = 4 * 3$, а в результаті виконань, відповідно, акції $Ex^{[(x,2),(y,3),(z,0)]}(x + y) = 2 + 3$, $Ex^{[(x,2),(y,3),(z,0)]}(y * u) = 3 * u$ та $Ex^{[(x,2),(y,3),(z,0)]}(x + \frac{y}{z}) = 2 + \frac{3}{0}$.

Цими визначеннями здійснено важливий крок в експлікації поняття процесу в рамках спеціального процесного макросередовища, що представляє собою *універсум об'єктів, зокрема, функцій і акцій* O із введеними на ньому операціями аплікації Ap^p і виконання $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$.

З точки зору системного підходу *введені операції* Ap^p та $Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}$ представляють собою *строгі експлікації процесів здійснення реакції систем із, відповідно, жорстким та гнучким управлінням*. Тому таке макросередовище в першому наближенні може розглядатися як основа процесологічного середовища системного аналізу. Однак обмежитись таким процесним макросередовищем не можна. Цей підхід був би занадто абстрактним і, як наслідок, малозмістовним. Адже парадигмною особливістю цього макросередовища є даність ззовні самого універсуму O . Через нетрадиційність поняття акції така даність представляється занадто сильним припущенням, щоб усі наступні висновки в рамках згаданого макросередовища мали який-небудь самостійний інтерес. Адже таке спеціальне процесне макросередовище призначене лише для виконання акцій і функцій з O . Ні структура універсуму, ні закони породження його складових не є тут предметом досліджень. Тому, як відзначалося раніше, стає необхідним розвиток процесного макросередовища шляхом поповнення його спеціальними інтерфейсними засобами, що реалізували б взаємозв'язок між традиційними

(кортеж, множина, функція) і нетрадиційними типами абстракції (поліада, часткова функція, акція).

ПРОЦЕСОЛОГІЧНЕ МАКРОСЕРЕДОВИЩЕ

Як вже зазначалося, розвиток процесологічного макросередовища пов'язаний з визначенням інтерфейсних механізмів між традиційними та нетрадиційними типами абстракції. Фундаментальним нетрадиційним поняттям є акція, а основним традиційним — абстрактна функція. У зв'язку з принциповою відмінністю між цими двома поняттями встановлення безпосереднього інтерфейсу між ними є надзвичайно складною і разом з тим неадекватною суті розглядів задачею. Набагато природніше спробувати побудувати згаданий інтерфейс поетапно через побудову серії більш простих інтерфейсних засобів між відносно спорідненими поняттями. Ряд цих понять, з нашої точки зору, природно побудувати так: функція \leftrightarrow кортежна (n -арна) функція \leftrightarrow іменна функція \leftrightarrow акція.

Дамо визначення цих інтерфейсів. Загальним для них є те, що всі вони реалізуються через механізми виключення та введення відповідних типів абстракцій. Розглянемо спочатку ланку іменна функція \leftrightarrow акція. Тут інтерфейси забезпечуються двома монадними акціями: Con — виключення абстракції акції (конкретор) та Ab — введення абстракції акції (абстрактор).

Виключення абстракції акції Con є монадною акцією, що співставляє будь-яку ідентифікатну акцію α та поліарну іменну функцію $\text{Con}(\alpha)$, яка будується по α шляхом, по-перше, конкретизації ідентифікатних поліад дій з α через множини ідентифікатних об'єктів (ідентифікатні множини) до іменних множин (див. розд. «Експлікативне розгортання поняття акції») і, по-друге, співставлення кожної такої множини із результатом виконання акції α на відповідній поліаді, якщо він є.

Введення абстракції акції Ab є монадною акцією, що співставляє будь-яку поліарну іменну функцію f та ідентифікатну акцію $\text{Ab}(f)$, яка будується по f шляхом, по-перше, узагальнення відповідних іменних множин s з f через множини ідентифікатних об'єктів до ідентифікатних поліад (див. розд. «Експлікативне розгортання поняття акції») і, по-друге, співставлення кожної такої поліади із значенням $f(s)$ як наслідком відповідної дії акції $\text{Ab}(f)$.

Наступна ланка — кортежна (n -арна) функція \leftrightarrow іменна функція. Аналогічно до попереднього визначимо монадні акції Con^c — виключення абстракції кортежної функції та Ab^c — її введення.

Виключення абстракції кортежної функції Con^c є монадною акцією, що співставляє будь-яку кортежну функцію f^c та іменну функцію $\text{Con}^c(f^c)$, яка будується по f^c шляхом, по-перше, конкретизації кожного з кортежів c з f^c до іменних множин із стандартними іменами [7] і, по-друге, співставлення кожної такої множини зі значенням $f^c(c)$.

Введення абстракції акції Ab^c є монадною акцією, що співставляє будь-яку $\{1, 2, \dots, m\}$ -арну іменну функцію f^n , $m \in N$ та кортежну функцію $\text{Ab}^c(f^n)$, яка будується по f^n шляхом, по-перше, узагальнення відповідних іменних множин s з f^n до відповідних кортежів і, по-друге, співставлення кожного такого кортежу зі значенням $f^n(s)$ як результату функції $\text{Ab}^c(f^n)$ на цьому кортежі.

Нарешті, розглянемо останню ланку функція \leftrightarrow кортежна функція. По аналогії з попереднім, під виключенням абстракції функції Con^f розуміємо монадну акцію, що співставляє будь-яку функцію g та відповідну унарну функцію $\text{Con}^f(g)$. Введення абстракції Ab^f визначається дуальним чином.

Визначенням даних груп інтерфейсів здійснено розвиток введеного раніше процесного макросередовища до процесологічного макросередовища моделювання, як універсуму об'єктів O з введеними на ньому функціями $\text{Ar}^p, \text{Ex}^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}, \text{Con}, \text{Ab}, \text{Con}^c, \text{Ab}^c, \text{Con}^f, \text{Ab}^f$.

ПРОЦЕСОЛОГІЧНЕ МІКРОСЕРЕДОВИЩЕ

Основним призначенням введеного процесологічного макросередовища було визначення поняття виконання акцій, основних типів абстракції розглядів об'єктів універсуму та відповідних міжтипів інтерфейсів. Головна ж задача процесологічного мікросередовища — визначення основних внутрішньотипових інструментів роботи з об'єктами. Основу таких інструментів складають впливи, якими характеризуються об'єкти кожного типу. Такі впливи, у відповідності до [5], експлікативно зводяться до *застосувань* об'єктів один до одного. Це змушує нас до більш глибокого проникнення в природу таких застосувань.

Згадані типи абстракції можна умовно поділити на два класи. До першого відносяться об'єкти типу поліади, дії та акції. До другого — абстрактні об'єкти та функції, кортежі та кортежні функції, іменні множини та іменні функції. Розглянемо коротко застосування, властиві кожному з цих класів.

Застосування першого класу експлікативно зводяться до операцій параметризації Par , суперпозиції Sup та транспозиції Tr . Що стосується двох останніх, то Sup була докладно розглянута у роботах [5, 6], а Tr є природним узагальненням операції генералізації Gen [5, 6] на випадок поліад. Тому тут введемо тільки одне з можливих визначень операції параметризації. Під операцією параметризації Par розуміємо бінарну операцію, що співставляє пару $(S, \alpha\{t_1, t_2, \dots, t_n\})$, де S — деяка множина ідентифікаторів (наприклад, схема поліади), а $\alpha\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ — ідентифікатна акція зі схемою $\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, та ідентифікатну акцію $\text{Par}(S, \alpha\{t_1, t_2, \dots, t_n\})$ зі схемою $S \cap \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, результатом виконання якої на поліаді p зі схемою $S \cap \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ акцію $\text{Ex}^p(\alpha\{t_1, t_2, \dots, t_n\})$.

Для ілюстрації даної операції наведемо простий приклад. Нехай задана ідентифікатна акція $x + yz$ зі схемою $\{x, y, z\}$. Застосуємо до неї операцію параметризації $\text{Par}(\{x, u\}, x + yz)$. Результатом такого застосування буде акція, що залежить від значень ідентифікаторів із множини $\{x, u\} \cap \{x, y, z\} = \{x\}$, тобто функція $f(x)$, яка будь-якому значенню $x = a$ ставить у відповідність нову акцію $\text{Ex}^{[x,a]}(x + yz)$, тобто $f(a) = \text{Ex}^{[x,a]}(x + yz) = a + yz$. Таким чином операція Par фактично породжує клас параметрично залежних від значення x акцій. А це означає, що операція λ -абстракції [8] є окремим випадком операції Par .

Що ж до застосувань другого класу, то вони експлікативно зводяться до класів абстрактних, іменних та метаіменних біпольних функцій. Всі вони введені і докладно розглянуті у роботі [6]. Тому тут обмежимося тільки переліком їх визначень.

До класу абстрактних операцій відносяться біпольні функції *абстрактного заміщення* $\bar{\nabla}$, *аплікації* Ap , *множинної аплікації* Ap^s та *множення* \bullet .

Під *абстрактним заміщенням* розуміється бінарна (біпольна) операція $\bar{\nabla}$, яка ставить у відповідність кожній парі (a, b) об'єкт $a\bar{\nabla}b = b$.

Під *аплікацією* будемо розуміти бінарну (біпольну) операцію Ap , яка кожній парі (a, f) , де a — об'єкт, а f — об'єкт типу функції, ставить у відповідність результат застосування функції f до об'єкта a як аргументу і дорівнює значенню функції f на a , що позначається $f(a)$, тобто $\text{Ap}(a, f) = f(a)$.

Під *множинною аплікацією* розуміється біпольна операція Ap^s , яка кожному множині A і будь-яку функцію f співставляє із множиною $\text{Ap}^s(A, f) \subseteq \text{Ran } f$ ($\text{Ran}(f)$ — множина значень функції f), що складається з усіх значень функції f на об'єктах з A , тобто $\text{Ap}^s(A, f) = \{f(a) / a \in A\}$.

Під *множенням* будемо розуміти біпольну операцію, яка кожній парі функцій (f, g) ставить у відповідність нову функцію fg (чи $f \cdot g$), що задається формулою $fg(a) = g(f(a))$.

До класу іменних операцій відносяться біпольні функції *іменування* \Leftarrow , *вибору* sel , *видалення* ext , *іменного заміщення* ∇ , *імплементации* Imp , *іменної суперпозиції* Sup^n , *додавання* $+$ та *номінації* $:=$.

Під *іменуванням* розуміється біпольна операція \Leftarrow така, що кожній парі (v, a) , де a — об'єкт, а v — об'єкт типу імені, співставляє іменну множину $\{(v, a)\}$, тобто $\Leftarrow(v, a) \stackrel{df}{=} v \Leftarrow a \stackrel{df}{=} \{(v, a)\}$.

Під *вибором* будемо розуміти біпольну операцію sel таку, що задається формулою

$$\text{sel}(v, a) = \begin{cases} b, & \text{якщо } (v, b) \in a, \\ \text{не визначено, в іншому випадку.} \end{cases}$$

Під *видаленням* розуміється біпольна операція ext така, що кожній парі (U, a) , де $U \subseteq V$ — множина імен, а a — іменна множина, ставить у відповідність іменну множину $\text{ext}(U, a)$, що створюється шляхом видалення з a іменних об'єктів з іменами із U .

Під *іменним заміщенням* будемо розуміти біпольну операцію ∇ таку, що кожній парі іменних множин (a, b) співставляє нову іменну множину $a \nabla b = \bar{a} \cup b$, де \bar{a} — іменна множина, що складається в точності з тих іменних об'єктів іменної множини a , імена яких не належать $\text{pr}(b)$ (проекції по першій компоненті бінарного відношення b).

Під *імплементациєю* розуміється біпольна операція Imp така, що кожній поліарній функції f і будь-якій іменній множині a ставить у відповідність $U \setminus \text{pr}(a)$ -арну (можливо, \emptyset -арну) функцію $\text{Imp}(a, f)$ (U — схема $\text{Dom}(f)$, $\text{Dom}(f)$ — область визначення функції f) — звичайна теоретико-множинна різниця), що зіставляє довільну $U \setminus \text{pr}(a)$ -іменну множину $\tilde{a} \subseteq \bar{a}$, де $\bar{a} \in \text{Dom}(f)$ і значення функції f на $\tilde{a} \cup \text{ext}(U \setminus \text{pr}(a), \bar{a})$.

Під *суперпозицією* будемо розуміти бінарну (біпольну) операцію Sup^n таку, що кожній парі (a, f) співставляє $\bigcup_{i=1}^n U_i$ -арну функцію $\text{Sup}^n(a, f)$, яка задається формулою $\text{Sup}^n(a, f)(b) = f(\{(u_1, \text{Imp}(b, g_1)), \dots, (u_n, \text{Imp}(b, g_n))\})$, де b — будь-яка $\bigcup_{i=1}^n U_i$ -іменна множина.

Під *додаванням* розуміється біпольна операція $+$ така, що кожній парі (U_1, T_1) -, (U_2, T_2) -альних функцій f, g (тобто поліарних, конкретно U -арних), областями значень яких є поліарні (конкретно T -арні) множини [6] ставить у відповідність $(U_1 \cup U_2, T_1 \cup T_2)$ -альну функцію $f + g$, що задається формулою $f + g(a) = \text{Imp}(a, f) \nabla \text{Imp}(a, g)$.

Під *номінацією* будемо розуміти біпольну операцію $:=$ таку, що кожній парі (f, g) , де f — довільна U -арна номіназначна функція (тобто така, що її значення суть імена (номінації) з $V \subseteq O$), а g — довільна T -арна функція, зіставляє з новою $T \cup U$ -арною функцією $f := g$, що задається формулою $f := g(a) = \{(\text{Imp}(a, f), \text{Imp}(a, g))\}$, де a — довільна $T \cup U$ -іменна множина.

Нарешті, розглянемо клас метаіменних операцій, представлений біпольною функцією генералізації Gen . Дамо її визначення більш розгорнуто.

Нехай W — довільна множина, яка індивідуалізує метаімена в множині імен V , тобто імена, денотатами яких, у свою чергу, є імена. Іменні множини, іменними об'єктами яких є біполі виду (w, v) , де $w \in W$ — метаім'я, а $v \in V$ — ім'я, називаються *метаіменними множинами*. Нехай a — довільна метаіменна множина виду $\{(w_1, v_1), \dots, (w_n, v_n)\}$, де $w_i \in W$

$v_i \in V$ ($i = \overline{1, n}$), f — довільна $\{w_1, \dots, w_n\}$ -арна функція, $\text{pr}_2(a)$ — проекція множини a по другому компонентіві.

Під *генералізацією* розуміється біпольна операція Gen така, що кожній парі (a, f) ставить у відповідність нову $\text{pr}_2(a)$ -арну функцію $\text{Gen}(a, f)$, що задається формулою $\text{Gen}(a, f)(b) = f(\{(w_1, \text{sel}(\text{sel}(w_1, a), b)), \dots, (w_n, \text{sel}(\text{sel}(w_n, a), b))\})$, де b — будь-яка $\text{pr}_2(a)$ -іменна множина.

Змістовно ця операція являє собою застосування активного об'єкта — функції f на пасивний об'єкт — a як «погоджене перенесення» f з однієї області визначення на іншу. Метаіменна множина строго визначає це «погоджене перенесення».

Цим визначенням завершується експлікація процесологічного мікросередовища.

ПРОЦЕСОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

У першому наближенні процесологічне середовище є інтеграційним. В цьому розумінні воно є системою взаємодії двох полюсних середовищ — процесологічних макро- та мікросередовищ. Однак така трактовка занадто загальна і потребує подальшої конкретизації, яка базується на *принципі координативності*. Суть його полягає в індивідуалізації (виділенні) в універсумі O підмножин об'єктів (не обов'язково власних, зокрема, підмножиною може бути весь універсум), елементами яких є як власне об'єкти, так і акції, зокрема функції, операції та композиції (алгебраїчні операції). Такі підмножини є в цьому сенсі ініціальними множинами, тобто такими, що задаються ззовні (суб'єктом). Ініціальна множина I разом із множиною об'єктів, які породжуються з об'єктів самої ініціальної множини процесами покрокового виконання над ними акцій, створюють універсум ініціалізованих об'єктів O_I . При цьому не виключається можливість того, що $O = O_I$.

Роль ініціальних множин у даних розглядах зводиться фактично до ролі *координатора* покрокових виконань. Адже саме специфікація множини ініціальних об'єктів має визначальний (координуючий) вплив на те, власне, який універсум ініціалізованих об'єктів O_I залучається до розглядів. У цьому сенсі процес дійсно експлікується як *скоординоване виконання акцій*. Зокрема, роль координатора може бути зведена до мінімуму в тому випадку, коли множина ініціальних об'єктів співпадає з O_I та навіть з O . Така ситуація відповідає випадку, коли універсум об'єктів задано ззовні у повному об'ємі, а, значить, на внутрішньому рівні координативності його створення не потрібна. Однак на практиці останній випадок не репрезентативний. Скоріше він, крім тривіальних і тому малозмістовних випадків, неможливий. Звичайним же є те, що саме множини ініціальних об'єктів як координатори специфікують прагматику предметних областей. І вже на основі такої *координативності* породжуються і власне об'єкти універсуму O_I та нові засоби їх породження.

Важливо зазначити, що для будь-якої реальної (прагматично обумовленої) предметної області множина ініціальних об'єктів як основа *процесоло-*

гічного середовища конкретної предметної області може бути фінітною. Структура процесологічного середовища предметної області, зокрема системного аналізу, індукована необхідністю мати в складі множини ініціальних об'єктів як загальнозначущі (логічні) засоби ініціалізації, так і специфічні (предметні), обумовлені прагматикою предметної області. Повна система логічних ініціальних засобів наведена вище в процесі експлікації процесологічних макро- та мікросередовищ. Вона є загальною системостворюючою основою інтенціональних специфікацій будь-яких предметних областей, у тому числі і системного аналізу. Що ж до предметної складової, то процесологічне середовище відносно них є відкритою системою. Таким чином, будь-яка предметна область, зокрема і системний аналіз, може бути специфікована через поповнення наведеної системи логічних ініціальних об'єктів відповідною множиною предметних ініціальних об'єктів.

ВИСНОВКИ

Поняття системи як категорії експлікативно зводиться до поняття відкрито-замкнутої системи. Причому замкнутість розуміється як замкнутість відносно об'єктів універсуму, а відкритість — як відкритість відносно суб'єктів. Не виключенням тут є і процесологічне середовище системного аналізу. Адже воно може бути адекватно представлене у вигляді *відкрито-замкнутої системи*, що поєднує в собі множину загальнозначущих (логічних) засобів $Ap^p, Ex^{[s_1, s_2, \dots, s_m]}, Con, Ab, Con^c, Ab^c, Con^f, Ab^f, Par, Sup, Tr, \bar{V}, Ap, Ap^s, \bullet, \Leftarrow, sel, ext, \nabla, Imp, Sup^n, + :=, Gen$, відносно яких вона (система) замкнута, та відкриту сукупність множин специфічних засобів системного аналізу конкретних предметних областей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фреге Г. Логика и логическая семантика. — М.: Аспект пресс, 2000. — 512 с.
2. Панкратова Н.Д. Становление и развитие системного анализа как прикладной научной дисциплины // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2002. — № 1. — С. 65–92.
3. Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. — М.: Мир, 1966. — 555 с.
4. Карнап Р. Значение и необходимость. — М.: Мир, 1958. — 382 с.
5. Редько В.Н. Дескриптологические основания программирования // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 1. — С. 31–49.
6. Редько И.В. Дескриптологическая среда моделирования предметных областей // Тр. междунар. науч.-практ. конф. по программированию УкрПРОГ'2002.— Киев.— 2002.— С. 61–68.
7. Редько В.Н. Основания композиционного программирования // Программирование. — 1979. — №3. — С. 3–13.
8. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. — М.: Мир, 1985. — 606 с.

Надійшла 30.10.2003