

УДК 004.82

doi: 10.32620/reks.2020.3.01

С. І. ДОЦЕНКО

*Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна*

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ: ПОСТ-ДЕКАРТОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МЕТАЗНАНЬ

Основною проблемою в загальній задачі маніпулювання знаннями є проблема визначення складу та змісту предметної області, для якої вирішується ця задача. Встановлено, що існує два принципово різні підходи до вирішення задач маніпулювання знаннями. Перший підхід полягає у застосуванні методів автоматичної обробки даних з застосування обчислювальних машин та відповідних алгоритмів на основі правил формальної логіки для отримання нових знань про об'єкти предметної області. Для першого підходу об'єктами предметної області є саме фізичні об'єкти живої та неживої природи в їх існуванні, які мають власні характеристики і поміж якими встановлюються відповідні відношення. Другий підхід полягає у застосуванні здібності людського інтелекту вимірювати речі та їх властивості на основі закономірностей діалектичної логіки. Для другого підходу характерним є пізнання знань про діяльність об'єктів живої природи, в першу чергу людини. При цьому, обчислювальні машини застосовуються, як правило, для представлення у відповідній формі вже сформованих знань. Однією з таких форм представлення знань є логічна модель декартової системи координат. Аналіз цієї моделі показав, що логічним принципом її формування є принцип діалектичної єдності понять «загальне»  $\supset$  «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з числових множин. З іншого боку, існує значна кількість логічних моделей у яких склад та зміст елементів множин, які формують координатні вісі, відповідають певним знанням про діяльність людини. В цих моделях також реалізується принцип їх формування у формі діалектичної єдності понять «загальне»  $\supset$  «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з множин елементами яких є певні знання. Слід відзначити, що у кожному з досліджених підходів до маніпулювання знаннями поняття «міра» не застосовується. З іншого боку, це поняття є визначальним у формуванні знань про діяльність людини та їх маніпулюванні. Виконано дослідження властивостей логічної моделі міри метазнань. Для цієї моделі встановлено зміст понять «міра метазнань», «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». Графічним представленням логічної моделі представлення знань про діяльність людини в логічній моделі міри метазнань є архітектура матричного представлення. Головною перевагою такого представлення є те, що в цій моделі реалізовано відношення «багато до багатьох (M:N)», яке заборонене в реляційних базах даних. Виконано аналіз рівня відповідності запропонованої логічної моделі міри метазнань визначеним вимогам до моделей маніпулювання знаннями. Встановлено високий рівень відповідності цим вимогам. Враховуючи встановлені властивості архітектури логічної моделі метазнань запропоновано визначити цю модель у формі пост-декартового представлення метазнань про діяльність.

**Ключові слова:** дані; інформація; знання; метазнання; міра; інтелектуальна система; маніпулювання знаннями.

### Вступ

В роботах [1, 2] здійснено аналіз стану проблеми самоорганізації в кібернетичних системах та розпочато вирішення проблеми самоорганізації процесів смислової діяльності та смислового мислення для кібернетичних та фізіологічних систем на основі евристик. Запропоновано вирішення даних проблем здійснювати шляхом застосування евристичних принципів у формі четвертої та п'ятої евристик.

Зміст принципу евристичної самоорганізації у формі четвертої евристики полягає у наступному [2]:

«...діалектична самоорганізація для понять «загальне»  $\supset$  «одиничне» є фундаментальним принципом евристичної самоорганізації».

Зміст принципу евристичної самоорганізації у формі п'ятої евристики полягає у наступному [2]:

«... архітектури логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності формуються з застосуванням визначених <на основі четвертої евристики> для кожної логічної моделі двох пар факторів, елементи кожної з яких пов'язані причинно-наслідковими відносинами, <а архітектура відповідає> архітектурі логічної моделі декартової системи координат.»

Слід звернути увагу на наступну обставину. Для досліджених у роботах [1, 2] архітектур логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності склад та зміст елементів формуючих множин для векторів в архітектурах цих моделей відрізняється від

складу та змісту елементів для відповідних множин декартової системи координат, для якої це множини чисел (числові шкали). Виникає питання, чи існує загальна логічна закономірність формування складу та змісту елементів цих множин для декартової системи координат та архітектур логічних моделей смислового мислення та смислової діяльності? Для відповіді на це питання необхідно встановити принцип, який лежить в основі побудови декартової системи координат.

Ця проблема пов'язана з проблемою визначення складу та змісту понять «знання» та «одиниця знань». Виникає питання, чи можливо в архітектурі логічної моделі декартової системи координат виділити структуру яку б можливо було розглядати як *одиницю знань*?

Відповіді на ці запитання забезпечать подальший розвиток теорії інтелектуальних систем в частині методологій формування баз знань з відкритою для користувача архітектурою логічної моделі знань, яка не залежить від конкретної предметної області. З практичної точки зору це важлива обставина. Адже, всі існуючі методи формування баз даних та баз знань, навпаки, передбачають повну закритість для користувача концептуальної, логічної та фізичної моделі. Він є пасивним користувачем.

Тому метою даної роботи є природне продовження робіт [1 та 2] з встановлення принципу, який лежить в основі побудови логічної моделі декартової системи координат, а також пошук в цій моделі щонайменше однієї структури елементів знань яку б можливо було розглядати як *одиницю*.

Робота має наступну структуру розділів. Перший розділ присвячено аналізу змісту понять «одиниця знань» та «міра знань». У другому розділі виконано обґрунтування логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат. Третій розділ присвячено дослідженню властивостей логічної моделі міри метазнань. У четвертому розділі виконано формування складу та змісту понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». П'ятий розділ присвячено узагальненню результатів дослідження виконаного дослідження. У шостому розділі наведено приклад практичного застосування дослідженої моделі пост-декартового представлення метазнань.

## 1. Аналіз змісту понять «одиниця знань» та «міра знань»

На цей час для представлення знань застосовують наступні моделі: логічна модель; семантична модель; фреймова модель; продукційна модель; нейронні мережі; онтології.

Всі ці моделі призначені для реалізації в інформаційних технологіях, головним інструментом реалі-

зації яких є обчислювальні машини й відповідні алгоритми та правила логічних виводів. Основою побудови вказаних логічних моделей є те що [3] «представлення знань в електронному варіанті передбачає визначення деяких початкових об'єктів, правил формування на їх основі нових об'єктів і в результаті отримання опису цих знань. Формальний спосіб опису предметної області і є моделлю представлення знань».

Отже, методом побудови вказаних моделей знань є «формальний спосіб опису предметної області» в якій «визначаються деякі первинні об'єкти та встановлюються правила формування на їх основі нових об'єктів». Формуються знання про *нові* об'єкти. При такому підході, в даних моделях знань не розглядаються форми знань, не ставиться задача формування *одиниці* знань, а також *міри* знань.

У роботі [4, с. 391] для представлення знань запропоновано класифікацію знань, основою якої є неформальний опис типів знань:

«Такий підхід надає можливість підібрати візуальну мову моделювання для конкретної управлінської задачі. Для неформального опису типів знань пропонується використовувати питання перевірки компетентності (*competency questions*).»

На основі цього введено наступні типи знань: *навіщо це потрібно...; що це...; як це працює...; чому це відбувається/відбулося...; хто це робить...; коли це відбулося...; де знаходиться об'єкт...* [4].

На жаль, ці моделі не зорієнтовані на розв'язання задачі виділення одиниць знань.

У роботі [5, с. 60] наведено основні властивості даних, метаданих, а також знань та метазнань:

«Знання – це формалізована система суджень із принциповою і єдиною організацією, заснована на об'єктивній закономірності, що спостерігається у визначеній предметній області (принципи, зв'язки, закони), встановленій в результаті розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення досвіду, отриманого нею у результаті практичної діяльності, яка дозволяє ставити і вирішувати задачі в цій області. Знання визначають здатність використовувати інформацію і являють собою добре структуровані дані або метадані (дані про дані) – елементи інформації, зв'язані між собою і з зовнішнім світом.

Метазнання – спеціальним чином організовані знання про знання з метою реалізації процесу їхньої інтерпретації і планування виведення. Метазнання дозволяють інтелектуальній системі виправляти або доповнювати свої знання в міру навчання в процесі вирішення конкретних задач.»

В даній тезі поняття «знання» визначається через поняття «система»: «це формалізована система суджень із принциповою і єдиною організацією». При цьому виникає дві проблеми, які існують і для

визначення самого поняття «система», а саме: невизначеним є склад та зміст суджень, які власне й утворюють елементи системи, також невизначеним є зміст «принципів, зв'язків, законів», які формують систему.

Стосовно метазнань слід зауважити, що вони застосовуються на етапі існування первинних знань й забезпечують «виправлення або доповнення своїх знань <вже існуючих> в міру навчання в процесі вирішення конкретних задач».

З наведеного визначення метазнань слідує, що вони є *вторинними* по відношенню до знань для даної конкретної предметної області. Поняття «первинність» та «вторинність» введені для визначення черговості в часі їх формування та застосування. Спочатку формуються знання і починають застосовуватися, а потім на їх основі формуються метазнання.

В цій роботі також визначені різні форми класифікації знань, при цьому розрізняють:

- типи знань (вісім типів);
- різновиди знань (два різновиди);
- види знань (три види);
- експертні знання;
- у залежності від часу існування (статичні знання, динамічні знання)...[5, с. 61-63].

У загальному вигляді знання подаються певною семіотичною (знаковою) системою. З поняттям «знак» безпосередньо зв'язані поняття денотат і концепт. Денотат – це об'єкт, що позначається даним знаком, а концепт – властивість денотата [5, с. 63].

Отже, з наведених визначень поняття «знання» слідує, що однозначного визначення цього поняття на даний час не існує.

Поняття одиниці знань встановлюється на основі того, що [5, с. 64]:

«Наявність класифікуючих відношень (структурованість) – властивість знань, що визначає можливість довільного встановлення між окремими одиницями знань відношень типу «частина – ціле», «рід – вид», «елемент – клас», «клас – підклас», «тип – підтип», «ситуація – підситуація» для забезпечення рекурсивної вкладеності одних одиниць знань в інші. Кожна одиниця знань може бути включена до складу будь-якої іншої, і з кожної інформаційної одиниці можна виділити деякі складові її інформаційні одиниці.»

Згідно цього визначення одиницями знань є знання для яких можливо встановити вказані бінарні відношення. Важливою властивістю є «забезпечення рекурсивної вкладеності одних одиниць знань в інші».

З іншого боку поняття «одиниця знань» визначається наступним чином [6]:

«Серед одиниць, які активізуються і складають ансамбль, знаходяться як ті що осмислюються, так і

ті, що не піддаються осмисленню одиниці. Найдрібніші одиниці, що кодуються ми називаємо одиницями знань. Одиниця знання про що-небудь – це найдрібніша одиниця, яка не має асоціативного зв'язку з чим-небудь».

Розглядається одиниця знань для об'єктів дметної області у формі «що-небудь».

При цьому, одиниці знань можуть бути осмислені та не осмислені.

Дивно, у попередньому визначенні згідно [5], «можливість довільного встановлення між окремими одиницями знань відношень типу...», а з іншого боку «одиниця, яка не має асоціативного зв'язку з чим-небудь». Виникає протиріччя у формі антиномії:

- між окремими одиницями знань, що кодуються не існує відношень/зв'язків;
- між окремими одиницями знань існують відношення/зв'язки.

Таким чином, встановлено відсутність однозначного визначення змісту поняття «одиниця знань» та принципу відношень поміж такими одиницями.

На цей час значного розвитку отримали дослідження в області *управління* знаннями [7, 8] та *безпеки* знань [9]. Для управління знаннями введено поняття інформаційного продукту [10]:

«Множина інформаційних продуктів  $I_p$  предметної області містить найповнішу інформацію про предметну область, тому якість прийнятих рішень на її основі щодо ефективності використання є найвищою:

$$I_p = \{TF, ET, GF, WP, DB, DW\},$$

де  $I_p$  – множина інформаційних продуктів, інформаційний ресурс кожного з яких може бути відповідно текстовим файлом (TF), електронною таблицею (ET), графічними даними (GF), веб-сторінками (WP), базами даних (DB) чи сховищами даних (DW)».

В даному підході інформаційні продукти формуються з інформаційних ресурсів різних типів. Знову ж таки не ставиться задача формування одиниць знань, а також міри знань.

У роботах І. Б. Сіроджи [11, 12] введено поняття квант знань. Згідно [12]:

«Термін «інженерія квантів знань» (ІКЗ) був введений автором < І. Б. Сіроджою в [11]> в зв'язку із запропонованою новою структуризацією знань за допомогою квантів, тобто порцій інформації різних рівнів складності. Ідея ІКЗ полягає в створенні нових моделей і методів автоматичної побудови і обробки алгоритмічних квантових структур знань, які допускають множинне, векторно-матричне і аналітичне уявлення, а також забезпечують маніпулювання ними за допомогою машинних алгебр і процедур логічного висновку».

Згідно даної тези вводиться поняття «алгоритмічна квантова структура знань». Вона формується на основі *автоматичної* побудови та обробки вказаних квантових структур. Ці *кванти* є порціями інформації *різних рівнів складності*, а отже квантові структури знань є *унікальними* і залежать від предметної області. З цього слідує, що квантова структура знань *не є одиницею знань*.

З наведених висловлювань також слідує, що на цей час не вирішеним залишається питання про представлення власне предметної області стосовно якої формуються знання. З іншого боку зрозуміло, що всі об'єкти предметної області (живої та неживої природи) з одного боку *існують*, а з іншого боку *діють*. При цьому, знання про *діяльність* для практичного застосування мають визначальне значення. Діяльність в свою чергу може бути поділеною на розумову та технологічну.

Для цілісної діяльності у роботі [13] встановлено поняття *одиниці* цілісної діяльності, а також визначено форми діяльності частин організованого цілого у формі вирішення відповідних задач. Побудовано логічні моделі смислового мислення та смислової (технологічної) діяльності. Для цих моделей встановлено наявність *ізоморфізму* їх архітектур у формі *декартової системи координат*. В той же час не визначено склад та зміст «одиниці знань» для цих архітектур логічних моделей.

Слід також звернути увагу на наступну обставину. Поняття «одиниця» пов'язане з поняттям «міра». При цьому, первинним є поняття «міра». Розуміючи склад та зміст поняття «міра», можливим є пошук відповідної *одиниці* міри.

Нажаль, в теоріях маніпулювання знаннями поняття «міра знань» не вводиться і не досліджується. З іншого боку, в класичній філософії це питання вирішувалося ще з часів древньої Греції. З цього приводу слід навести наступну цитату [14, с. 283]:

«Протагор: «людина міра всіх речей». Сократ: «людина як мисляча, є мірою всіх речей».

Отже, процес мислення Сократ визначає як процес *виміру сутностей* навколишнього світу. Г. Гегель зазначав [15, с. 19]:

«...розумова діяльність <рассудок> *визначає* і твердо тримається визначень; розум же негативний і *діалектичний*, оскільки він обертає визначення розумової діяльності в ніщо; він *позитивний*, оскільки породжує *всезагальне* і пізнає в ньому особливе».

Оперування визначеннями (поняттями) відповідає *розсудковій діяльності* мозку, але є ще й розумова діяльність, яка є *діалектичною*. Отже, сучасні технології оперування знаннями засновані на закономірностях саме *розсудкової діяльності*, адже в цих технологіях реалізується маніпулювання поняттями

про об'єкти предметної області, їх характеристики та відношення між ними.

Згідно Г. Гегелю [15, с. 299]:

«Міра є перш за все *безпосередня* єдність кількісного і якісного, так що, *по-перше*, є *визначеною кількістю*, яка має якісне значення та існує як *міра*. Її подальше визначення, полягає в тому, що *в ній, в собі* визначеному, виступає різниця її моментів, якісної та кількісної визначеності».

Таким чином, *мислення* згідно Протагору, Сократу та Г. Гегелю є процес представлення речей *в мірі* й відповідає *розумовій* діяльності. Виходячи з правила діалектичності, яке було сформовано у роботі [13] запропоновано наступне визначення поняття «міра»:

«**Визначення 2.** *Мірою* є представлення речі у формі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення)  $\supset$  одиничне (кількісне визначення)», а саме: загальне поняття стосовно речі  $\supset$  конкретне поняття.

Наприклад, відоме гегелівське «плід»  $\supset$  «вишня» є прикладом виміру конкретної речі *в мисленні* через діалектичну єдність кількісного (вишні) та якісного (плід).»

Оскільки мова йде про *знання*, тоді виникає питання чи можливо у запропонованій архітектурі логічної моделі знань у формі декартової системи координат визначити *міру* знань, а також *одиницю* для виміру знань? Адже, маніпулювання *універсальною одиницею* знань перетворює цей процес з *мистецтва* маніпулювання знаннями у чітко визначену *технологію*, як це спостерігається для маніпулювання даними на основі одиниці даних – біт.

Слід звернути увагу на наступну обставину. Визначення метазнань, яке наведено у [5, с. 60], встановлює *первинність* знань по відношенню до метазнань. Однак, слідує логічному методу Г. Гегеля первинним необхідно визнавати поняття «метазнання», як більш загальне поняття. При такому підході виникає можливість відповісти на наступні запитання:

– перше запитання: якою повинна бути архітектура логічної моделі *метазнань* щоб бути визнаною «мірою метазнань»?

– друге запитання: чи можливо в цій архітектурі логічної моделі міри метазнань виділити «одиницю міри метазнань»?

– третє запитання: чи можливо у архітектурі логічної моделі міри метазнань виділити «міру знань».

– четверте запитання: чи можливо в цій архітектурі логічної моделі міри знань виділити «одиницю міри знань»?

## 2. Обґрунтування логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат

Згідно філософській системі Р. Декарта, введена ним система координат, відображає основний атрибут буття матерії: її протяжність. Як зазначав Р. Декарт [16, с. 466]:

«...не протяжність, не твердість, не забарвлення і т.п. складають природу тіла, а одна тільки протяжність».

Далі він вказує [16, с. 476]:

«А якщо всяке тіло – протяжна субстанція, то воно може бути вимірне, вимірне може бути також його положення серед інших тіл і його рух, а через це і «всі видозміни матерії»».

Таким чином, сутністю декартового уявлення властивостей матерії є відображення її *просторовості, протяжності, руху*. При цьому, Р. Декарт ввів *негативні* числа в запропоновану ним систему координат.

Фундаментальною властивістю множин, які формують числові координатні осі декартової системи координат, є наявність бінарних функціональних, або причинно-наслідкових відносин поміж суміжними вісями у формі декартових добутків множин  $X$ ,  $-X$ ,  $Y$ ,  $-Y$ :

$$X \times Y, -X \times Y, -X \times -Y, -Y \times X.$$

Виникає питання, чи існують для множин декартової системи координат бінарні відносини поміж *діаметрально* протилежними множинами  $X$ ,  $-X$ ,  $Y$ ,  $-Y$ ? З точки зору *формальної* логіки бінарні відносини поміж вказаними множинами *не існують*. А з точки зору *діалектичної* логіки?

З наведених вище цитат Г. Гегеля і Сократа про властивості розуму слідує, що побудову архітектур логічних моделей мислення, смислового мислення та смислової діяльності в [13] засновано на закономірності розумової діяльності мозку людини шляхом формування понять про сутності предметної області, при цьому, розум це інструмент вимірювання цих сутностей і безпосереднього формування знань в формі бінарного діалектичного відношення «загальне»  $\supset$  «одиничне» (четверта евристика).

Введення в декартову систему координат *негативних* значень для координатних осей не просто характеризує протяжність об'єкта в протилежному напрямку, а й характеризує якості об'єкта, які є продуктом *розумової діяльності* людини. Наприклад, від'ємна вісь часу розуміється нами як *минулий* час. Поняття «минулий час» є *продуктом розумової діяльності*. У світі неживої природи минулий час, як і майбутній, не існує.

З наведеного слідує, що поміж діаметрально протилежними вісями декартової системи координат можливо встановити діалектичне відношення у формі «загальне»  $\supset$  «одиничне» яке є мірою, а саме:

$$\text{«загальне } -X \text{» } \supset \text{ «одиничне } X \text{»};$$

$$\text{«загальне } -Y \text{» } \supset \text{ «одиничне } Y \text{»}.$$

В декартовій системі координат шкали вісей формуються з відповідних числових множин. В архітектурі логічних моделей діяльності, які досліджені в [13], шкали вісей формуються з множин відповідних *факторів*. Виникає питання, чи можливо співвіднести числові множини з множинами факторів?

Для цього розглянемо співвідношення відповідних множин  $\pm X$ ,  $\pm Y$  декартової системи координат та логічної моделі діяльності. В [1] на основі поняття «фактор» сформовані наступні форми множин, а саме:

– ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД) – (загальне);

– ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД) – (одиничне);

– процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД) – (загальне);

– процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД) – (одиничне).

Враховуючи те, що від'ємні числа є продуктом мислення, а позитивні числа є відображенням у поняттях даних про реальні фізичні об'єкти, *умовно*, можливим є співвіднести їх з вказаними факторами наступним чином:

$$\text{РФОД} \rightarrow (-Y); \quad (1)$$

$$\text{РФТД} \rightarrow (+Y); \quad (2)$$

$$\text{ПФОД} \rightarrow (-X); \quad (3)$$

$$\text{ПФТД} \rightarrow (+X). \quad (4)$$

Вісі ( $\pm X$ ) віднесено до *процесних* факторів тому, що, як правило, вони використовуються для позначення *моментів часу*, які в моделях процесів є аргументом функції  $Y(t) = fX(t)$ . Вісі ( $\pm Y$ ) умовно віднесено до ресурсних факторів.

Окрім встановленого вище діалектичного відношення для діаметрально протилежних вісей існує ще одне відношення, а саме: сума чисел для відповідних числових вісей дорівнює нулю, для випадку коли шкали ідентичні. Цю властивість можливо використати для встановлення змісту поняття «множини мислимості як ціле», яке ввів Г. Кантор.

Зрозуміло, що для кожної з пар множин чисел для числових вісей  $X$  та  $Y$  в декартовій системі координат їх сума завжди буде дорівнювати нулю. Це стосується й відповідних пар чисел  $(1 + (-1) = 0)$  і т.п. З іншого боку, кожне з чисел в цих парах, а отже й відповідні множини пов'язані діалектичним відношенням:

$$\text{«загальне } (-1)\text{»} \supset \text{«одиничне } (1)\text{»}; \quad (5)$$

$$\text{«загальне } (-X)\text{»} \supset \text{«конкретне } (X)\text{»}; \quad (6)$$

$$\text{«загальне } (-Y)\text{»} \supset \text{«конкретне } (Y)\text{»}. \quad (7)$$

Позначивши результат діалектичної єдності через  $R$  можемо записати наступні рівняння для координатних вісей:

$$R_x \subseteq (-X) \supset (X) = 0; \quad (8)$$

$$R_y \subseteq (-Y) \supset (Y) = 0. \quad (9)$$

В цих виразах знак діалектичної єдності ( $\supset$ ) за смислом є знаком *діалектичної суми*.

Тому «0» можливим є розглядати, як діалектично організоване ціле для відповідної пари множин декартової системи координат. *Це і є множина, мислима як ціле*, яку розглядав Г. Кантор [17]. До її складу входить один елемент (0), а з іншого боку всі елементи відповідної числової вісі. З цього слідує, що декартова система координат сформована на основі поєднання *двох* організованих цілих: – «нулів» для відповідних пар векторів.

Виходячи з наведеного визначення міри знань (Визначення 2), архітектуру логічної моделі декартової системи координат пропонується розглядати як архітектуру логічної моделі міри *метазнань*. Адже, достатньо визначити *зміст та склад числових множин*, які формують координатні осі і цю логічну модель можливо застосувати для формування конкретних знань у формі відповідного графіка. Зміст елементів графіка визначається конкретною функціональною залежністю.

Мірою *метазнань для декартової системи координат* є склад та зміст елементів координатних вісей (числові шкали).

Отже, теоретичною основою формування логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат є п'ята евристика, а саме: – архітектура логічної моделі міри метазнань для декартової системи координат формується з застосуванням визначених на основі четвертої евристики двох пар числових множин (двох мір), кожна з яких є організованим цілим (мірою) та діалектичні суми яких дорівнюють нулям.

Маючи таке визначення для архітектури логічної моделі міри метазнань, розглянемо більш детально її властивості.

### 3. Дослідження властивостей логічної моделі міри метазнань

Зазвичай, декартову систему координат розглядають як форму представлення функціональної залежності  $Y(t) = fX(t)$ . Для відомої функції будується відповідний графік (рис. 1).

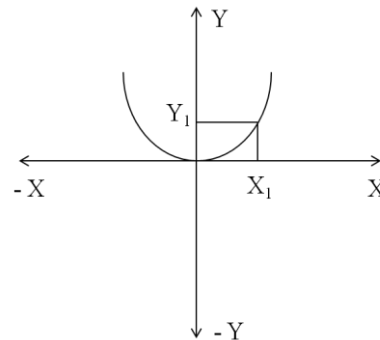


Рис. 1. Графік функціональної залежності  $y = x^2$

Сукупність точок графіка складає *сукупність знань* про конкретну функціональну залежність. З застосуванням відповідних інструментів математичного аналізу визначаються характеристики закономірності, яка досліджується.

Тепер поглянемо на декартову систему координат з дещо іншої точки зору. На рисунку 2 наведено матричне представлення архітектури логічної моделі знань для якої вісі сформовано з елементів множин, які є певними поняттями або знаннями, які відповідають визначеним множинам факторів для певної предметної області (див. формули (1) – (4)).

В цій архітектурі можливим є виділення координатних вісей у формі відповідних множин. Сформовану таким чином архітектуру координатних вісей пропонується визначити як архітектуру *логічної моделі міри метазнань* для матричного представлення архітектури логічної моделі знань.

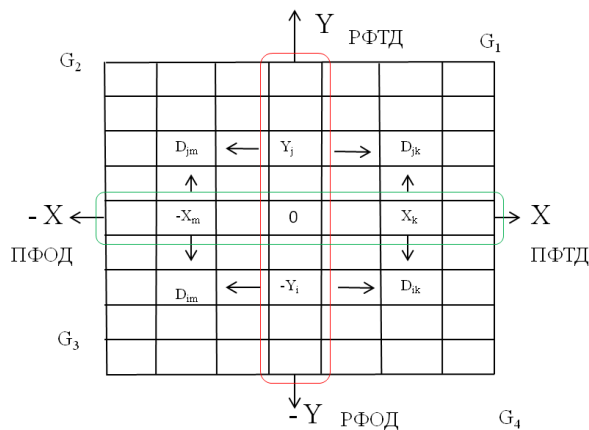
В цій архітектурі *логічної моделі міри метазнань* можливим є формування для відповідних координатних вісей матриць  $G_1 - G_4$  у формі декартового добутку, а саме:

$$G_1 \subseteq (Y \times X); \quad (10)$$

$$G_2 \subseteq (Y \times (-X)); \quad (11)$$

$$G_3 \subseteq ((-Y) \times X); \quad (12)$$

$$G_4 \subseteq ((-Y) \times (-X)). \quad (13)$$



де  $1 \leq i \leq q$ ,  $1 \leq j \leq n$ ,  $1 \leq k \leq p$ ,  $1 \leq m \leq r$ .

Рис. 2. Матричне представлення архітектури логічної моделі знань з визначеною архітектурою логічної моделі міри метазнань

Виникає питання, чим відрізняються представлення результатів функціональних залежностей в класичній декартовій системі координат для відповідної функції та матричне представлення архітектури логічної моделі знань в архітектурі логічної моделі міри метазнань (див. рис. 2)?

В класичній системі координат сукупність точок графіку представляє набір знань, які характеризують функціональний (причинно-наслідковий) зв'язок між елементами координатних вісей. Для обраного значення координати  $X$  за відомою формою функціональної залежності визначається конкретне значення функції  $Y$ .

По відношенню до класичної декартової системи координат, в досліджуваній в архітектурі логічної моделі міри метазнань реалізується інша логіка відношень між елементами координатних вісей.

В досліджуваній моделі спочатку визначається зміст понять, які формують елементи кожної з множин:  $Y_j, -Y_i, X_k, -X_m$ . При цьому, вирішується задача встановлення змісту функціональної, причинно-наслідкової, або іншої форми бінарних відносин для кожної пари елементів множин, які формують вісі:

$$(Y_j, X_k), (Y_j, -X_m), (-Y_i, -X_m), (-Y_i, X_k).$$

На основі встановлених форм відносин для кожної пари елементів множин, які формують вісі для відповідної матриці з  $G_1 - G_4$ , встановлюється склад та зміст знань для відповідних елементів  $D_{jk}, D_{ji}, D_{im}, D_{mk}$  які формують матричне представлення архітектури логічної моделі знань в архітектурі логічної моделі міри метазнань. Так, мова йде саме про знання, а не дані та інформацію:

$$D_{jk} \subseteq (Y_j \times X_k) \quad (14)$$

$$D_{jm} \subseteq (Y_j \times (-X_m)) \quad (15)$$

$$D_{ik} \subseteq ((-Y_i) \times X_k) \quad (16)$$

$$D_{im} \subseteq ((-Y_i) \times (-X_m)) \quad (17)$$

Склад всіх елементів множини РФОД  $(-Y)$  в символах теорії множин можна записати наступним чином:

$$\forall (-Y_i) \in \text{РФОД} (-Y) \text{ (} \epsilon \text{ організаційним ресурсом)}. \quad (18)$$

Згідно рисунку 2 вісь РФОД  $(-Y)$  має бінарні зв'язки з всіма ПФТД  $(X)$  та ПФОД  $(-X)$  згідно формул (12), (13). На жаль, склад елементів кожної з вказаних множин визначається змістом діяльності для конкретної предметної області «діяльність як процес».

Для множини ПФОД  $(-X)$  відомо, що всі її елементи володіють однією й тією ж властивістю (змістом), а саме: вони всі відносяться до категорії регламентуючих документів. В символах теорії множин цю властивість можна записати наступним чином:

$$\forall (-X_m) \in \text{ПФОД} (-X) \text{ (} \epsilon \text{ нормуючим фактором)}. \quad (19)$$

Аналогічно, для ПФТД  $(X)$  та РФТД  $(Y)$  маємо:

$$\forall (X_k) \in \text{ПФТД} (X) \text{ (} \epsilon \text{ технологічним процесом)}, \quad (20)$$

$$\forall (Y_j) \in \text{РФТД} (Y) \text{ (} \epsilon \text{ ресурсом для процесу)}. \quad (21)$$

Формування досліджуваної логічної моделі міри метазнань, для діяльності, необхідно розпочинати з визначення складу елементів множини ПФТД  $(X)$ , які визначають зміст діяльності, склад та послідовність технологічних процесів, що реалізуються в діяльності. Після цього визначається склад множини ПФОД, тобто, перелік нормативних документів, в яких сформовано вимоги до визначених процесів. В останню чергу визначається склад РФТД, тобто, склад ресурсів, які необхідні для реалізації, як технологічних процесів (визначених у складі ПФТД), так і організаційних процесів (визначених у складі ПФОД). Ці процеси пов'язані з реалізацією вимог нормативних документів і реалізуються у формі відповідної системи управління.

З іншого боку, для кожного з елементів множин:  $Y_j, -Y_i$ , та  $X_k, -X_m$  виконується правило, яке полягає в тому, що кожному елементу відповідає відповідна

пара множин, які пов'язані діалектичними відносинами, а саме:

$$\forall(Y_j) \in \text{РФТД}(Y) \text{ р}(D_{jm} \succ D_{jk}), \quad (22)$$

$$\forall(-Y_i) \in \text{РФОД}(-Y) \text{ р}(D_{im} \succ D_{ik}), \quad (23)$$

$$\forall(X_k) \in \text{ПФТД}(X) \text{ р}(D_{jk} \succ D_{ik}), \quad (24)$$

$$\forall(-X_m) \in \text{ПФОД}(-X) \text{ р}(D_{jm} \succ D_{im}), \quad (25)$$

де  $1 \leq i \leq q, 1 \leq j \leq n, 1 \leq k \leq p, 1 \leq m \leq r$ .

Виникає важливе питання, у якій формі у досліджуваній моделі враховується фактор часу? Адже, в жодний з факторів: РФОД (-Y); РФТД (+Y); ПФОД (-X); ПФТД (+X) час у *явній* формі не включено. Справа в тому, що досліджувана модель формується для певного моменту часу, або проміжку часу. Тому вісі майбутнього та минулого часу розміщуються по нормалі до площини досліджуваної моделі, як це показано на рисунку 3 [18].

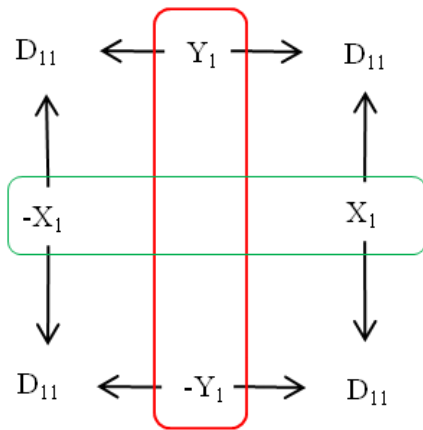


Рис. 3. Архітектура логічної моделі «одиниці міри метазнань» для пост-декартового представлення метазнань

Стає зрозумілим, що вказана модель є основним елементом формування моделі багатовимірного аналізу діяльності організацій за методологією OLAP (On-Line Analytical Processing).

Для фізичної реалізації запропонованої *архітектури логічної моделі міри метазнань* достатньо табличного процесора.

Досліджувану архітектуру логічної моделі міри метазнань пропонується визначити – *пост-декартовим представленням метазнань*.

На додаток до встановлених вище властивостей пост-декартового представлення метазнань необхідно звернути увагу на наступну властивість кожної з

пар множин, які формують архітектуру логічної моделі міри метазнань: вони є *діалектичними мета мірами* для факторизованого простору предметної області «діяльність».

#### 4. Формування понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань»

Виникає питання, що може бути елементарною одиницею в пост-декартовому представленні метазнань? Згідно рисунку 3 у якості такої одиниці слід прийняти четвірку елементів з множин  $Y_j, -Y_i, X_k, -X_m$  для значень індексів:  $i = 1, j = 1, k = 1, m = 1$ , відповідно маємо елементи  $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$ . Так, саме ці елементи утворюють дві мета міри мета знань  $(-Y_1, \succ Y_1)$  та  $(-X_1, \succ X_1)$ . Сформованість цих двох мета мір у формі декартової системи координат породжує можливість формування елементів знань  $D_{11}, D_{11}, D_{11}, D_{11}$  для кожної з матриць  $G_1 - G_4$  (рис. 3). Вони формуються на основі формул (14) – (17). Отже, елементи знань про діяльність формуються на основі мета знань з відповідних мета мір.

Зрозуміло, що *повною* ця одиниця міри мета знань буде лише тоді, коли будуть визначені щонайменше по одному елементу кожної з множин  $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$ . Визначену таким чином одиницю *мета знань* про знання, які характеризують діяльність, пропонується назвати *одиничним пост-декартовим представленням метазнань, або елементарним пост-декартовим представленням метазнань*. Воно є найпростішим. Невизначеність хоча б одного з елементів множин  $Y_1, -Y_1, X_1, -X_1$  в елементарній четвірці свідчить про неповноту сформованих метазнань, а отже, й знань про діяльність.

*Пост-декартове представлення метазнань* є відкритим для користувача. Воно складається з певної кількості елементів зміст кожного з яких визначається змістом множин РФОД (-Y); РФТД (+Y); ПФОД (-X); ПФТД (+X). Для визначення змісту елементів вказаних множин достатньо визначити предметну область *діяльності* користувача даної моделі.

Як правило, зміст елементів множин РФОД (-Y) та РФТД (+Y) для логічної моделі діяльності як процесу, визначається однозначно і є сталим для будь-якої мета моделі знань. З іншого боку, зміст елементів множин ПФОД (-X) та ПФТД (+X) визначається для конкретної предметної області. При цьому, якщо відомі елементи множини ПФТД (+X), тоді виникає можливість сформувати й елементи множини ПФОД (-X), які відображають зміст нормативних документів (формула 15). Тобто, нормативний документ формується на основі знань про конкретні технологічні процеси.



Слід відзначити, що пост-декартове представленням метазнань може бути застосовано й для вирішення зворотної задачі. Мається на увазі можливість формування спочатку елементів матриць  $G_1 - G_4$  і потім визначення складу та змісту елементів відповідних множин за формулами (22) – (25).

Маючи сформоване *одиничне пост-декартове представлення метазнань* можливим є формування відповідної архітектури логічної моделі *одиниці міри знань*. На рисунку 4 наведено архітектуру «одиниці міри знань» для *одиничного пост-декартового представлення метазнань* про діяльність.

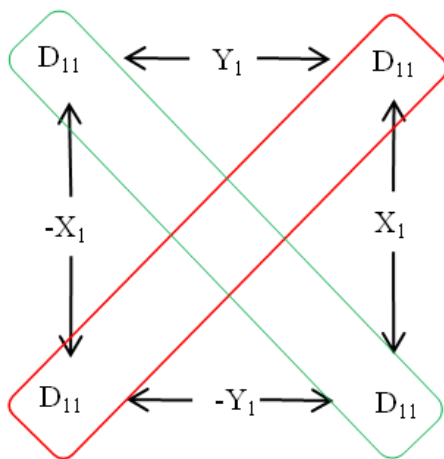


Рис. 4. Архітектура логічної моделі «одиниці міри знань» для *одиничного пост-декартового представлення метазнань* про діяльність

Елементи  $D_{11}$  для кожного з квадрантів  $G_1 - G_4$  є елементарними знаннями, які *породжені* відповідним *одиничним пост-декартовим представленням метазнань* згідно формул (14) – (17) і визначають склад та зміст одиниці знань.

Отже, сформовані архітектури логічних моделей одиниць пов'язані поміж собою. *Первинним* є *одиничне пост-декартове представлення мета-знань*.

## 5. Узагальнення результатів дослідження

Для визначення значення отриманих у роботі результатів проведемо порівняння вимог, які сформовані у роботі [19] до обробки знань з результатами, отриманими у даній статті.

С. Осуга наступним чином класифікує проблеми обробки знань [19, с. 168]:

«Всі проблеми можливо описати формою, яка визначає відношення поміж сутностями, які є об'єктом дослідження, атрибутами, властивостями, поведінкою, (характеристиками) в умовах навколишнього середовища. Іншими словами, в проблемі що-

небудь одне є невідомим – сутність, середовище або характеристики, і це невідоме повинно бути отримано з двох компонентів, які залишилися».

На основі цього С. Осуга визначає три класи проблем, а саме:

- перший клас – це проблеми аналізу коли відомі сутності і навколишнє середовище і необхідно визначити характеристики;
- другий клас – це проблеми синтезу, коли відомі характеристики і навколишнє середовище і необхідно визначити сутності;
- третій клас – це проблеми оцінки зовнішнього середовища коли відомі сутності та характеристики [19, с. 168].

У запропонованому в даному дослідженні методі формування *одиничного пост-декартового представлення метазнань* та відповідної архітектури логічної моделі *одиниці міри знань* відомими є:

- об'єкт дослідження – відповідна предметна область для якої визначено є поведінка – ПФТД;
- умови навколишнього середовища – ПФОД;
- атрибути, властивості – у формі РФОД та РФТД;
- елементи множин мета мір  $Y_j, -Y_i$ , та  $X_k, -X_m$ , а також принцип формування мета мір з цих елементів на основі діалектичної єдності понять «загальне (якісне визначення)  $\supset$  одиничне (кількісне визначення)».

Отже, проблеми, які сформовані С. Осугою, у запропонованому у роботі методі, вирішуються на етапі формування змісту відповідних формуючих множин  $Y_j, -Y_i$ , та  $X_k, -X_m$ . Задача формування бази знань полягає у формуванні змісту знань для елементів відповідних матриць логічної моделі  $D_{ji}, D_{jk}, D_{im}, D_{ik}$ .

Характеризуючи типи функцій обробки знань С. Осуга відзначає, що [19, с. 234-235]:

«Про які б функції обробки знань не йшла мова, основними з них поки що є дедуктивні виводи та використовувана ними база знань. Однак для них характерні дві форми застосування... Назвемо ці дві форми застосування пошуковою та розроблюючою... Розроблююча форма застосування <використання системи обробки знань> орієнтована на використання системи обробки знань експертами. ... в системі розроблюючого типу на базі введених в неї знань часто породжуються знання більш високого рівня ніж у експертів.»

Отже, вона є системою обробки знань.

Характерною особливістю розроблюючої форми обробки знань є те що [19, с. 235]:

«Перевагою пошукової форми є велика гнучкість і адаптивність до навколишнього середовища, однак її ефективність обумовлена невеликими про-

блемами. Розроблююча форма містить функції пошукової форми, але в той же час вона орієнтована на побудову моделей які розвиваються, і може застосовуватися для вирішення великих проблем, наприклад проектування. Однак, для практичного втілення такої форми потрібно, як відмічалось вище, розробити нову технологію побудови інтелектуальних систем, починаючи з перегляду мов представлення знань.»

Зрозуміло, що запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* може бути віднесеним до форми, яка розробляється (системи обробки знань) і відповідає вимозі «розробки нової технології побудови інтелектуальних систем, починаючи з перегляду мов представлення знань».

В основі її побудови лежить теорія інтелектуальних систем, як організованих цілих. Теоретичною основою для формування організованих цілих та дослідження їх діяльності є методологія цілісного підходу [13].

Запропонована логічна модель Декарта представлення знань відповідає вимозі до мов представлення знань, С. Осуга зауважує [19, с. 242]:

«Однак ефективність обробки знань проявляється в максимальному ступені, коли в одне ціле будуть органічно об'єднані застосування знань та їх придбання... Однак до практичного втілення в машині індуктивних виводів пройде ще немало часу, а можлива тільки така форма придбання, при якій людина отримує і впорядковує знання поза сферою дії комп'ютера.»

У запропонованому в даному дослідженні методі формування *одиночного пост-декартового представлення метазнань* та відповідної архітектури логічної моделі *одиноці міри знань* застосовується природна мова представлення знань на основі *діалектичних виводів* у формі «загальне»  $\triangleright$  «одиночне» як мета мір для *пост-декартового представлення метазнань*.

Як було вказано вище, запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* є відкритим для користувача, в ньому одночасно реалізовано концептуальне, логічне та фізичне представлення, які є основою формування баз знань, при цьому, «людина отримує і впорядковує знання поза сферою дії комп'ютера». Саме користувач формує всі визначені в моделі елементи множин координатних вісей  $Y_j$ ,  $-Y_i$ ,  $X_k$ ,  $-X_m$  та елементи знань в матрицях  $D_{ji}$ ,  $D_{jk}$ ,  $D_{im}$ ,  $D_{mk}$ .

Воно також відповідає наступній вимозі до мов [19, с. 247]:

«Ідеальним варіантом зовнішньої мови є природна мова та графіка, які надають можливості декларативного опису.»

В запропонованій моделі використовується природна мова та графіка у формі архітектури матричного представлення логічної моделі представлення знань.

Характеризуючи представлення знань, як універсальний засіб опису моделей С. Осуга зазначає, що [19, с. 252]:

«Моделі, як вже не одноразово говорилося, мають дуже широкий смисл, який знаходить відображення в найрізноманітніших прикладних сферах, однак для практичного втілення обчислювальної системи, яка забезпечує інтелектуальну підтримку рішення проблем з використанням моделей, необхідні універсальні засоби їх опису.»

У даній роботі ця проблема вирішується формуванням ізоморфної щодо предметної області архітектури моделі *пост-декартового представлення метазнань*. Так, не універсальні засоби опису моделей, а універсальна архітектура цієї моделі.

Слід також звернути увагу на умови побудови моделей: необхідно «таке управління процесом накопичення інформації, яке б забезпечило відсутність в ній протиріч.» [19, с. 253].

В основі запропонованої архітектури моделі *пост-декартового представлення метазнань* про діяльність, накопичення знань здійснюється на основі фундаментального закону діалектики: закону діалектичної єдності для понять «загальне»  $\triangleright$  «конкретне» та встановлення змісту понять «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань». Саме цей закон є основою для подолання протиріч, які існують у методологіях системного та цілісного підходів.

С. Осуга також звертає увагу на «необхідність розробки нових систем представлення знань, які відповідають вимогам погодженої обробки багатьох джерел знань.» [19, с. 255].

Логічна пов'язаність джерел знань у запропонованому *пост-декартовому представленні метазнань* обумовлена тим, що поміж елементами множин координатних вісей ( $Y_j$ ,  $-Y_i$ ) та ( $X_k$ ,  $-X_m$ ) встановлюються відповідні діалектичні зв'язки, а також між суміжними множинами на координатних осях встановлюються зв'язки, які визначаються у формі декартового добутку, як це показано вище (див. також формули (10) – (13)). Отже, досліджена логічна модель відповідає цій вимозі.

Запропонована архітектура логічної моделі Декарта представлення знань, *не відповідає* наступній вимозі до моделі об'єкта [19, с. 262]:

«Оскільки наявність структури у моделі об'єкта є незаперечним фактом, то в її представлення вводиться перш за все структурний опис... Якщо структуру необхідно ввести у зовнішнє представлення моделі, то з позиції організації комп'ютерної обробки її

слід визначити так, щоб вона безпосередньо відповідала структурі даних; це вигідно не тільки у відношенні ефективності обробки, але й у відношенні ефективності зберігання, і перетворення моделей, а також сумісності з існуючими системами обробки».

До таких структур С. Осуга відносить [19, с. 263] таблиці, ієрархічні структури, графові структури. Таблиці є основою для побудови реляційних баз даних.

У запропонованій моделі формується архітектура *пост-декартового представлення метазнань* для визначеної предметної області. Вона не пов'язана зі структурою моделі об'єкта.

Відомі методи моделювання знань засновані на *класифікації* об'єктів предметної області, зв'язків між ними і властивостей цих зв'язків. Тому й пізнання розпочинається з *даних* про сутності предметної області.

Наприклад, М. Мінський наступним чином визначає поняття фрейму [20].

«Відправним моментом для даної теорії служить факт, що людина, намагаючись пізнати нову для себе ситуацію або по-новому поглянути на вже звичні речі, вибирає зі своєї пам'яті деяку структуру даних (образ), звану нами фреймом, з таким розрахунком, щоб шляхом зміни в ній окремих деталей зробити її придатною для розуміння більш широкого класу явищ або процесів.

Фрейм є структурою даних для представлення стереотипної ситуації. З кожним фреймом асоціюється інформація різних видів. Одна її частина вказує, яким чином слід використовувати даний фрейм, інша – що приблизно може спричинити за собою його виконання, третя – що слід зробити, якщо ці очікування не підтвердяться.»

Запропоноване *пост-декартове представлення метазнань* засновано на *факторному* представленні знань про діяльність. Саме принцип формування системи евристичної самоорганізації з застосуванням *генерації факторів* та відповідних евристик людиною, який введено у роботі [1] забезпечив формування архітектури *пост-декартового представлення метазнань*.

Дане *пост-декартове представлення метазнань* для діяльності, вирішує задачу *постановки цілі діяльності*, точніше формування проекту майбутнього результату, яка в класичній кібернетиці і сучасних автоматизованих системах управління не ставилась.

Слід також зауважити, що досліджене *пост-декартове представлення метазнань* є основою для теоретичного обґрунтування архітектур логічних моделей мислення, смислового мислення, смислової діяльності та цілісної смислової діяльності, як це показано у роботі [2].

## 6. Приклад практичної реалізації розробленої моделі пост-декартового представлення метазнань

Приклад практичної реалізації розробленої моделі пост-декартового представлення метазнань наведено у роботі [21]. Розглянуто застосування розробленої моделі для встановлення відношень між елементами стандартів серії ISO/IEC 15408, а також стандарту ISO/IEC 18045. Попередній аналіз показав, що між елементами цих стандартів можливо встановити зв'язки, які показано на рисунку 5. Для сформованих матриць метрику пропонується розраховувати наступним чином [21]. Визначається загальна потужність декартових добутоків для суміжних пар векторів факторів:

$$\begin{aligned} & | E^{(18045)} \times E^{(15408-1)} |; \\ & | E^{(15804-1)} \times E^{(15408-2)} |; \\ & | E^{(15804-2)} \times E^{(15408-3)} |; \\ & | E^{(15804-3)} \times E^{(18045)} |. \end{aligned}$$

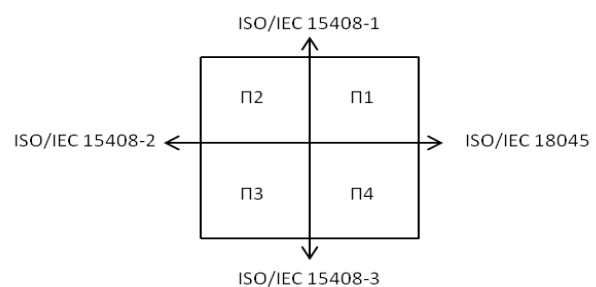


Рис. 5. Чотирьох факторна модель структуризації знань для встановлення відношень між елементами стандартів серії ISO/IEC 15408, а також стандарту ISO/IEC 18045

Після цього розраховуються потужності декартових добутоків для суміжних пар векторів факторів з ненульовими елементами

$$\begin{aligned} & | \Delta(E^{(18045)} \times E^{(15408-1)}) |; \\ & | \Delta(E^{(15804-1)} \times E^{(15408-2)}) |; \\ & | \Delta(E^{(15804-2)} \times E^{(15408-3)}) |; \\ & | \Delta(E^{(15804-3)} \times E^{(18045)}) |. \end{aligned}$$

На основі результатів цих розрахунків обчислюється частка потужності декартових добутоків з ненульовими елементами по відношенню до загальної потужності декартових добутоків

$$M_E = \frac{|\bigcup_{i,j} \Delta E^{(i,j)}|}{\bigcup_{i,j} (E^{(i)} \times E^{(j)})}$$

Запропонована модель є інтегрованою, тому що до її складу включено різні джерела знань про предметну область (зміст стандартів). Встановлення додаткових відношень між цими джерелами забезпечує формування *нових знань* про обрану предметну область і є результатом управління знаннями.

## Заключення

1. Virішення часткової задачі встановлення логічного принципу, який лежить в основі побудови логічної моделі декартової системи координат, дало дещо несподіваний результат. З'ясувалося, що основною проблемою в загальній задачі маніпулювання знаннями є проблема визначення саме складу та змісту предметної області, для якої вирішується ця задача. Встановлено, що існує два принципово різні підходи до вирішення задач маніпулювання знаннями.

Перший підхід полягає у застосуванні методів автоматичної обробки *даних* з застосування обчислювальних машин та відповідних алгоритмів на основі правил формальної логіки для отримання нових знань про об'єкти предметної області. Для першого підходу об'єктами предметної області є саме фізичні об'єкти живої та неживої природи в їх *існуванні*, які мають власні характеристики і поміж якими встановлюються відповідні відношення.

Другий підхід полягає у застосуванні здібності людського інтелекту вимірювати речі та їх властивості на основі закономірностей діалектичної логіки. Для другого підходу характерним є пізнання *знань* про *діяльність* об'єктів живої природи, в першу чергу людини. При цьому, обчислювальні машини застосовуються, як правило, для представлення у відповідній формі вже *сформованих* знань. Однією з таких форм представлення знань є логічна модель декартової системи координат.

Аналіз цієї моделі показав, що логічним принципом її формування є принцип діалектичної єдності понять «загальне»  $\supset$  «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з *числових* множин. У такій формі логічна модель декартової системи координат застосовується для представлення *інформації*, яка є змістом відповідної функціональної залежності.

З іншого боку, існує значна кількість логічних моделей у яких склад та зміст елементів множин, які формують координатні вісі, відповідають певним

*знанням* про діяльність людини. В цих моделях також реалізується принцип їх формування у формі діалектичної єдності понять «загальне»  $\supset$  «одиничне», який застосовується для формування складу та змісту діаметрально протилежних координатних вісей з множин елементами яких є певні *знання*. Для цих моделей встановлено зміст понять «міра метазнань», «одиниця міри метазнань» та «одиниця міри знань».

Встановлено також первинність поняття «міра метазнань» по відношенню до поняття «міра знань».

2. Графічним представленням логічної моделі представлення знань про діяльність людини в координат логічній моделі міри метазнань є *архітектура матричного* представлення. Головною перевагою такого представлення є те, що в цій моделі реалізовано відношення «багато до багатьох (M:N)», яке заборонене в реляційних базах даних.

Враховуючи встановлені властивості *логічної моделі міри метазнань*, запропоновано називати цю модель пост-декартовим представленням метазнань про діяльність.

3. Слід відзначити, що у кожному з досліджених підходів до маніпулювання знаннями поняття «міра» не застосовується. З іншого боку, це поняття є визначальним у формуванні знань про діяльність людини та їх маніпулюванні.

4. Поняття «міра» є основою для формування діалектичного відношення «загальне»  $\supset$  «одиничне» і встановлення змісту логічних методів, які були встановлені Г. Гегелем та К. Марксом, відповідно: «загальне»  $\rightarrow$  «особливе»  $\rightarrow$  «конкретне» та «абстрактно конкретне»  $\rightarrow$  «загальне». Це відношення запропоновано розглядати як правило діалектичного виводу. Виходячи з цього, виникає питання як співвідносяться існуючі правила логічних виводів з вказаним правилом. Відповідь на це запитання пропонується надати у наступному дослідженні.

Самостійне значення має задача порівняльного аналізу запропонованого методу представлення знань з відомими.

5. Слід відзначити, що в *теорії інформації* поняття «міра» має широке застосування [22]. Ведено поняття «міра кількості інформації» та «міра якості інформації». Введено також поняття «квант інформації» [22, с. 20]. Застосовуються геометрична міра, комбінаторна міра, адитивна міра (Хартлі), статистичні міри інформації. Застосовується також поняття ентропії. Однак, всі ці поняття *не використовуються* по відношенню до *знань*.

6. Для концепції Індустрії 5.0, яка визначається як *інтернет знань* вкрай важливою є вирішення поставлених у дослідженні питань, а саме:

– визначення складу та змісту знань які описують предметну область – це знання про існування чи діяльність об'єктів живої та неживої природи;

– встановлення логічного принципу, який необхідно покласти в основу методу маніпулювання знаннями.

Результати даного дослідження слід розглядати як приклад пошуку відповіді на вказані запитання.

7. Значення наведених результатів для практики застосування інтелектуальних систем полягає у наступному. Діяльність інтелектуальної системи складається з вирішення задачі формування проекту майбутнього результату діяльності (мети діяльності) й задачі отримання результату діяльності з реалізації встановленого проекту. Як було встановлено раніше в роботах [1-2], для моделювання цих задач необхідно розробити відповідні логічні моделі знань. В даному дослідженні виконано теоретичне обґрунтування архітектури логічної моделі метазнань, яка є основою для формування відповідної моделі знань про діяльність, оскільки ця архітектура є ізоморфною для кожної з вказаних вище задач, можливо вважати проблему моделювання знань для цих задач вирішеною.

## Література

1. Доценко, С. І. Інтелектуальні системи: принцип евристичної самоорганізації [Текст] / С. І. Доценко // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2020. – № 1(93). – С. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2020.1.01.
2. Доценко, С. І. Інтелектуальні системи: принципи евристичної самоорганізації процесів смислового мислення та смислової діяльності [Текст] / С. І. Доценко // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2020. – № 2(94). – С. 4-22. DOI: 10.32620/reks.2020.2.01.
3. Шаров, С. В. Вибір моделі представлення знань у системі ІСІКС [Текст] / С. В. Шаров, Д. В. Лубко, В. В. Осадчий // *Системи обробки інформації*. – 2015. – № 11 (136). – С. 108–111.
4. Кудрявцев, Д. В. *Технологии бизнес-инжиниринга [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Кудрявцев, М. Ю. Арзуманян, Л. Ю. Григорьев*. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 427 с.
5. Субботін, С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень [Текст] : навчальний посібник / С. О. Субботін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. – 341 с.
6. Колодина, Н. І. Когнитивная структура знаний как единицы знаний [Электронный ресурс] / Н. И. Колодина, О. Г. Лябина. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-struktura-znaniy-kak-edinitiy-znaniy/viewer>. – 12.08.2020.
7. Кудрявцев, Д. В. *Системы управления знаниями и применение онтологий [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Кудрявцев*. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 344 с.
8. Букович, У. *Управление знаниями: руководство к действию [Текст] : пер. с англ. / У. Букович, Р. Уилльямс*. – М. : ИНФРА-М, 2002. – XVI (Серия «Менеджмент для лидера»). – 504 с.
9. Ilvonen, I. *Knowledge Security - A Conceptual Analysis. Tampere University of Technology [Text] / Piona Ilvonen*. – Tampere University of Technology. Publication, 2013. – Vol. 1175. – 189 p.
10. Вовк, О. Б. *Формалізація операцій над інформаційними продуктами [Текст] / О. Б. Вовк // Математичні машини і системи*. – 2012. – № 2. – С. 51–59.
11. Сироджа, И. Б. *Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления [Текст] / И. Б. Сироджа*. – К. : Наук. думка, 2002. – 428 с.
12. Сироджа, И. Б. *Модели и методы инженерии квантов знаний для принятия решений в системах искусственного интеллекта [Текст] / И. Б. Сироджа, И. А. Верещак // Системы обработки информации*. – 2006. – № 8 (57). – С. 63-81.
13. Доценко, С. І. *Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організації [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка / С. І. Доценко*. – Харків, 2017. – 369 с.
14. Ленин, В. И. *Философские тетради [Текст] / [под ред. В. В. Адоратского и В. Г. Сорина]*. – Ленинград : Издательство ЦК ВКП (б), 1934. – С. 283.
15. Гегель, Г. В. Ф. *Наука логики. Первая часть Объективная логика. Вторая часть Субъективная логика [Текст] / Г. В. Ф. Гегель*. – Санкт-Петербург : Наука, 1997. – 800 с.
16. Декарт, Р. *Избранные произведения [Текст] / Р. Декарт*. – М. : Политиздат, 1950. – 712 с. – С. 466.
17. Асеев, Г. Г. *Дискретная математика: Учебное пособие [Текст] / Г. Г. Асеев, О. М. Абрамов, Д. Э. Ситников*. – Ростов н/Д : «Феникс», Харьков : «Торсинг», 2003. – 144 с.
18. Доценко, С. І. Багатовимірний аналіз моделі смислової діяльності для системи енергетичного менеджменту [Текст] / С. І. Доценко // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. – 2016. – № 176. – С. 12-14.
19. Осуга, С. *Обработка знаний [Текст] : пер с япон. / С. Осуга*. – М. : Мир, 1989. – 293 с.
20. Минский, М. *Фреймы для представления знаний [Текст] : пер. с англ. / М. Минский*. – М. : Энергия, 1979. – 152 с.

21. *Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies: Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045 [Text]* / Sergiy Dotsenko, Oleg Illiashenko, Sergii Kamenskyi, Vyacheslav Kharchenko // *Information & Security: An International Journal*. – 2019. – Vol. 43, no. 3. – P. 305-317. DOI: 10.11610/isij.4323.

22. Темников, Ф. Е. *Теоретические основы информационно-техники [Текст]* / Ф. Е. Темников, В. А. Афонин, В. И. Дмитриев. – М. : «Энергия», 1971. – 424 с.

## References

1. Dotsenko, S. I. *Intelektual'ni systemy: pryntsyyp evrystychnoyi samoorhanizatsiyi [Intelligent systems: principle of heuristic self-organization]*. *Radioelektronni i komp'uterni sistemi – Radioelectronic and computer systems*, 2020, no. 1(93), pp. 4-16. DOI: 10.32620/reks.2020.1.01.

2. Dotsenko, S. I. *Intelektual'ni systemy: pryntsyyp evrystychnoyi samoorhanizatsiyi protsesiv smyslovoho myslennya ta smyslovoyi diyal'nosti [Intellectual systems: principles of the heuristic self-organization of the processes of sense thinking and sense activity]* *Radioelektronni i komp'uterni sistemi – Radioelectronic and computer systems*, 2020, no. 2(94), pp. 4-22. DOI: 10.32620/reks.2020.2.01.

3. Sharov, S. V., Lubko, D. V., Osadchyi, V. V. *Vybir modeli predstavleniya znan' u systemi ISIKS [Select model presentation of knowledge in ISICS]* *Systemy obrobky informatsiyi – Information Processing Systems*, 2015, no. 11(136), pp. 108-111.

4. Kudryavtsev, D. V., Arzumanyan, M. Yu., Grigor'ev, L. Yu. *Tekhnologii biznes-inzhiniringa. Ucheb. posobie [Technologies of business engineering: textbook. manual]*. St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta Publ., 2014. 427 p.

5. Subbotin, S. O. *Podannya y obrobka znan' u systemakh shtuchnoho intelektu ta pidtrymky pryynyattya rishen'. Navchal'nyy posibnyk [Submission and processing of knowledge in systems of artificial intelligence and support for decision-making. Textbook]*. Zaporozhye, ZNTU Publ., 2008. 341 p.

6. Kolodina, N. I., Lyabina, O. G. *Kognitivnaya struktura znaniy kak edynitsy znaniy [Cognitive structure of knowledge as a unit of knowledge]*. Availbale at: <https://cybermeninka.ru/articme/n/kognitivnaya-struktura-znaniy-kak-edynitsy-znaniy/viewer>. (accessed 12.08.2020).

7. Kudryavtsev, D. V. *Sistemy upravleniya znaniyami i primeneniye ontologii [Knowledge management systems and the use of ontologies]*. St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta Publ., 2010. 344 p.

8. Bukovich, U., Wimmiams, R. *Upravlenie znaniyami: rukovodstvo k deistviyu [Knowmedge management: a guide to action]*. Moscow, INFRA-M Publ., 2002. XVI, 504 p.

9. Ilvonen, I. *Knowledge Security – A Conceptual Analysis*. Tampere University of Technology. Tampere University of Technology. Publication, 2013, vol. 1175. 189 p.

10. Vovk, O. B. *Formalizatsiya operatsiy nad informatsiynymy produktamy [Formalization of operations on information products]*. *Matematychni mashyny i systemy – Mathematical Machines and Systems*, 2012, no. 2, pp. 51–59.

11. Sirodzha, I. B. *Kvantovye modeli i metody iskusstvennogo intellekta dlya prinyatiya reshenii i upravleniya [Quantum models and methods of artificial intelligence for decision-making and management]*. Kiev, Nauk. Dumka Publ., 2002. 428 p.

12. Sirodzha, I. B., Vereshchak I. A. *Modeli i metody inzhenerii kvantov znaniy dlya prinyatiya reshenii v sistemakh iskusstvennogo intellekta [Models and methods of engineering of quanta of knowledges for the decision-making in the intelligence systems]*. *Systemy obrobky informatsiyi – Information Processing Systems*, 2006, vol. 8(57), pp. 63-81.

13. Dotsenko, S. I. *Teoretychni osnovy stvorenniya intelektual'nykh system komp'yuternoyi pidtrymky rishen' pry upravlinni enerhozberezhennyam orhanizatsiy. Diss. dokt. tekhn. nauk [Theoretical Foundations for Creating Intelligent Computer Support Systems for Managing Energy Saving Organizations Dr. eng. sci. diss.]*. Kharkov, Kharkiv's'kyy natsional'nyy tekhnichnyy universytet sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka Publ., 2017. 369 p.

14. Lenin, V. I. *Filosofskie tetradi [Philosophical notebooks]*. Leningrad: Publishing house of the Central Committee of the All-Union Communist Party (b), 1934, pp. 283.

15. Gegel', G. V. F. *Nauka logiki. Pervaya chast' Ob'ektivnaya logika. Vtoraya chast' Sub'ektivnaya logika [The first part is objective logic. Second Part Subjective Logic]*. Sankt-Peterburg, Nauka, 1997. 800 p.

16. Dekart, R. *Izbrannye proizvedeniya [Selected works]*. Moscow, Politizdat Publ., 1950. 712 p., pp. 466.

17. Aseev, G. G., Abramov, O. M., Sitnikov, D. E. *Diskretnaya matematika. Uchebnoye posobie [Discrete mathematics. Tutorial]*. Rostov on Don, "Phoenix" Publ., Kharkov, "Torsing" Publ., 2003. 144 p.

18. Dotsenko, S. I. *Bahatovymirnyy analiz modeli smyslovoyi diyal'nosti dlya systemy enerhetychnoho menedzhmentu [Multidimensional analysis of the model of semantic activity for the energy management system]*. *Visnyk Kharkiv's'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka – Bulletin of the Petro Vasylenko*

Kharkiv National Technical University of Agriculture, 2016, no. 176, pp. 12-14.

19. Osuga, S. *Obrabotka znanii* [Processing knowledge]. Moscow, Mir Publ., 1989. 293 p.

20. Minskii, M. *Freimy dlya predstavleniya znanii* [Frames for the representation of knowledge]. Moscow, Energiya Publ., 1979. 152 p.

21. Dotsenko, S., Illiashenko O., Kamenskyi S., Kharchenko V. Integrated Model of Knowledge Management for Security of Information Technologies:

Standards ISO/IEC 15408 and ISO/IEC 18045. *Information & Security: An International Journal*, 2019, vol, 43, no. 3, pp. 305-317. DOI: 10.11610/isij.4323.

22. Temnikov, F. E., Afonin, V. A., Dmitriev, V. I. *Teoreticheskie osnovy informacionnoj tehniki* [Theoretical foundations of information technology]. Moscow, «Jenergija» Publ., 1971. 424 p.

*Надійшла до редакції 27.08.2020, розглянута на редколегії 15.09.2020*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ПОСТ-ДЕКАРТОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МЕТАЗНАНИЙ

*С. И. Доценко*

Основной проблемой в общей задаче манипулирования знаниями является проблема определения состава и содержания предметной области, для которой решается эта задача. Установлено, что существует два принципиально разных подхода к решению задач манипулирования знаниями. Первый подход заключается в применении методов автоматической обработки данных с применением вычислительных машин и соответствующих алгоритмов на основе правил формальной логики для получения новых знаний об объектах предметной области. Для первого подхода объектами предметной области является именно физические объекты живой и неживой природы в их существовании, которые имеют собственные характеристики и между которыми устанавливаются соответствующие отношения. Второй подход заключается в применении способности человеческого интеллекта измерять вещи и их свойства на основе закономерностей диалектической логики. Для второго подхода характерно познание знаний о деятельности объектов живой природы, в первую очередь человека. При этом, вычислительные машины применяются, как правило, для представления в соответствующей форме уже сложившихся знаний. Одной из таких форм представления знаний является логическая модель декартовой системы координат. Анализ этой модели показал, что логическим принципом ее формирования является принцип диалектического единства понятий «общее» «единичное», который применяется для формирования состава и содержания диаметрально противоположных координатных осей из числовых множеств. С другой стороны, существует значительное количество логических моделей в которых состав и содержание элементов множеств, формирующих координатные оси, соответствуют определенным знаниям о деятельности человека. В этих моделях также реализуется принцип их формирования в форме диалектического единства понятий «общее»  $\supset$  «единичное», который применяется для формирования состава и содержания диаметрально противоположных координатных осей из множеств элементами которых являются определенные знания. Следует отметить, что в каждом из исследованных подходов к манипулированию знаниями понятие «мера» не применяется. С другой стороны, это понятие является определяющим в формировании знаний о деятельности человека и их манипулировании. Выполнены исследования свойств логической модели меры метазнаний. Для этой модели установлено содержание понятий «мера метазнаний», «единица меры метазнаний» и «единица меры знаний». Графическим представлением логической модели представления знаний о деятельности человека в логической модели меры метазнаний является архитектура матричного представления. Главным преимуществом такого представления является то, что в этой модели реализовано отношение «многие ко многим (M: N)», которое запрещено в реляционных базах данных. Выполнен анализ уровня соответствия предложенной логической модели меры метазнаний определенным требованиям к моделям манипулирования знаниями. Установлен высокий уровень соответствия этим требованиям. Учитывая установленные свойства архитектуры логической модели метазнаний предложено определить эту модель в форме пост-декартового представления метазнаний о деятельности.

**Ключевые слова:** данные; информация; знания; метазнания; мера; интеллектуальная система; манипулирование знаниями.

---

**INTELLIGENT SYSTEMS:  
POST-DASCARTES REPRESENTING METAKNOWLEDGE**

*S. Dotsenko*

The main problem in the general problem of knowledge manipulation is the problem of determining the composition and content of the subject area for which this problem is being solved. It has been established that there are two fundamentally different approaches to solving knowledge manipulation problems. The first approach consists in the application of methods of automatic data processing using computers and corresponding algorithms based on the rules of formal logic to obtain new knowledge about objects in the subject area. For the first approach, the objects of the domain are precisely the physical objects of animate and inanimate nature in their existence, which have their characteristics and between which the corresponding relations are established. The second approach is to use the ability of the human intellect to measure things and their properties based on the laws of dialectical logic. The second approach is characterized by the cognition of knowledge about the activity of objects of living nature, primarily humans. In this case, computers are used, as a rule, to represent already established knowledge in an appropriate form. One such form of knowledge representation is a logical model of a Cartesian coordinate system. The analysis of this model has shown that the logical principle of its formation is the principle of the dialectical unity of the concepts of “general” and “unit”, which is used to form the composition and content of diametrically opposite coordinate axes from numerical sets. On the other hand, there are a significant number of logical models in which the composition and content of the elements of the sets that form the coordinate axes correspond to certain knowledge about human activity. These models also implement the principle of their formation in the form of a dialectical unity of the concepts of “general” “unit”, which is used to form the composition and content of diametrically opposite coordinate axes from the sets of which certain knowledge is. It should be noted that in each of the studied approaches to knowledge manipulation, the concept of “measure” is not applied. On the other hand, this concept is decisive in the formation of knowledge about human activities and their manipulation. The research of the properties of the logical model of the meta-knowledge measure has been carried out. For this model, the content of the concepts “measure of meta-knowledge”, “unit of measure of meta-knowledge” and “unit of measure of knowledge” is established. The graphical representation of the logical model of knowledge representation about human activity in the logical model of the meta-knowledge measure is the architecture of the matrix representation. The main advantage of this view is that it implements a many-to-many (M: N) relationship, which is prohibited in relational databases. The analysis of the level of compliance of the proposed logical model of the meta-knowledge measure with certain requirements for knowledge manipulation models is carried out. A high level of compliance with these requirements has been established. Taking into account the established properties of the architecture of the logical model of meta-knowledge, it is proposed to define this model in the form of a post-Descartes representation of meta-knowledge about the activity.

**Keywords:** data; information; knowledge; meta-knowledge; measure; intelligent system; knowledge manipulation.

**Доценко Серій Ілліч** – д-р техн. наук, доцент, доцент кафедри спеціалізованих комп’ютерних систем, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна.

**Dotsenko Sergiy** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of specialized computer systems, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine,  
e-mail: sirius\_3k3@ukr.net, ORCID Author ID: 0000-0003-3021-4192.