

<https://doi.org/10.15407/sofs2024.02.034>
УДК 001.8:316.77

Г.Я. ШЕВЧЕНКО, кандидат технічних наук, керівник відділу
Асоціація Ноосфера
Пр. Гагаріна 103-А, м. Дніпро, 49000, Україна
e-mail: nikk.gena@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3984-9266>

В.С. БІЛОЗУБЕНКО, доктор економічних наук, професор
Університет митної справи та фінансів
вул. Володимира Вернадського 2/4, м. Дніпро, 49000, Україна
e-mail: bvs910@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1269-7207>

О.А. МАРЧЕНКО, магістр, науковий співробітник
Асоціація Ноосфера
Пр. Гагаріна 103-А, м. Дніпро, 49000, Україна
e-mail: arche.oleg1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7665-7832>

МЕТОД ДИСКРЕТИЗАЦІЇ ДЛЯ ОПИСУ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ, ЩО ВАЖКО ФОРМАЛІЗУЮТЬСЯ

Поява складних, важко описуваних об'єктів є характерною тенденцією сучасної науки. Для побудови моделі такого об'єкта потрібен його попередній опис, що є досить серйозною проблемою. Тому пошук методів для опису таких об'єктів є актуальним завданням. Для об'єктів фізичної природи цей процес добре описаний і досліджений. Для складних об'єктів нефізичної природи, що важко формалізуються, поява яких найчастіше спричинена розвитком соціуму, такі підходи відсутні. В статті наведено результати розробленого авторами методу дискретизації на основі підходу М. Бунге для опису складних об'єктів, що важко формалізуються, які зустрічаються в багатьох економічних, соціальних, екологічних

Цитування: Шевченко Г.Я., Білозубенко В.С., Марченко О.А. Метод дискретизації для опису складних об'єктів, що важко формалізуються. *Наука та наукознавство*. 2024. № 2 (124). С. 34—51. <https://doi.org/10.15407/sofs2024.02.034>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

та інших системах. Джерелами дослідження є наукові праці провідних українських і зарубіжних учених, використано загальнонаукові методи пізнання (аналіз, синтез, індукція, дедукція, метод аналогій та інші), а також спеціальні методи аналізу: гіпотетико-дедуктивний, логічний, структурний. Встановлено, що метод дискретизації для опису складних об'єктів дає змогу перейти до моделювання складних процесів суспільно-економічного характеру. Надано визначення введених авторами понять квазіфізичного світу і квазіфізичних об'єктів; обґрунтовано, що дослідження квазіфізичного світу має супроводжуватися дослідженням квазіфізичних об'єктів, які відмінні від фізичних об'єктів тим, що становлять собою спеціально сконструйовані об'єкти. Наведено приклади із різних предметних галузей, де основну роль відіграє поняття квазіфізичного (синтетичного) об'єкта, надано узагальнений опис такого об'єкта. Запропоновано застосування квазіфізичного підходу для аналізу проблем видалення твердих відходів та оцінювання загального стану підприємства (компанії). Зазначено, що авторський підхід допоможе науковцям: 1) точніше визначити сферу дослідження; 2) конкретизувати об'єкт і предмет дослідження, структурувати його характеристики та на цій основі висувати гіпотези й ставити завдання дослідження; 3) краще розуміти, які знання й припущення покладені в основу досліджуваного об'єкта та як вони взаємопов'язані, а також чітко формулювати проблематику й мету дослідження; 4) обирати релевантні процедури та методи для досягнення поставленої мети під час аналізу даних.

Ключові слова: дискретизація, складний об'єкт, важко описуваний об'єкт, формалізація, синтаксична формалізація, біосфера, ноосфера, квазіфізичний об'єкт.

Вступ. Усі наші наукові уявлення про природу, включно із законами, теоріями і науковими картинами світу, мають модельний характер — вони є модельними конструктами [1, 2]. Про це писали видатні вчені А. Розенблус і Н. Вінер: «Мета і результат наукового дослідження — домогтися розуміння і контролю над деякою частиною Всесвіту. Жодна з частин Всесвіту не є настільки простою, щоб її можна було зрозуміти і керувати нею без абстракції. Абстракція — це заміна частини Всесвіту, що розглядається, деякою її моделлю, моделлю схожої, але простішої структури. Отже, побудова моделей формальних, або ідеальних “уявних”, з одного боку, і моделей матеріальних, з іншого, за необхідністю посідає центральне місце в процедурі будь-якого наукового дослідження»¹ [3, с. 171]. Тобто будь-яке наукове дослідження зводиться до побудови моделі процесу незалежно від того, торкається воно гуманітарних чи природничих наук. І ті, й інші мають справу з моделями досліджуваної дійсності, хоча й представленими в різному вигляді, і в цьому сенсі гуманітарні науки принципово не відрізняються від природничих. Цінність моделювання полягає в тому, що воно вносить у будь-яке дослідження можливість проведення вимірювань, експериментування,

¹ Переклад з англійської зроблено О.А. Марченком.

зокрема уявного або імітації, що дає змогу розробляти нові методи на їхній основі.

Для аналізу будь-яких об'єктів дійсності можна використовувати два підходи — аналітичний, коли вивчають якусь частину явища, що характерно для переважної більшості наукових досліджень, і синтетичний, коли вивчають складний об'єкт як єдине ціле. Прикладом синтетичного підходу можна вважати побудову теорії біосфери В.І. Вернадським: він відійшов від звичних аналітичних методів, а натомість запропонував і розробив підхід до вивчення будь-яких об'єктів і явищ природи — великих і малих, живих і неживих, земних і космічних — як цілого, що відкриває риси будови, що не помічаються за аналітичного підходу до них [4]. Нині синтетичний підхід набуває особливої актуальності у зв'язку з масовою появою складних об'єктів нефізичної природи, які важко формалізувати, спричиненою розвитком соціуму, і необхідністю їх вивчення й пізнання задля розуміння й усвідомлення подальших кроків, що ведуть до прогресу суспільства.

Сучасна наука переважно вивчає так звані складні, важко описувані об'єкти, явища і процеси (соціальні, екологічні, економічні системи тощо). Для їх дослідження використовують міждисциплінарні підходи, що потребують об'єднання зусиль фахівців із різних галузей, зокрема соціально-гуманітарних, об'єкти вивчення яких важко піддаються формалізації. Тому пошук методів для опису таких об'єктів є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потрібно зазначити, що і за аналітичного, і за синтетичного підходу попередньо необхідно побудувати і описати структуру проблеми або задачі, оскільки це початковий та обов'язковий етап її розв'язку. Етап структуризації проблеми зі змістовного погляду добре описаний М. Вертгеймером [5], А.Ф. Лосєвим [6] і М. Бунге [7, 8]. Зрозуміло, що цей етап завжди передує подальшій математизації або формалізації; він забезпечує однозначне розуміння, зменшення невизначеності, а також необхідний для побудови моделі досліджуваного об'єкта або процесу. На важливість етапу структуризації вказано в [9—11]; у [9] запропоновано процедуру (фактично алгоритм), яка дає змогу систематизувати й отже полегшити його виконання.

Структурний опис складних систем бере початок із праць Д.А. Поспелова [12], де розкрито специфіку задач керування складними об'єктами. У роботах [13, 14] зроблено спроби створення формалізованого апарату структурного аналізу складних систем, однак, знову ж таки, з погляду задач керування. Водночас там зазначено, що апарат структурного моделювання має ґрунтуватися на можливостях синтаксичної формалізації структурних описів, тобто на синтаксичних моделях

структур складних систем без конкретизації специфіки аспекту опису. У роботі [15], присвяченій розгляду поняття нечіткості складних систем, зазначено, що складні системи зазвичай мають дискретні стани. Це важливий висновок, оскільки він фактично дає змогу пов'язати зазначені стани зі структурою об'єкта. У [16] розглянуто основи складних динамічних систем та їхні моделі. Наголошено, що невизначеність і нечіткість ускладнює їх розв'язання. Як рішення запропоновано нечіткі когнітивні карти, але не враховано, що для успішного застосування цих карт необхідна попередня структуризація проблеми, інакше кажучи, її дискретизація, що дасть змогу перейти до її опису та подальшого використання когнітивних карт. У [17] розглянуто формалізацію як метод логіки і зазначено, що формалізація — це вид знакового моделювання, за допомогою якого сутність досліджуваного об'єкта передається знаком. Унаслідок такої заміни суттєві сторони смислової частини виражаються на основі знаків. Однак автор не згадує про те, що означування можливе лише в результаті дискретизації станів складного об'єкта.

М. Бунге зробив спробу формалізації складного об'єкта (який важко формалізувати) — поняття парадигми і дати їй суворе визначення на основі конструктивного підходу. Згідно з М. Бунге, парадигма включає п'ять компонентів [7, 8]:

$$П = \langle B, H, P, A, M \rangle, \quad (1)$$

де B (*body*) — основа фонового знання, що включає філософські принципи, наукові концепції, дані, відомості; H (*hypotheses*) — множина особливих субстантивних гіпотез; P (*problematics*) — проблематика як множина суто пізнавальних проблем; A (*aim*) — пізнавальна мета; M (*methodics*) — уся сукупність релевантних процедур. Ці компоненти складають парадигму і визначають її характеристики. Іншими словами, парадигма є одночасно сукупністю теоретичних знань, припущень та їхніх методологічних наслідків [7, 8]. Фактично, з одного боку, Бунге увів у обіг певну нову сутність — квазіфізичний об'єкт, про який йде мова далі і в якого поряд із вимірюваними властивостями можуть бути й невимірювані (або тільки невимірювані), але відмінні одна від одної. З іншого боку, він увів дискретність або структурність у визначення парадигми, надав цьому визначенню синтаксичної формалізації та означив його компоненти, приписавши їм деяку умовну шкалу найменувань. Приклад М. Бунге якраз і дає взірець такого квазіфізичного об'єкта — найчастіше об'єкта нефізичного, ментального, духовного світу, де компоненти не завжди є вимірними сутностями із зазначеними вище властивостями.

На наш погляд, цінність підходу М. Бунге полягає в тому, що він дає змогу формалізувати опис не лише парадигми, а й низки інших

завдань або об'єктів, що важко формалізуються. Запропонована М. Бунге формалізація дає змогу звузити межі завдання й описати (позначити) об'єкт, відмежувати його від інших об'єктів, тобто фактично дискретизувати його в межах певної шкали найменувань і отримати своєрідну квазіфізичну описову модель досліджуваного явища. Отже, підхід М. Бунге дає змогу наблизитися до канонів дослідницьких процедур і відкрити надалі шлях до будь-яких вимірів, що значно підвищує цінність отриманого ним результату. У такий спосіб він описав структуру проблеми незалежно від її змістовного трактування у вигляді, близькому до синтактичної формалізації, тож запропонований М. Бунге підхід до формалізації можна поширити на опис інших складних об'єктів, які важко формалізувати.

Новизна запропонованого авторами підходу полягає в поширенні підходу М. Бунге на випадок опису складних об'єктів нефізичної природи шляхом узагальнення та залучення синтаксичної формалізації структурного опису. Це допоможе науковцям: 1) точніше визначити сферу їхнього дослідження; 2) конкретизувати об'єкт і предмет дослідження, структурувати його характеристики та на цій основі висувати гіпотези й ставити завдання дослідження; 3) краще розуміти, які знання і припущення покладені в основу досліджуваного об'єкта та як вони взаємопов'язані, а також чітко формулювати проблематику й мету дослідження; 4) обирати релевантні процедури та методи для досягнення поставленої мети під час аналізу даних.

Мета статті — висвітлити результати розроблення методу дискретизації для опису складних об'єктів, що важко формалізуються, характерних для соціальних, екологічних, економічних та інших систем.

Джерелами інформації є наукові праці провідних українських і зарубіжних учених, а також результати емпіричних досліджень. Методами дослідження є загальнонаукові методи пізнання (аналіз, синтез, узагальнення, наукова дедукція та індукція, аналогія, моделювання), а також спеціальні методи аналізу: гіпотетико-дедуктивний, логічний, структурний.

Результати дослідження. Один із головних постулатів, або законів, нашого пізнання, полягає в тому, що будь-який об'єкт, реальний або уявний, можна подати у вигляді опису його властивостей. Цей закон застосовний для опису будь-якої проблеми чи задачі і в гуманітарних, і у природничих науках, і це є першим кроком у розумінні проблеми, а потім у її розв'язанні. Як вказував академік А.Д. Закревський, «розпізнаючи деякий об'єкт, корисно скласти його опис у просторі деяких ознак <...> Простота такого способу відповідає його універсальності. Дійсно, у термінах ознак можна описувати і хвороби людини, які вивчає медицина, і хімічні сполуки, і несправності технічних пристроїв,

і поклади корисних копалин, і багато іншого. <...> Вибір відповідної системи ознак для опису деякого класу об'єктів — далеко не просте завдання <...> Під час складання ефективної системи ознак слід уникати двох крайнощів: надмірності та недостатності набору ознак. У першому випадку важливі показники будуть приховані в масі другорядних або малозначущих (у своєрідному інформаційному шумі). У другому — не будуть виявлені критерії для однозначного впізнання конкретних об'єктів»² [18, с. 18—19].

Отже, вивчення будь-якого об'єкта або явища починається з його попереднього опису. У фізичних об'єктів такий опис включає тільки фізичні характеристики, тобто ті, які ми можемо точно виміряти. Фізичний світ, відображений у природничих науках, — це насамперед фізичні об'єкти біосфери та геосфери. Нині це дедалі більше світ об'єктів техносфери, тобто світ речей. Фізичний світ оперує з фізичними об'єктами, які зазвичай мають реальні фізичні виміри. Це фізичні поняття та об'єкти.

Природознавство вивчає фізичні об'єкти та їхні властивості, тобто несвідому фізичну матерію в усіх її формах. Звісно, деякі наукові дисципліни, що традиційно класифікуються як природничі науки, наприклад медицина і біологія, займаються і ментальними процесами, як і науки про людину. Але з точки зору природничих наук досліджують саме фізіологію людини. Можна вивчати більшість функцій тіла абсолютно незалежно від того, що відбувається у свідомості людини, яка «мешкає» в цьому тілі, і тоді достатньо визначити явні показники, що характеризують досліджуваний об'єкт. Прикладом подібного типу досліджень є дослідження на основі моделей *Machine Learning*, наприклад ті, що пов'язують зміни показників загального та біохімічного аналізу крові з патологічними процесами, що відбуваються в печінці [19].

Але якщо медичні працівники займаються дослідженням бажань і вподобань пацієнта (наприклад, під час вивчення психосоматичних розладів) [20], які неможливо зрозуміти суто фізично, із залученням зрозумілих і фізично вимірюваних показників, що характеризують пацієнта, це вже не пов'язано зі звичайним природознавством. Дослідження психосоматичних розладів та інших подібних захворювань пов'язані з використанням неявних показників, які не можуть бути точно визначені або виміряні, і внаслідок цього зазнають тієї ж критики, що й решта гуманітарних наук: відсутність переконливих доказів і суворих законів, що можуть давати точні прогнози та/або методи лікування.

Водночас потрібно зазначити, що в середовищі, створеному людиною, яке можна назвати техносферою, соціосферою, інфосферою або,

² Тут і далі переклад із російської зроблено О.А. Марченком.

узагальнено, ноосферою, з'явилися важко описувані об'єкти, які відсутні в живій природі, але впливають на неї, нехай і опосередковано. Це штучно сконструйовані об'єкти, що фактично є об'єктами ноосфери, які ми вивчаємо. З одного боку, ми їх осмислюємо, тобто підходимо до них методологічно, з іншого — ми їх ніби «виявляємо», «відкриваємо» в новому світі дійсності — ментальному світі. «Виявлення» тут схоже на конструювання таких об'єктів. Ці об'єкти зазвичай належать не до фізичного світу, а до світу ментальних сутностей, об'єктів інфосфери. Як частини ноосфери вони є складними різноплановими системами, і для їх пізнання насамперед необхідно обрати принципи їх дослідження, що наведено нижче.

1. *Принцип системності.* Складні явища можна вивчати тільки якщо вони виявляються в певному сенсі ізольованими, представленими у вигляді системи [21, с. 49].

2. *Принцип цілісності.* Підказку в цьому напрямі дають праці В.І. Вернадського в галузі вивчення біосфери. Він досліджував біосферу та її об'єкти з позицій цілісності — тільки так можна було врахувати всі нюанси об'єкта дослідження, не розчленовуючи їх, а сприймаючи як цілісність. Як приклад можна навести дослідження ґрунту — це цілісний об'єкт і його так і потрібно досліджувати з позицій принципу цілісності.

3. *Принцип додатковості.* Складне явище характеризується не лише фізичними, а й ментальними, нефізичними властивостями. Тому для його опису необхідно додатково залучати відповідні ознаки чи властивості.

4. *Принцип вертикальної інтеграції знань.* Застосування цього принципу, вперше запропонованого І.Г. Ханінім [22], дає змогу не обмежуватися вузькоспрямованими галузями науки, а дивитися на завдання ширше, залучаючи за необхідності весь спектр наук, включно з філософією. Це певний аналог принципу цілісності.

5. *Принцип розумної достатності.* Він означає, що виходячи з аналізу завдання і цілей дослідження опису потребують усі чинники, що можуть вплинути на завдання. А після цього підлягають виокремленню детермінанти, тобто ті чинники, які, на обґрунтовану думку дослідника, мають вирішальний вплив на явище або об'єкт, що вивчається, або визначають його властивості.

6. *Принцип дискретності (структурності).* Надання аналітичного опису складного явища є надто важкою і малопродуктивною справою. Але опис у дискретному вигляді, що формалізує опис об'єкта (або структури), є необхідним, оскільки він прояснює сутність досліджуваного явища.

7. *Загальний принцип наукового дослідження:* спостереження або емпіричний етап, гіпотеза, збирання, оброблення і аналіз даних, теорія, прогноз.

Різні дисципліни в соціальних і гуманітарних науках мають окремі на перший погляд предмети дослідження: соціальні взаємодії, торговельні відносини, минуле, тексти, концепції / ідеї тощо. Ці, здавалося б, розрізнені об'єкти, об'єднує те, що вивченню підлягає особливий тип сутностей³, які уособлюють *світ ментальних явищ* [25] і цим відрізняються від типів сутностей, досліджуваних природничими науками. Такий світ сутностей можна назвати, і ми надалі називатимемо, *квазіфізичним (синтетичним)*. Зауважимо, що всі соціальні та гуманітарні науки досліджують об'єкти, що належать до квазіфізичного світу. Введення його в наш розгляд доповнює наше звичне уявлення про світ як про світ суто фізичний, і до того ж таке припущення дає змогу зробити важливе узагальнення, обґрунтування якого буде наведено нижче: квазіфізичний світ містить у собі як частину і світ фізичний. Складність явищ, що трапляються у квазіфізичному світі, пов'язана з великою кількістю важко визначуваних змінних, які в більшості мають неявні взаємозв'язки.

Якщо дослідження фізичного світу пов'язано з фізичними об'єктами⁴, дослідження квазіфізичного світу має супроводжуватися вивченням квазіфізичних об'єктів. Їхньою особливістю і головною відмінністю від фізичних об'єктів є те, що вони становлять собою спеціально сконструйовані об'єкти. Для кращого розуміння подальшого викладення визначимо *квазіфізичний об'єкт як такий, що має і фізичні, й нефізичні, наприклад інформаційні та інші, властивості* [18], або *тільки нефізичні властивості*. Підхід до дослідження таких об'єктів звісно має бути квазіфізичним, тобто таким, що враховує особливості цих об'єктів під час їх дослідження [24].

Як приклад квазіфізичного об'єкта можна навести комп'ютерну програму, що має низку не лише фізичних (довжина коду, кількість рядків, параметри завантаження та ін.), а й нефізичних властивостей (читабельність програмного коду, ефективність виконання програмного коду, інформативність результатів виконання, універсальність коду та ін.) Ці властивості фактично структурують об'єкти нефізичного світу, які зазвичай мають ментальний характер, а також відмінні одне від одного, що дає змогу їх розрізняти. Зрозуміло, що в низці випадків їх можна оцінювати, зокрема експертним або іншими методами, і такий підхід розширює пізнавальні можливості квазіфізичного об'єкта. Головне — ми можемо ввести в опис об'єкта ті чинники, що впливають на розв'язання задачі, навіть у разі, якщо чинники виявляються невимірюваними в загальноприйнятому сенсі.

³ Це те, що К. Маркс назвав перетвореними формами свідомості [23].

⁴ Фізичний об'єкт — виділена для аналізу частина фізичного світу.

Отже, побудові моделі будь-якого виду (описової, функціональної, імплікативної та ін.) обов'язково має передувати етап структурного моделювання (початкова спроба формалізації або етап моделювання початкової постановки задачі — те, що зараз залишається винятковою прерогативою людини)⁵. У такий спосіб ми ніби «означаємо», переводимо у знакову конструкцію описувану проблему і перетворюємо її на інформацію, яку можна передати або над якою можна розмірковувати. Це процедура, аналогічна побудові знакового простору в *Data Mining* і *Big Data*, яка має особливо важливе значення в гуманітарних науках. За допомогою такої структуризації ми фактично долаємо, хай і не в усьому, розрив між гуманітарними та природничими науками, здійснюємо комунікацію між ними, певною мірою формалізуємо її, готуємо підґрунтя для єдиного опису складних об'єктів, отримуємо можливості для вимірювання і, отже, застосування математичних методів і на цій основі зближуємо природничі й гуманітарні науки.

Ще одним прикладом квазіфізичного об'єкта є наукова комунікація (НК). Такого роду об'єкт можна розглядати або як фізичний, тобто досліджувати явище комунікації як фізичний зв'язок між комунікаторами з його описом у вигляді явних показників (сигнал, приймально-передавальне середовище, перешкоди та ін.), або як спеціально сконструйований квазіфізичний об'єкт із включенням до опису неявних показників, як-то наявність схожих, але не однакових тезаурусів, наявність спільної мови, діалоговий характер комунікації та інші.

Розгляду НК як фізичного об'єкта присвячена низка публікацій [25—28]. Такий підхід передбачає встановлення конкретних параметрів і закономірностей, і в цьому він тотожний підходу до дослідження в природничих науках. Однак за такого підходу упускаються важливі деталі, оскільки досліджуються тільки явища, що супроводжують фізичний об'єкт, без вивчення сутності, що лежить в його основі. А глибший аналіз, на наш погляд, можливий тільки за застосування ширшого підходу ніж той, що притаманний природничим наукам. Такий підхід, названий квазіфізичним, має об'єднувати риси природничих і гуманітарних наук. Тут лише зауважимо, що спробу уявити такий підхід зроблено нами в роботі [29]. Нижче ми наводимо низку прикладів із різних предметних галузей, де основну роль відіграє поняття квазіфізичного (синтетичного) об'єкта.

1. *Психосоматичні захворювання у медицині*, дослідження яких пов'язані з використанням неявних показників, що не піддаються точному визначенню і вимірюванню, але можуть застосовуватись у прогнозуванні та розробленні нових методів лікування.

⁵ На наш погляд, це належить до методології пізнання і поглиблює наявні підходи або методи пізнання.

2. *Комп'ютерне програмування*, де створювані програми мають низку не тільки фізичних, а й нефізичних властивостей. Останню категорію властивостей можна ефективно оцінити експертним методом.

3. *Комунікація*, яку можна розглядати як об'єкт із включенням в опис неявних показників: наявність схожих, але не однакових тезаурусів, наявність спільної мови, діалоговий характер комунікації та ін.

4. *Інноваційні процеси*, які можна уявити як сконструйований нами об'єкт, опис якого містить складові нефізичного характеру: цивілізаційні аспекти, інституційна система, інноваційна система та ін.

5. *Аналіз проблеми видалення твердих відходів* (завдання, що належить до соціально-екологічних проблем міст) — об'єкт, для опису якого залучають чинники, як-то кількість мешканців міста, міграція в місто, кількість захворювань та ін. [30].

6. *Система «наука і суспільство»* — об'єкт, до опису якого входять такі чинники або показники: громадська думка на користь розвитку наукових досліджень, державний бюджет наукових досліджень, кількість робочих місць для науковців та ін. [31].

7. *Економіка підприємства* — об'єкт, до опису якого входять такі неявні показники: фінансове становище, умови на ринку, наявність конкурентів та інші.

Узагальнюючи надані вище приклади, квазіфізичний (синтетичний) об'єкт можна представити в такому вигляді:

$$\text{Квазіфізичний об'єкт} = \langle \text{Явище, Фізичні властивості,} \\ \text{Нефізичні властивості} \rangle. \quad (2)$$

Головним результатом, отриманим нами за такого алгоритму, є опис складових структури цього об'єкта, адже «структура — це найголовніше, оскільки без неї немає жодної окремішності, і в такому разі предмету вивчення не можна приписати жодних властивостей, а отже вивчати нема чого» [6, с. 17]. Саме ці властивості є явними або неявними показниками, що характеризують предмет вивчення, хоча вибір цих складових буває дуже проблематичним. Наприклад, відповісти на питання, які показники варто включати в опис, а які — ні, може допомогти здоровий глузд чи досвід, а також застосування вказаних вище принципів дослідження складних об'єктів⁶. Фактично цей етап пов'язаний із початковим етапом пізнання, про який згадує В.І. Вернадський [31]. Пізнання в цьому разі рухається від невизначеності до визначеності тих самих неявних показників, тобто в бік їх вивчення і додання їм більшої визначеності за до-

⁶ У зв'язку з цим зазначимо, що в [9] запропоновано процедуру, яка дає змогу формалізувати певною мірою етап вибору відповідних чинників, що уможливорює перехід до наступного етапу їх опису та дослідження об'єкта.

помогою створення нових інструментів, що дають змогу вимірювати ці показники, або, наприклад, експертних оцінок. Якщо вилучити з опису неявні показники, ми прийдемо до дослідження фізичного світу, де є конкретне явище і конкретні постійні або змінні величини, за допомогою яких можна отримати суворі закони, що можуть давати точні прогнози.

Отже, спостерігаємо низку фактів, коли для найрізноманітніших об'єктів після виконання першого етапу дослідження можна отримати однаковий опис у вигляді (2). Такий підхід назвемо квазіфізичним, і він може бути успішно застосований на початковому етапі вивчення складних, важко формалізованих об'єктів. Наприклад, для аналізу проблеми видалення твердих відходів можна скласти такий опис ⁷:

$$\Pi = \langle \Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6, \Pi_7 \rangle,$$

де Π — проблема видалення твердих відходів.

Показники:

Π_1 — кількість жителів у місті;

Π_2 — покращення умов життя в місті;

Π_3 — міграція в місто;

Π_4 — кількість очисних споруд;

Π_5 — кількість захворювань;

Π_6 — бактеріологічна зараженість на одиницю площі;

Π_7 — кількість сміття на одиницю площі.

Оскільки ці показники важко визначити, точний аналіз на основі математичних моделей буде ускладненим, але якщо для аналізу проблеми видалення твердих відходів застосувати метод когнітивних карт, такий аналіз можна провести [30].

В економіці використання тільки бухгалтерських критеріїв успішності функціонування компанії є недостатнім, оскільки така оцінка не здатна дати повне уявлення про підприємство, так само як і інші оцінки окремих сторін діяльності підприємства. Потрібна цілісна, узагальнена оцінка, яка пов'язуватиме процеси, що відбуваються на підприємстві, із більш загальними процесами, присутніми принаймні на ринку, де працює це підприємство, від яких залежить збільшення вартості бізнесу. Для цього випадку аналогічно можна скласти такий опис проблеми:

$$R = \langle \Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6, \Pi_7 \rangle,$$

де R — оцінка загального стану компанії.

Показники:

Π_1 — рівень організаційної зрілості підприємства;

Π_2 — фінансове становище (фінансова стійкість);

⁷ Використано дані з [30].

- P_3 — наявність перспективного продукту;
- P_4 — відносини з постачальниками та споживачами;
- P_5 — наявність конкурентів;
- P_6 — умови на ринку;
- P_7 — додана вартість (економічна додана вартість, ЕДВ)⁸.

За допомогою цих показників можна «сконструювати» штучний об'єкт, що становить собою опис підприємства в координатах обраних показників нефізичних властивостей. Якщо ці показники можливо оцінити, то тоді в нас з'являється інструмент для більш об'єктивного оцінювання R , тобто загального стану компанії — вона буде точкою в багатовимірному просторі $P_1—P_7$.

Такий підхід дає нам змогу: 1) формалізувати опис підприємств та їх подальшу класифікацію з метою оцінювання бізнесу за допомогою формальних методів, зокрема таких, що об'єднуються загальним поняттям «інтелектуальне опрацювання даних» (*Data Mining*)⁹ [32—34], 2) використати інші формальні методи для порівняння стану різних підприємств (або підрозділів одного підприємства) з метою пошуку найкращого стану з урахуванням фактора ЕДВ або найкращої стратегії переходу підприємства від стану з меншим значенням ЕДВ до стану з більшим її значенням, що є позитивним моментом для акціонерів у процесі управління вартістю компанії. Інакше кажучи, узагальнена оцінка R підприємства дає нам можливість визначити напрям подальшого розвитку підприємства. Інструментом для досягнення кращого стану може слугувати, наприклад, використання цільового підходу [35—37], методів розв'язання багатокритеріальних задач вибору показників оцінювання ефективності різних управлінських рішень або методів когнітивних моделей.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Складні об'єкти, що важко формалізуються, — це об'єкти, для яких важко або неможливо побудувати точну і повну математичну модель, що відображає всі їхні властивості, поведінку і взаємодію. Такі об'єкти зазвичай знаходяться в галузях, пов'язаних із людською діяльністю, і їх дослідженнями займаються соціальні та гуманітарні науки. Однак без попереднього їх опису побудова моделі для них стає неможливою. Ба більше, погіршує становище відсутність підходів до формалізованого опису об'єктів нефізичної природи. Тому розроблення методів для опису таких об'єктів є актуальним завданням.

⁸ ЕДВ має бути представлена в категоріальному вигляді з метою можливості побудови так званої навчальної вибірки.

⁹ Терміном *Data Mining* позначають пошук кореляцій, тенденцій, взаємозв'язків і закономірностей між даними за допомогою різних математичних і статистичних алгоритмів: кластеризації, розпізнавання образів, регресійного та кореляційного аналізу.

У роботі розглянуто результати дослідження з розроблення методу дискретизації та означування для опису об'єктів нефізичної природи, що важко формалізуються, на основі узагальнення та залучення синтаксичної формалізації структурного опису. Це дає змогу усунути зазначену вище прогалину і перейти до моделювання відповідних процесів, пов'язаних із розвитком багатьох явищ у світі соціуму, який можна назвати квазіфізичним.

Однією з важливих переваг пропонованого методу є можливість моделювання складних об'єктів або систем, що важко формалізуються, розбиваючи їх на простіші складові елементи або рівні абстракції. Цей метод: 1) уможливорює аналізування системи на нижчих рівнях і дослідження її взаємодії з навколишнім середовищем; 2) робить модель точнішою і зручнішою для обчислень; 3) забезпечує можливість аналізу поведінки системи в різних умовах і передбачення її майбутнього стану; 4) може бути використаний для навчання і симуляції різних сценаріїв і стратегій. Отже, цей метод дає нам змогу краще розуміти й керувати складними системами, які інакше були б важкими для аналізу та моделювання. Моделювання на основі дискретизації та означування сприяє розумінню та інтерпретації складних об'єктів, що важко формалізуються, а також їх управлінню та оптимізації.

Як наступний крок передбачено використання зазначеного підходу в аналізі даних на основі методів *Data Mining*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Глинский Б.А. Моделирование как метод научного исследования. Минск: Изд-во МГУ, 1965. 248 с.
2. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике: История, теория, практика. Ленинград: Наука, 1984. 189 с.
3. Rosenblueth A., Wiener N. The Role of Models in Science. *Philosophy of Science*. 1945. No. 12 (4). P. 171—175.
4. Наумов Г. Ноосфера в прошлом и будущем. *Наука и жизнь*. 2004. № 9. С. 92—97.
5. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. Москва: Прогресс, 1987. 336 с.
6. Лосев А.Ф. Дерзание духа. Москва: ИПЛ, 1988. 364 с.
7. Bunge M. Finding Philosophy in Social Science. London: Yale University Press, 1996. 448 p.
8. Розов Н.С., Вертгейм Ю.Б., Сизенцов Г.С., Филиппов С.И., Горошко В.В. Разработка и апробация метода теоретической истории. Новосибирск: Наука, 2001. 503 с.
9. Shevchenko G.Y., Bilozubenko V.S., Marchenko O.A. The formation of the corporate scientific environment. *Science and Science of Science*. 2022. No. 2 (116). P. 12—24. <https://doi.org/10.15407/sofs2022.02.012>

10. Шапиро Д.И. К человеку-машинным методам решения одного класса задач. *Вопросы кибернетики. Теория и практика ситуационного управления*. 1977. № 18. С. 82—88.
11. Чораян О.Г. Концепция вероятности и размытости в работе мозга. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1987. 156 с.
12. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. Москва: Наука, 1986. 288 с.
13. Щербань А.Б. Классификация задач идентификационно-структурного анализа. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки*. 2010. № 2. С. 14—23.
14. Щербань А.Б. Структурно-синтаксический подход к поиску альтернатив управления сложными системами. *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. 2010. № 3 (101). С. 45—69.
15. Nelson R.J. Structure of Complex Systems. *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. 1976. Vol. 2. P. 523—542.
16. Groumpos P.P. A critical overview of modelling and simulating methods for complex dynamic systems. *SNE Simulation Notes Europe*. 2017. No. 27 (4). P. 213—223.
17. Конверський А.Є. Логіка. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2017. 391 с.
18. Закревский А.Д. Логика распознавания. Москва: Наука и техника, 1988. 118 с.
19. Шевченко Г.Я., Шумейко О.О., Чорненко М.В. Персоналізовані медичні веб-сервіси. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 18—22 травня 2020 р.)*. Івано-Франківськ: п. Голіней О.М., 2020. С. 70—73.
20. Обидина Ю.С. Взаимодействие естественных и гуманитарных наук: миф, методология и онтология. *Духовная сфера общества*. 2017. № 14. С. 79—88.
21. Бешелев С.В., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. Москва: Наука, 1973, 49 с.
22. Ханін І.Г. Питання ноосферного розвитку економіки і пізнання. Дніпро: Нова ідеологія, 2018. 319 с.
23. Маркс К. Доход и его источники. Вульгарная политическая экономика. Москва: Изд-во политической литературы, 1955. 526 с.
24. Поляков М.В. Ноосферний підхід до розвитку пізнання і господарства. Дніпро: Нова ідеологія, 2017. 120 с.
25. Выдрин О.В. Научная коммуникация: к методологии исследований. *Вестник ЧелГУ*. 2009. № 42. С. 112—117.
26. Руди А.Ш. Формы и особенности научных коммуникаций. *Манускрипт*. 2016. № 4 (2). С. 136—138.
27. Савченко А.П. Открытое информационное пространство научной коммуникации как фактор развития экономики знаний в России. *Государственное и муниципальное управление*. 2017. № 1. С. 129—135.
28. Широканова А.А. Новая роль и формы научной коммуникации в информационную эпоху. *Социология*. 2013. № 1. С. 103—116.
29. Шевченко Г.Я., Белозубенко В.С. Структурная модель научной коммуникации. *Наука та наукознавство*. 2019. № 4 (106). С. 37—51. <https://doi.org/10.15407/sofs2019.04.037>

30. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. Москва: Наука, 1986. 496 с.
31. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. Москва: Айрис-пресс, 2004. 576 с.
32. Артемьев В.И. Что такое business intelligence? *Открытые системы*. 2003. № 4. URL: <https://www.osp.ru/os/2003/04/182900> (дата звернения: 22.12.2023).
33. Thomsen E. OLAP Solutions: Building Multidimensional Information Systems. Wiley Computer Publishing, 1997. P. 688.
34. Kimbal R. The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. John Wiley & Sons, 1996. P. 377.
35. Друкер П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения. Москва: Издательско-торговый дом «ГРАНД», 1998. 224 с.
36. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. Москва: Сов. радио, 1974. 272 с.
37. Кононенко П.И. Стратегическое программно-целевое управление производственно-хозяйственной системой. Москва: ИТК Дашков и К., 2003. 272 с.

Одержано 27.11.2023

REFERENCES

1. Glinsky, B.A. (1965). *Modeling as a method of scientific research*. Minsk: Publishing House of Minsk State University [in Russian].
2. Neuimin, Y.G. (1984). *Models in science and technology: History, theory, practice*. Leningrad: Nauka [in Russian].
3. Rosenblueth, A., & Wiener, N. (1945). The Role of Models in Science. *Philosophy of Science*, 12 (4), 171—175.
4. Naumov, G. (2004). Noosphere in the past and future. *Science and Life*, 9, 92—97 [in Russian].
5. Wertheimer, M. (1987). *Productive thinking*. Moscow: Progress [in Russian].
6. Losev, A.F. (1988) *The daring of the spirit*. Moscow: IPL [in Russian].
7. Bunge, M. (1996). *Finding Philosophy in Social Science*. London: Yale University Press.
8. Rozov, N.S., Wertheim, Y.B., Sizentsev, G.S., Filippov, S.I., & Goroshko, V.V. (2001). *Development and testing of the method of theoretical history*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
9. Shevchenko, G.Y., Bilozubenko, V.S., & Marchenko, O.A. (2022). The formation of the corporate scientific environment. *Science and Science of Science*, 2 (116), 12—24. <https://doi.org/10.15407/sofs2022.02.012>
10. Shapiro, D.I. (1977). On human-machine methods for solving one class of problems. *Issues of Cybernetics. Theory and Practice of Situational Management*, 18, 82—88 [in Russian].
11. Chorayan, O.G. (1987). *The concept of probability and vagueness in the work of the brain*. Rostov-on-Don: Publishing House of Rostov-on-Don State University [in Russian].
12. Pospelov, D.A. (1986). *Situation management: theory and practice*. Moscow: Nauka [in Russian].

13. Shcherban, A.B. (2010). Classification of tasks of identification and structural analysis. *University Proceedings. The Volga Region. Technical Sciences*, 2, 14—23 [in Russian].
14. Shcherban, A.B. (2010). A structural and syntactic approach to finding alternatives for controlling complex systems. *Scientific and Technical Proceedings of St. Petersburg State Pedagogical University*, 3 (101), 45—69 [in Russian].
15. Nelson, R.J. (1976). Structure of Complex Systems. *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 2, 523—542.
16. Groumpos, P.P. (2017). A critical overview of modelling and simulating methods for complex dynamic systems. *SNE Simulation Notes Europe*, 27 (4), 213—223.
17. Konverskiy, A.E. (2017). *Logic*. Kyiv: Kyiv University Publishing House [in Ukrainian].
18. Zakrevskiy, A.D. (1988). *The logic of recognition*. Moscow: Nauka i tekhnika [in Russian].
19. Shevchenko, G.Y., Shumeyko, O.O. & Chornenko, M.V. (2020). Personalized medical web services. *International conference "Information technology and computer modeling"*. Ivano-Frankivsk: Holinye O.M., 70—73 [in Ukrainian].
20. Obidina, Y.S. (2017). Interaction of natural and human sciences: myth, methodology and ontology. *The Spiritual Sphere of Society*, 14, 79—88 [in Russian].
21. Beshelev S.V., & Gurvich, F.G. (1973). *Expert assessments*. Moscow: Nauka [in Russian].
22. Khanin, I.G. (2018). *Issues of noospheric development of economy and cognition*. Dnipro: New ideology [in Ukrainian].
23. Marx, K. (1955). *Income and its sources. The vulgar political economy*. Moscow: Publishing House of Political Literature [in Russian].
24. Polyakov, M.V. (2017). *Noospheric approach to the development of cognition and economy*. Dnipro: New ideology [in Russian].
25. Vydrin, O.V. (2009). Scientific communication: towards a research methodology. *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 42, 112—117 [in Russian].
26. Rudy, A.S. (2016). Forms and features of scientific communications. *Manuscript*, 4 (2), 136—138 [in Russian].
27. Savchenko, A.P. (2017). Open information space for scientific communication as a factor in the development of the knowledge economy in Russia. *State and Municipal Administration*, 1, 129—135 [in Russian].
28. Shirokanova, A.A. (2013). New role and forms of scientific communication in the information age. *Sociology*, 1, 103—116 [in Russian].
29. Shevchenko, G.Y., & Bilozubenko, V.S. (2019). Structural model of scientific communications. *Science and science of science*, 4 (106), 37—51. <https://doi.org/10.15407/sofs2019.04.037> [in Russian].
30. Roberts, F.S. (1986). *Discrete mathematical models with applications to social, biological and environmental problems*. Moscow: Nauka [in Russian].
31. Vernadsky, V.I. (2004). *Biosphere and noosphere*. Moscow: Iris-Press [in Russian].
32. Artemiev, V.I. (2003). What is business intelligence? *Open systems*, 4. URL: <https://www.osp.ru/os/2003/04/182900> (last accessed: 22.12.2023) [in Russian].
33. Thomsen, E. (1997). *OLAP Solutions: Building Multidimensional Information Systems*. Wiley Computer Publishing.

34. Kimbal, R. (1996). *The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses*. John Willey & Sons.
35. Drucker, P. (1998). *Effective management. Economic problems and optimal solutions*. Moscow: GRAND Publishing and Trading House [in Russian].
36. Akoff, R., & Emery, F. (1974). *On purposeful systems*. Moscow: Sov. Radio [in Russian].
37. Kononenko, P.I. (2003). *Strategic program-targeted management of the production and economic system*. Moscow: ITC Dashkov and K. [in Russian].

Received 27.11.2023

G.Ya. Shevchenko, PhD (Engineering), head of department

Association Noosphere

103-A, Gagarin ave., Dnipro, 49000, Ukraine

e-mail: nikk.gena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3984-9266>

V.S. Bilozubenko, Dsc (Economics), professor

University of Customs and Finance

2/4, Volodymyr Vernadskiy str., Dnipro, 49000, Ukraine

e-mail: bvs910@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1269-7207>

O.A. Marchenko, master, researcher

Association Noosphere

103-A, Gagarin ave., Dnipro, 49000, Ukraine

e-mail: arche.oleg1@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7665-7832>

DISCRETIZATION METHOD FOR DESCRIBING COMPLEX OBJECTS THAT ARE DIFFICULT TO FORMALISE

The emergence of complex, hard-to-describe objects is a characteristic trend in modern science. To build a model of such an object, its preliminary description is required, which is a rather serious problem. Therefore, the search for methods to describe such objects is an urgent task. For physical objects, this process is well described and researched. For complex, difficult to formalize non-physical objects, the emergence of which is often caused by the development of society, such approaches are absent. The article presents the results of a discretization method developed by the authors based on the approach of M. Bunge to describe complex, difficult-to-formalize objects that occur in many economic, social, environmental and other systems. The sources of the study are scientific works of leading Ukrainian and foreign scientists, general scientific methods of cognition (analysis, synthesis, induction, deduction, method of analogies, etc.), as well as special methods of analysis: hypothetical-deductive, logical, structural. It is established that the method of discretization for describing complex objects allows to move on to modelling complex socio-economic processes. The article defines the concepts of the quasi-physical world and quasi-physical objects introduced by the

authors; it is substantiated that the study of the quasi-physical world should be accompanied by the study of quasi-physical objects, which differ from physical objects in that they are specially constructed objects. The article provides examples from various subject areas where the concept of a quasi-physical (synthetic) object plays a major role, and provides a generalized description of such an object. It is proposed to use the quasi-physical approach to analyze the problems of solid waste disposal and assess the general condition of an enterprise (company). It is noted that the authors' approach will help scientists: (i) more accurately define the scope of research; (ii) specify the object and subject of research, structure its characteristics and, on this basis, put forward hypotheses and set research objectives; (iii) better understand what knowledge and assumptions underlie the object under study and how they are interrelated, as well as clearly formulate the problem and purpose of the research; (iv) choose relevant procedures and methods to achieve the goal when analyzing data.

Keywords: *discretization, complex object, difficult to describe object, formalization, syntactic formalization, biosphere, noosphere, quasi-physical object.*