

## КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ПОНЯТЬ “МОДЕЛЬ” ТА “МОДЕЛЮВАННЯ” У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

© Кульчицький І. М., 2015

**Розглянуто окремі аспекти застосування методу моделювання у наукових дослідженнях. Запропоновано філософські максими, на яких ґрунтується поняття моделі. Подано узагальнене означення моделі, її характеристики та типологію.**

**Ключові слова:** модель, система, річ, метод, технологія, наука.

**Some particular aspects of modeling method in scientific research have been outlined in the article. Philosophic maxims on which the model concept is based were suggested. The generalized model definition, its characteristics and typology were represented in the article.**

**Key words:** model, system, object, method, technology, science.

### Вступ

Моделювання – один з найпоширеніших способів виконання як теоретичних, так і практичних завдань. Моделі активно використовують як у природничих (астрономії, фізиці, хімії, геології, медицині, біології тощо), так і у гуманітарних (лінгвістиці, психології, соціології) та у прикладних (інженерія, криміналістика тощо) науках [18; 21]. Особливу роль тепер відіграє комп'ютерне моделювання. Воно втілює окремі функції розумової праці, автоматизує складні й кропіткі розрахунки та допомагає краще узагальнювати проміжні результати [15, 21].

Більшість сучасних філософських течій схилиються до думки, що наш розум не здатен вповні охопити всю складність та різноманіття цілісності світу [12; 14]. Тому в процесі пізнання навколишньої дійсності людський розум виділяє з неї об'єкти та за допомогою наявних чи спеціально розроблених методів їх вивчає. Кожна наукова дисципліна виділяє з об'єкта реальності лише ті аспекти та властивості, які вважає найсуттєвішими з погляду предметів свого дослідження. Тому об'єкт наукового пізнання завжди спрощений порівняно з його прототипом і має менший змістовий обсяг. Це означає, що наука вивчає дійсність за допомогою створення об'єктів-репрезентантів, інакше кажучи – моделей [18, 13]. За В. А. Штоффом модель – це така умовно подана чи матеріально реалізована система, яка відображає чи відтворює об'єкт дослідження та може заступати його так, що її вивчення дає нам про нього нову інформацію [26, 19].

Про модель, пов'язану з науковим пізнанням, можна говорити у таких розуміннях [18, 13–14]: наочний образ того чи іншого процесу, об'єкта чи феномена, що попадають у коло наукових інтересів; абстрактна (наприклад, математична) модель суцього, яке вивчає наука; наукова парадигма у філософії – система загальнотеоретичних понять та уявлень науки, що домінують у певну епоху її розвитку [1, с. 415]. І хоча межа між третім розумінням та двома першими нечітка, зазначимо, що надалі йтиметься переважно про модель у перших двох розуміннях

Сьогодні поняття “модель” та “моделювання” – невід'ємна частина наукових досліджень. Це і метод подання об'єктів, явищ і процесів, і засіб перевірки істинності теоретичних положень, чи експериментальне встановлення їх достовірності [21]. Часто це єдиний спосіб ефективного розв'язування науково-технічних чи соціальних задач [4]. Модель застосовують у випадках, коли експериментувати з об'єктом незручно чи неможливо. Моделювання необхідне [8; 23], якщо об'єкт уже припинив існування чи й зовсім не існував; якщо оригінал складний за будовою і для глибокого вивчення якоїсь однієї властивості корисно не враховувати менш істотні; якщо об'єкти чи процеси, які потрібно дослідити, недоступні для безпосереднього сприйняття (об'єкти, процеси та явища в астрофізиці, молекулярного рівня, процеси головного мозку тощо); якщо процеси

відбуваються або дуже швидко (двигун внутрішнього згорання), або дуже повільно (геологія, демографія); якщо дослідження об'єкта може призвести до його руйнування; якщо дослідження об'єкта становить небезпеку для людей чи навколишнього середовища (ядерні вибухи, робота хімічних підприємств, землетруси, цунамі тощо); якщо створення дослідного зразка об'єкта дуже дороге тощо. Зазвичай добре створена модель доступніша для дослідження, ніж реальний об'єкт. Модель необхідна [35] для розуміння того, як влаштовано конкретний об'єкт, яка його структура, основні властивості, закони розвитку та взаємодія з навколишнім світом; щоб навчитися керувати об'єктом моделювання та визначати найкращі способи управління ним із заданими цілями та критеріями (оптимізація); прогнозування прямих та опосередкованих наслідків реалізації заданих способів та форм впливу на об'єкт.

Важливою властивістю моделі є те, що її дослідження дає нове знання про об'єкт-оригінал.

Будь-який процес моделювання передбачає наявність активного суб'єкта, який визначає риси об'єкта моделювання як предмет його зацікавлення, тобто модель лише приблизно відповідає оригіналу. Це означає, що одному об'єкту-оригіналу можуть відповідати безліч моделей, кожна з яких потрібна для вирішення іншого конкретного завдання.

Сьогодні моделювання активно використовують у всіх галузях людської діяльності. Запит у пошуковій системі Google слів “модель” та “моделювання” дав відповідно: українською 639 тис. та 821 тис. посилань; німецькою – 223 млн та 190 млн посилань; англійською – 3830 млн, 126 млн (modelling) та 216 млн (modelling) посилань. Водночас, на думку автора, в україномовній літературі недостатньо публікацій, у яких ці два поняття розглядають в узагальнювальному аспекті. Частково заповнити цю прогалину має на меті ця стаття.

### **Постановка проблеми**

Науково-технічний розвиток суспільства наприкінці ХХ – на початку ХХІ століть зумовив такий вплив науки і техніки на суспільне життя у всіх його аспектах, що вони стали надзвичайно важливими галузями діяльності людини та найважливішими рушіями її діяльності як за обсягом, так і за наслідками. Високий рівень розвитку розкрив принципово нові площини їх зв'язку з різними галузями діяльності людини [14, с. 558]. Такий стан справ зумовлює необхідність знову подивитися на традиційні методи та технології, які застосовують у науці й техніці, позаяк вони не щось зовнішнє стосовно останніх, а необхідна умова їх розвитку [20, с. 3]. Під методом розуміємо послідовність та порядок дій, прийоми предметної чи теоретичної діяльності, які зафіксовано свідомо, та деякий набір використовуваних засобів і правил [13, с. 126], а під технологією – втілену в способах праці, доборі матеріальних засобів та сировини (будь-що – речовина, енергія, інформація – із чого можна зробити виріб) і прийомах їх поєднання сукупність інженерних і наукових знань для отримання певного виробу (будь-який – матеріальний, інтелектуальний, послуга тощо – кінцевий результат праці) [7].

Серед наукових методів моделювання виконує особливу роль. Автор належить до прихильників припущення, висловленого на початку минулого століття, що будь-яке наше світоспоглядання (чи то найповсякденнішого, чи то найвеличнішого змісту) є сукупністю відповідних або й невідповідних об'єктам споглядання моделей, які створюють більш-менш вдалий образ суцього [20, с. 3].

Однак широке застосування моделей у науковому пізнанні призвело до того, що значення їх стало розмитим і дуже часто користувачі вкладають у них свій, відмінний від загальноприйнятого, зміст. Тому метою цієї публікації є уточнення поняття “модель”, визначення основних характеристик та основних типів моделей.

### **Аналіз досліджень та публікацій**

Моделювання – це не особливість сучасності. В археології відомі вироби з бронзи, виготовлені литвом з використанням моделей, в античному світі моделі застосовували у будівництві. Одними з перших теоретичних моделей можна вважати атоми Левкіппа і Демокріта, за допомогою яких пояснювано будову світу [15]. Історичним фактом вважають те, що під час будівництва Міланського собору (1386 р.) його проект (модель у нашому розумінні) вперше проходив наукову експертизу [14, с. 557]. За наявними даними [21] сам термін “модель” вперше

трапляється у роботах математиків кінця XIX ст. Еудженіо Бельтрамі (італ. *Eugenio Beltrami*) та Фелікса Кляйна (нім. *Felix Christian Klein*) у геометрії. Дещо пізніше цей термін застосували у своїх роботах логіки, філософи і математики Голоб Фреге (нім. *Friedrich Ludwig Gottlob Frege*) та Бертран Рассел (анг. *Bertrand Arthur William Russell*). У лінгвістиці цей термін (1944 р.) вживав американський мовознавець Зелліг Герріс (анг. *Zellig Sabbetai Harris*) для опису специфіки методології Едварда Сепіра (анг. *Edward Sapir*) [9].

Проблематики моделювання в наукових дослідженнях стосується чимало праць українських та зарубіжних авторів, здебільшого моделювання у конкретних галузях науки. Їхній перелік зайняв би багато місця, та це не входить до завдань нашого дослідження. Тому обмежимося лише деякими. Загальнофілософські проблеми моделювання висвітлює робота українського філософа А. І. Уймова [20]. У ній детально розглянуто загальнонаукові проблеми моделювання та проаналізовано 37 визначень моделі у наукових, переважно радянських та перекладених у СРСР зарубіжних виданнях. У цих визначеннях розуміння моделі ґрунтується на працях таких вчених, як А. Айнштейн (нім. *Albert Einstein*), В. Гайзенберг (нім. *Werner Karl Heisenberg*), Н. Вінер, (анг. *Norbert Wiener*), В. Ешбі (анг. *William Ross Ashby*), В. Глушков, М. Амосов, Ф. Мостеллер (анг. *Frederick Mosteller*) та ін., а також охоплено поняття моделі у філософії, математиці, кібернетиці, фізиці, хімії, геології, техніці, військовій справі, біології, генетиці, медицині, психології, лінгвістиці, науці взагалі, різні окремі інформаційні моделі, семантичні моделі тощо [20, 22–25]. Проблеми моделювання в гуманітарній сфері розглянуто у працях І. Р. Мельчука [10], А. Ф. Лосева [9], В. А. Широкова [24].

### **Виклад основного матеріалу**

#### **Узагальнене поняття моделі**

Узагальнене поняття моделі основуватимемо на таких філософських максимах [12; 14]:

Максима перша. Об'єктивний світ існує, принаймні цього не заперечує жодна з філософських течій. Серед усього сущого виділяємо суб'єкт – *Homo sapiens* (людина розумна) – основу, суть процесів пізнання та суспільно-культурного життя [13, с. 199]. Людині притаманні такі базові особливості її становища у світі [13, с. 8–11]: розумність – здібність до усвідомлення себе і свого оточення, до інтелектуального пізнання, сприймання та оцінювання реальності; неспеціалізованість у біологічному плані – в організмі людини відсутня програма способу її життя та здійснення нею вчинків, це означає, що людина вільна істота і має свободу вибору; універсальність – можливість оволодіти практично всіма напрямками та видами людської діяльності; необхідність вибору – людина змушена сама формувати та реалізовувати програму свого життя; смертність – ціна вибору життєвого шляху дорівнює ціні земного життя; самореалізація – людина реалізує себе в соціокультурному середовищі, навички діяльності у якому генетично не передаються.

Максима друга. Притаманним лише людині способом опанування дійсності є пізнання – здатність за допомогою свідомості чи інтелекту виокремлювати із цілісного світу певні речі, конструювати відповідні їм інтелектуальні аналоги і подоби та керуватися ними в своїх подальших намірах, діях, вчинках тощо [13, с. 155]. Під річчю, одним з найважливіших понять філософії, культури та повсякденності, розуміємо будь-що суще, що є носієм численних ознак, властивостей та проявів [13, с. 177; 19, 21]. Відповідно ознака – це те, що визначає у бутті всяке суще та відрізняє його від будь-якого іншого сущого [13, с. 234; 24, 34], властивість – характеристика сущого, яка у порівнянні його з іншим сущим робить їх подібними або різними, прояв – дія, процес, що робить щось явним, помітним [16]. Речі перебувають між собою у певних відношеннях, що є втіленням зв'язку, який мислення знаходить чи у яке мислення ставить дві змістові одиниці свідомості [19, 48]. Пізнання має три невід'ємні компоненти: умовну відповідь на запитання “що?” – інформацію, знання, образи, уявлення; умовну відповідь на питання “як?” – активні дії, спрямовані на здобування знання; умовну відповідь на питання “для чого?” – кінцеві орієнтири смислу про можливості та мету пізнання [13, с. 155].

Максима третя. З пізнанням нерозривно пов'язане поняття мислення – свідомо розумова діяльність людини, яка оперує предметним змістом свідомості [13, с. 127]. Під змістом розуміємо сукупність у певний спосіб пов'язаних між собою частин, процесів, елементів, властивостей певної

речі [13, с. 89], а свідомість – здатність людини створювати внутрішній розумовий універсум, що містить ідеальні змісти, речі, ціннісні та смислові орієнтири та дає змогу людині пізнавати через сприйняття та осмислення дійсність і творчо формувати способи своєї поведінки [13, с. 183]. Предмет – це виокремлена практичною чи пізнавальною діяльністю людини компонента речі, яка стала визначеною через її віднесення до основних типологічних та класифікаційних обрисів дійсності (та сама річ у різних науках може постати різними предметами) [13, с. 165].

Максима четверта. Пізнання – це синтез чуттєвого сприйняття дійсності людиною із її вольовими діями та бажаннями, із її інтуїтивним схопленням реальності та емоціями, із її рисами характеру та людськими особливостями. Філософія розрізняє наукове, досвідно-життєве, художньо-мистецьке, екстрасенсивне та містично-релігійне пізнання [12; 13, с. 155]. Під наукою розуміємо сукупність логічно пов'язаних, перевірених та достовірних знань, які продукують спеціалізованим та спеціально організованим пошуком. Наука передбачає емпіричну базу – предмет дослідження, що чітко визначений, особливі методи та засоби пізнавальної діяльності, спеціальну мову (термінологію). Знання мають особливі функції [13, с. 137; 14, с. 556]. Під знаннями розуміємо основну форму подання предметного змісту буття у свідомості людини, середню ланку між дійсністю та свідомістю, що визначає єдність усвідомлення істини та процесів пізнання [14, с. 404], а під методом – осмислені теоретично та усталені послідовність і порядок пізнавальних дій у межах чи певної науки, чи сукупності наук.

Як зазначено вище, поняття моделі широко застосовують у різних галузях діяльності людини, тому часто різні фахівці розуміють його по-своєму. Розглянемо приклади пояснення та тлумачення поняття “модель” у різних словниках української, англійської та німецької мов.

**Словник української мови** [16]: *МОДЕЛЬ, і, жін. 1. Зразок якого-небудь нового виробу, взірцевий примірник чогось. [...] 2. Тип, марка конструкції. [...] 3. Предмет, відтворений у зменшеному, іноді у збільшеному або натуральному вигляді. [...] 4. Те, що є матеріалом, натурою для художнього зображення, відтворення. [...] // Особа, яка позує перед живописцем або скульптором; натурщик, натурщиця. 5. Зразок, з якого знімається форма для відливання або відтворення в іншому матеріалі.*

**Філософський енциклопедичний словник** [22, с. 391]: *Модель (від лат. *modus* – міра) – у загальному розумінні аналог (графік, схема, знакова система, структура) певного об'єкта (оригіналу), фрагмента реальності, артефактів, витворів культури, концептуально-теоретичних утворень тощо. З логічної точки зору, дві системи  $S_1$  і  $S_2$  називаються *М.* одна одною, якщо вони ізоморфні або гомоморфні між собою. Відношення “бути *М.*” є відношенням рефлексивним, симетричним і транзитивним, тобто відношенням типу еквівалентності, тому питання, яку із систем  $S_1$  і  $S_2$  вважати оригіналом, а яку *М.*, вирішуються залежно від конкретної ситуації. З гносеологічної точки зору, *М.* – це замітник, представник оригіналу в пізнанні. Завдяки їхньому ізоморфізму або гомоморфізму знання, отримані в результаті дослідження *М.*, екстраполюються на оригінал, широко використовуються в багатьох науках у різних значеннях, але, як правило, поняття “*М.*” пов'язують з методом моделювання. У такому значенні *М.* – предметна, знакова система чи мислена (уявна) система, що відтворює, імітує або відображає якісь визначальні характеристики, тобто принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості чи ознаки об'єкта пізнання (оригіналу), пряме безпосереднє вивчення якого з якихось причин неможливе, неефективне або недоцільне, і може замінити цей об'єкт у процесі, що досліджується, з метою отримання знань про нього. Отже, відношення “оригінал – *М.*” не природне, а епістемологічне, зумовлене процесом пізнання. Питання про відношення *М.* й оригіналу, ступінь їх спільності, подібності, адекватності – одне з найважливіших і найскладніших у процесі наукового моделювання. *М.* виступає ефективним засобом наукового дослідження тільки при максимально чіткому визначенні їх подібності та відмінності теоретичними засобами, які можуть визначати припустимі межі спрощень, абстрагувань, ідеалізації. За фізичним характером *М.* можна поділити на предметні, знакові (інформаційні), мислені. Посідаючи істотне місце у потужному арсеналі наукових засобів, виконуючи описову, пояснювальну і евристичну функції, *М.* відіграє важливу роль у дослідженні різноманітних складних феноменів реальної дійсності.*

**Економічний термінологічний словник-довідник** [3, с. 222]: *Модель. Відтворення, зображення, опис, імітація якого-небудь явища, процесу або об'єкта.*

**Словник лінгвістичних термінів** [2, с. 135]: *Модель, модель (фр. *modèle*, від лат. *modulus* – міра). 1. Закономірне розташування елементів у схемах або зразках складних мовних побудов, яке визначається властивостями певної мовної структури і регулярним її відтворенням у мові. Модель речення. Модель словотворча. 2. Парадигматична схема елементів мовної структури, яка властива певній мові, символічне зображення цієї схеми або її частини, що є основою моделювання мови як одного з методів дослідження мови. Модель фонемна. Модель породжуюча – закономірність або ряд закономірностей, збереження яких забезпечують можливість побудови висловлень у повній відповідності до законів відповідної мови.*

**Соціологічна енциклопедія** [17, с. 238]: *Модель (лат. *modulus* – міра, зразок) – узагальнений синтезований образ об'єкта-прототипу (явища, процесу), що використовується для вивчення, дослідження, систематизації тощо. Вивчення М. відображає фундаментальні властивості об'єкта-прототипу, допомагає виявити ключові ознаки аналізованих процесів, проаналізувати їх динаміку, виявити причинно-наслідкові зв'язки. М. обов'язково містить прогностичний аспект, пов'язує інформаційний образ теперішнього з теоретичним образом майбутнього. Виокремлюють матеріальні М. (природні об'єкти, що підпорядковуються природним закономірностям) та ідеальні М. (фіксуються у знаковій формі й функціонують за законами логіки). До ідеальних М. належать результати логіко-математичного та інформаційного моделювання, що здійснюється засобами математики, математичної логіки та кібернетики. Основою М., як правило, є графіки, креслення, схеми, гістограми тощо. Якщо знаками є засоби математичної мови та і логіки, М. називають математичними. [...] За способом математичного опису досліджуваних процесів М. поділяють на аналітичні, репрезентовані традиційними математичними структурами (алгебраїчні та диференціальні порівняння), і алгоритмічні (поєднання традиційних математичних форм опису процесів з логічними і логіко-евристичними процедурами). [...] ... аналітичні М. використовуються за високого рівня агрегації опису досліджуваного об'єкта як цілості. Алгоритмічні М. являють собою алгоритмічно задані функції, складна логіко-аналітична структура котрих не піддається прямому аналізу. Їх досліджують за допомогою спеціальних експериментів з М., що передбачають цілеспрямоване варіювання вихідними даними. [...] Алгоритмічні М. – це, як правило, М. імітаційні. За формою відображення причинно-наслідкових відносин реальності математичні моделі поділяють на детерміновані і стохастичні. У детермінованих М. процеси відображаються у чітких каузальних відношеннях: кожному набору висхідних даних М. ставить у відповідність єдине значення висхідних результатів. [...] Стохастичні М. поділяють на два підкласи: імовірнісні М. (оперують імовірнісними характеристиками параметрів модельованого процесу) і статистичні М. (випадковий характер модельованого процесу відображається через організацію спеціальної стохастичної процедури, наприклад за допомогою генератора випадкових чисел). За методом відображення процесів управління М. бувають з програмним управлінням, оптимізаційні та імітаційні. У М. з програмним управлінням відсутній механізм синтезу управляючих параметрів, а цілеспрямована діяльність системи задається у вигляді жорсткої схеми поведінки елементів за весь період моделювання. [...] В оптимізаційних моделях управління синтезується шляхом оптимізації заздалегідь сформульованих критеріїв якості функціонування модельованого процесу з урахуванням поточного стану і умов життєдіяльності об'єкта, що розглядається. [...].*

**Oxford English Dictionary Online** [34]: **I. Building.** *A set of designs (plans, elevations, sections, etc.) for a projected building or other structure; a similar set of drawings made to scale and representing the proportions and arrangement of an existing building.* У будівництві: набір креслень (планів, профілів, секцій і т.д.) для проєктованої будівлі чи іншої споруди; подібний набір малюнків, зроблених в масштабі, які представляють пропорції і розташування існуючої будівлі. **II. Literature.** *A summary, epitome, abstract; the argument of a literary work.* У літературі: резюме, короткий виклад, реферат; основна ідея літературного твору. **III.** *Something which accurately resembles or represents something else, esp. on a small scale; a person or thing that is the likeness of another.* Щось, що точно

нагадує або являє собою щось інше, особливо в невеликому масштабі; людина або річ, яка є подобою іншій. *An archetypal image or pattern*. Архетипний образ або шаблон. *A three-dimensional representation, esp. on a small scale, of a person or thing or of a projected or existing structure; esp. one showing the component parts in accurate proportion and relative disposition*. Тривимірне представлення, особливо в невеликому масштабі, людини або речі, або проєктованої, або існуючої споруди; особливо демонструючи складові частини у точній пропорції і відповідному розташуванні. **IV. Mathematics.** *A simplified or idealized description or conception of a particular system, situation, or process, often in mathematical terms, that is put forward as a basis for theoretical or empirical understanding, or for calculations, predictions, etc.; a conceptual or mental representation of something*. У математиці: спрощений або ідеалізований опис або концепція конкретної системи, ситуації або процесу, часто в математичних термінах, що висувається в якості основи для теоретичного або емпіричного розуміння або для розрахунків, прогнозів, і т.д.; концептуальне або ментальне представлення чогось. **Mathematical model** – *a description or representation of something conceived or presented in mathematical terms*. Математична модель – це опис або подання чогось задуманого або представленого в математичних термінах. **Mathematical Logic.** *A set of entities that satisfies all the formulae of a given formal or axiomatic system*. У математичній логіці: набір об'єктів, які задовольняють всі формули даної формальної або аксіоматичної системи. **V.** *A particular make or design of motor vehicle or (in later use) any manufactured article; an item made to such a design, or produced in a specified year; each of a series of designs for the same type of object*. Особлива марка або дизайн автомобіля або (у подальшому використанні) будь-якого виготовленого предмета; предмет, зроблений за таким дизайном або виготовлений в певному році; кожен із серії такого дизайну для того ж типу об'єкта.

**Cambridge Dictionaries Online** [27]: **I.** *Something built or drawn esp. to show how something much larger would look*. Щось побудоване або намальоване, особливо, щоб показати, як щось набагато більше мало б виглядати. **II.** *A model is also a representation of something in words or numbers that can be used to tell what is likely to happen if particular facts are considered as true (a statistical model)*. Модель є також представленням чогось у формі слів або чисел, які можуть бути використані, щоб сказати, що ймовірно станеться, якщо певні факти будуть розглядатися як правдиві (статистична модель). **III.** *A particular type of device or machine that is different in quality, style, or some other feature from others that have the same use*. Конкретний тип пристрою або машини, який відрізняється якістю, стилем або якоюсь іншою функцією від інших, які мають таке ж використання.

**Merriam-Webster Online Dictionary** [33]: **I.** *A set of plans for a building*. Набір планів для будівлі. **II.** *A usually miniature representation of something*. Зазвичай мініатюрне представлення чогось. **III.** *An example for imitation or emulation*. Приклад для наслідування або емуляції. **IV.** *Archetype, a perfect example of something*. Архетип, ідеальний приклад чогось. **V.** *A description or analogy used to help visualize something (as an atom) that cannot be directly observed*. Опис чи аналогія, що використовується для візуалізації чогось (як атом), що не може бути безпосередньо спостереженим. **VI.** *A system of postulates, data, and inferences presented as a mathematical description of an entity or state of affairs; also: a computer simulation based on such a system (climate models)*. Система постулатів, даних і висновків, представлених у вигляді математичного опису об'єкта або фактичного стану речей; також комп'ютерне моделювання на основі такої системи (кліматичні моделі).

**Macmillan Dictionary Online** [32]: **I.** *A small copy of something such as a building, vehicle, or machine*. Невелика копія чогось, наприклад будівлі, транспортного засобу чи машини. **II.** *A particular type of vehicle or machine that a company makes*. Певний тип транспортного засобу або машини, який виготовляє компанія. **III.** *A simple technical description of how something works*. Простий технічний опис того, як щось працює.

**Longman Dictionary of Contemporary English** [31]: **I.** *A small copy of a building, vehicle, machine etc, especially one that can be put together from separate parts*. Невелика копія будівлі, транспортного засобу, машини і т.д., особливо така, яку можна скласти з окремих частин. **II.** *A particular type or design of a vehicle or machine*. Певний тип або дизайн автомобіля або машини. **III.** *A computer representation or scientific description of something*. Комп'ютерне представлення або науковий опис чогось.

**Collins Dictionaries** [28]: **I.** *A representation, usually on a smaller scale, of a device, structure, etc.* Представлення пристрою, структури і т.д., як правило, в меншому масштабі. **II.** *A standard to be imitated.* Стандарт для наслідування. **III.** *A representative form, style, or pattern.* Репрезентативна форма, стиль або шаблон. **IV.** *A simplified representation or description of a system or complex entity, esp. one designed to facilitate calculations and predictions.* Спрощене представлення або опис системи або комплексного об'єкта, особливо розроблених для полегшення розрахунків і прогнозів. **V.** *In logic, an interpretation of a formal system under which the theorems derivable in that system are mapped onto truths.* У логіці інтерпретація формальної системи, при якій теореми, що виводяться в цій системі, відповідають істині.

**The Concise Oxford Dictionary of Mathematics** [36]: *Mathematical model – an abstract mathematical problem that approximately corresponds to the real world problem. Developing such a model may involve making assumptions and simplifications.* Математична модель – це абстрактна математична задача про щось, що приблизно відповідає певній проблемі з реального світу. Розроблення такої моделі може передбачати припущення і спрощення.

**The Oxford Dictionary of Philosophy** [37]: **I.** *In logic, a model for a set of sentences is an interpretation under which they are all true.* У логіці модель для певного набору висловлювань є така інтерпретація, при якій вони всі є істинні. **II.** *In science, a model is a representation of one system by another, usually more familiar, whose workings are supposed analogous to that of the first.* У науці модель – це представлення однієї системи через іншу, як правило, більш знайому, чії дії є аналогічними до дій першої.

**Das Wörterbuch Duden online** [29]: **I.** *Ein Biologiemodell ist ein Modell, das sich an einem Vorbild aus der belebten Natur orientiert. Ein solches Biologiemodell kann ein künstlerisch oder rein technisch hergestelltes Abbild sein. Als Biologiemodell wird aber auch eine Versuchsanordnung in der medizinischen und biologischen Forschung bezeichnet, die zum Beispiel modellhaft für ein anderes Lebewesen steht.* Біологічна модель – це модель, орієнтована на зразки живої природи. Така біологічна модель може бути зразком, виготовленим мистецьки або суто технічно. У медичних і біологічних дослідженнях як біологічну модель визначають також експериментальний дизайн, який слугує модельним прикладом (зразком) інших живих істот. **II.** *Als Modell (lat: modulus Maß, Maßstab) wird in der Bildhauerkunst der Entwurf für eine Plastik bezeichnet, der als plastischer Körper aus Ton, Wachs und Gips oder anderen Materialien ausgeführt ist. Aus dem Modell kann in einer Kunst- und Bildgießerei eine gleich große oder vergrößerte, aus härterem Material bestehende Plastik hergestellt werden. Das Modell in der Malerei und Bildhauerei ist eine nackte (Aktmodell) oder bekleidete Person, die dem Künstler im Atelier oder den Studenten in der Kunstakademie beim Zeichnen oder Aktzeichnen Modell steht.* Моделлю в образотворчому мистецтві вважають проект скульптури, створений з пластичного матеріалу – глини, воску, гіпсу тощо. За моделлю може бути виготовлена така ж або більша скульптура з твердішого матеріалу. Модель у малярстві – це оголена або одягнена особа, яка позує художникові у студії або студентам в академії мистецтв у разі малювання з натури. **III.** *Ein Modell ist ein beschränktes Abbild der Wirklichkeit. Dies kann gegenständlich oder theoretisch geschehen.* Модель – це чітко окреслена копія (відбиток, представлення) реальної дійсності. Вона може бути матеріальною або теоретичною. **IV.** *Logisches Modell ist Textbasierte (z. B. Tabelle) oder visuelle (z. B. Flussdiagramm) Veranschaulichung der (Ablauf-)Logik eines Programms.* Логічна модель – це зумовлене текстом (напр., таблиця) або візуальне представлення логіки (ходу, перебігу) програми. **V.** *Ein Modell ist ein Konzept zur Darstellung eines komplexen realen Systems oder Prozesses. Es beschreibt die in einem bestimmten Kontext wichtigen Eigenschaften oder Verhaltensmuster des entsprechenden Modellierungsobjektes.* Модель – це концепт відображення складних реальних систем або процесів. Вона передає важливі властивості або зразки поведінки відповідного об'єкта моделювання у певному контексті. **VI.** *In der Psychologie werden verschiedene „Modelle des Menschen“ unterschieden. Es handelt sich hierbei um Paradigmen, die sich in den Grundannahmen und der Methodologie unterscheiden.* У психології виокремлюють різні “моделі людини”. Тут йдеться про парадигми, які відрізняються базовим сприйняттям і методологією. **VII.** *In der Informatik dienen Modelle zur Abbildung eines Realitätsausschnitts, um eine Aufgabe mit Hilfe der Informationsverarbeitung zu lösen. Derartige Modelle heißen Domänenmodelle.* В інформатиці моделі слугують для відтворення частини реальності, щоб розв'язувати задачі, обробляючи інформацію. Моделі такого типу

називають моделями доменів. **VII. In der Chemie dienen Modelle insbesondere zur Veranschaulichung von kleinsten Teilchen, wie beispielsweise Atome und Moleküle, und zur Erklärung und Deutung von chemischen Reaktionen, die oftmals auch simuliert werden.** У хімії моделі призначені, зокрема, для відображення найменших частинок, як, наприклад, атомів і молекул та для пояснення і тлумачення хімічних реакцій або їх симуляції.

**FREMDWÖRTERLEXIKON** [30]: Mo|dell (n.; –s, –e) **1. Vorbild, Muster, Urbild** – приклад, зразок, первісне відображення. **2. Urform eines Bildwerks (meist aus Ton) sowie deren Abguss in Gips, der dann in einen anderen Werkstoff übertragen wird;** первісне відтворення твору мистецтва (переважно з глини), а також його зліпок з гіпсу, який потім переносять у інший матеріал; *Gips~* – гіпсова модель **3. Plastische Darstellung eines (geplanten) Bauwerks in stark verkleinertem Maßstab; das ~ eines Hauses, einer Stadt** пластичне зображення (планованої) споруди у дуже зменшеному масштабі; модель будинку, міста **4. Stark verkleinertes Vorbild (Nachbildung) einer Maschine; Schiffs~; Flugzeug~** значно зменшений зразок (відтворення) механізму (машини); модель корабля, літака **5. Person od. Gegenstand als Vorbild für Maler, Bildhauer u. Fotografen; Foto~; ~ stehen, sitzen** – особа або предмет для художника, скульптора чи фотографа; фотомодель, слугувати моделлю, позувати **6. Darstellung derjenigen allgemeinen u. abstrakten Merkmale eines Forschungsgegenstandes, die für das Ziel der Forschung von Bedeutung sind** представлення загальних і абстрактних ознак досліджуваного об'єкта, яке має певне значення для мети дослідження **7. Einmalig angefertigtes Kleid nach der neuesten Mode, Modellkleid; ~e vorführen** одноразово виготовлений одяг за найновішою модою, модний одяг; представляти моделі (одягу).

Аналіз поданих означень моделей разом із проведеним аналізом і висновками у [20, с. 22–54] дає підстави сформулювати таку узагальнену дефініцію моделі:

**Модель – це система-репрезентант, аналіз якої слугує способом отримати інформацію про іншу систему.**

Під **системою** розуміємо системотвірну тріаду [25] “структура; субстанція; суб’єкт”, де структура – множина об’єктів, які є компонентами системи, та відношення між ними; субстанція – те, з чого складаються компоненти системи; суб’єкт – той, хто ідентифікує компоненти системи та відношення між ними як елементи певних сукупностей та може виконати над ними згідно з певними алгоритмами дозволені дії.

Модель має такі ознаки [19, с. 47–48; 23; 35]:

- це річ;
- це система;
- має цільове призначення;
- завжди простіша за оригінал;
- це засіб отримання нової інформації про прототип;
- дослідження моделі має деякі переваги над безпосереднім дослідженням прототипу;
- створює або усвідомлено шукає в природі людина;
- має гомоморфний образ, ізоморфний гомоморфному образу прототипу.

Під гомоморфізмом розуміємо наближену відповідність за структурою між образом та оригіналом, але не за всіма змістовими складовими (наприклад, місцевість і відповідна їй карта) [13, с. 47], а під ізоморфізмом – високий ступінь схожості чи відповідності між структурою та змістом об’єктів системи [13, с. 96].

Модель – аналог якоїсь речі або процесу, покликаний відтворити ті їхні ознаки, які можна визначити, але з різних причин не можна досліджувати на оригінальному матеріалі [20, с. 50].

#### **Типи моделей**

Класифікувати моделі можна за різними класифікаційними ознаками [5; 6]. До найосновніших зараховують (рис. 1):

- за субстратом реалізації;
- за галуззю застосування;
- за часовим фактором;
- за галуззю знань.



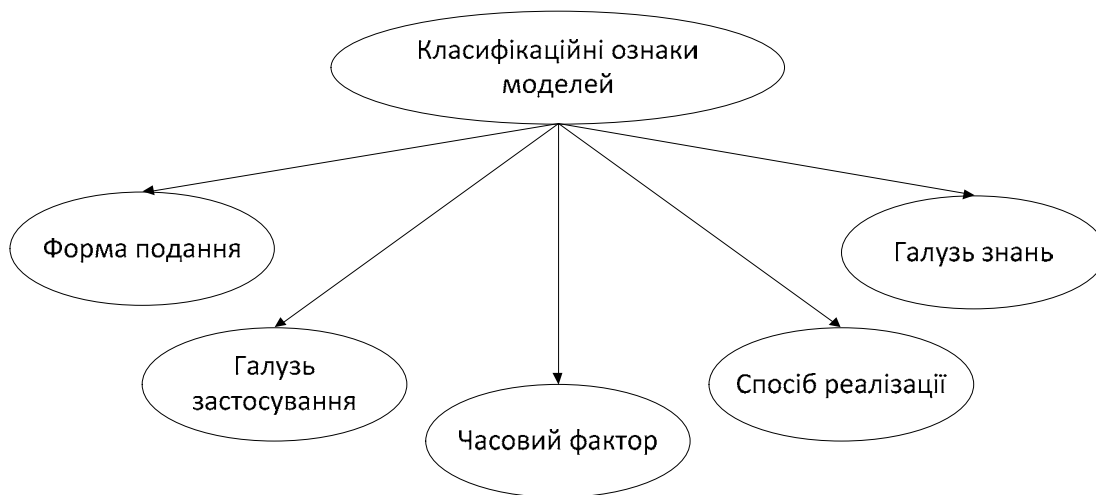


Рис. 1. Класифікаційні ознаки моделей

За субстратом реалізації всі моделі можна поділити на матеріальні, інформаційні та змішані (рис. 2). Матеріальні (предметні, фізичні) моделі відображають наочні властивості об'єктів у реальному матеріальному об'єкті-копії. Порівняно з інформаційними такі моделі є наочнішими. Позаяк вони мають фізичну подібність об'єкта, то їх ще називають натурними – муляж, макет тощо. Найчастіше їх використовують з навчальною метою та для проведення випробувань та дослідів у спеціалізованих лабораторіях.

Інформаційні (абстрактні моделі) не мають реального втілення. Їх розглядають як теоретичний метод пізнання навколишньої дійсності, в основі якого – суто теоретичний підхід. Вони описують властивості та стани речей, їх взаємозв'язок із зовнішнім світом, а також відповідають поточним знанням людини про об'єкт моделювання.

У змішаних моделях частину властивостей об'єкта, який моделюють, реалізовано фізично, а частину – інформаційно. Створюють такі моделі у спеціальних лабораторіях на дослідницьких стендах. Потреба у них виникає тоді, коли певні властивості об'єкта моделювання складно або неможливо реалізувати предметно.

Своєю чергою, серед інформаційних моделей розрізняємо мисленнєві та моделі-дані (рис. 2). Мисленнєві моделі постають у вигляді образів, які сформовано в уяві людини як результат споглядання, роздумів, умовиводів тощо, а моделі-дані – це мисленнєві моделі, зафіксовані фізично тим чи іншим способом. Між моделями обох типів існує взаємовплив: те, що сформувалося в уяві, може бути зафіксовано; і те, що зафіксовано, впливає на точність формування образів.

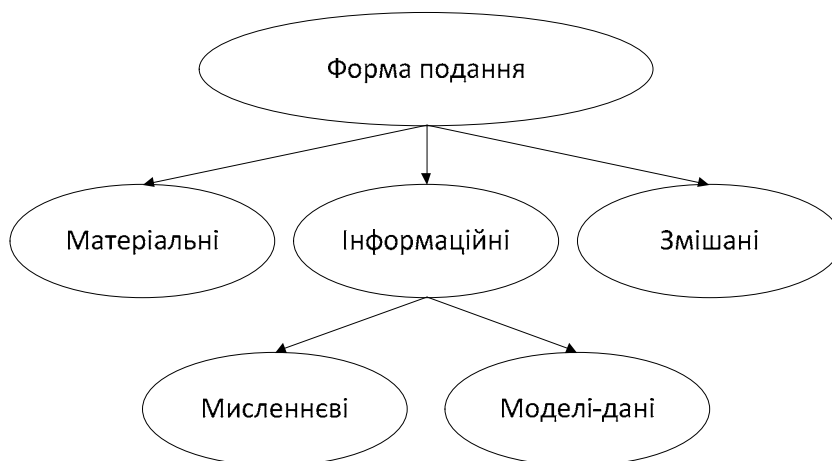


Рис. 2. Типи моделей за способом подання

Моделі-дані класифікуватимемо за такими ознаками (рис. 3): предмет і засоби моделювання та спосіб реалізації. За предметом моделювання інформаційні моделі поділяємо на структурні, змістовні та структурно-змістовні. Структурні моделі описують структуру, а змістовні – якісно-кількісні властивості об'єкта моделювання; структурно-змістовні – і перші, і другі.

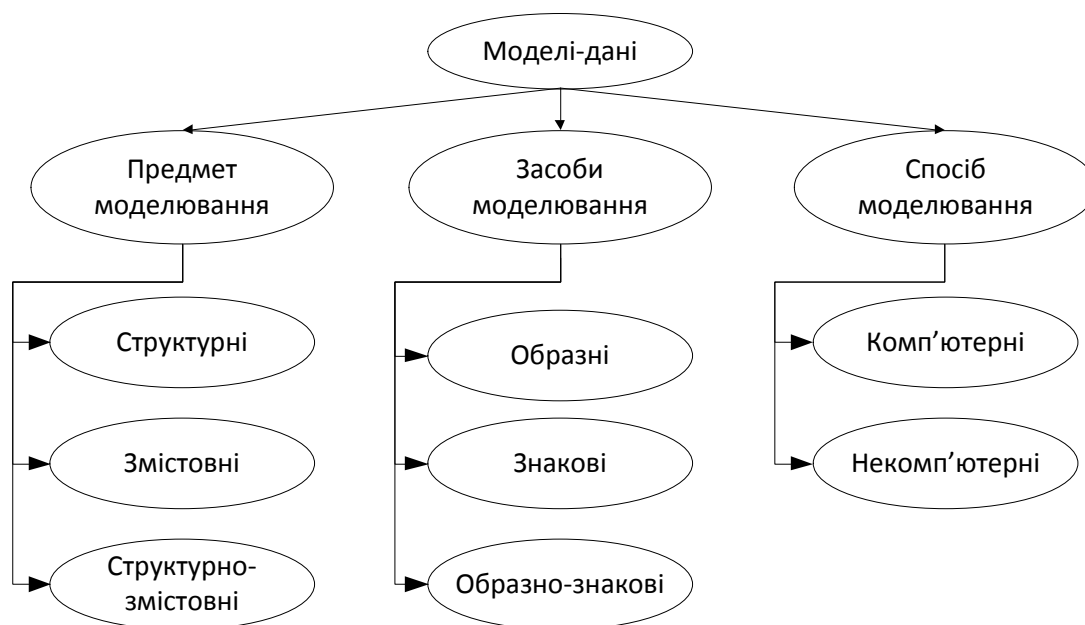


Рис. 3. Класифікація моделей даних

За засобами моделювання серед моделей-даних розрізняємо образні, знакові та образно-знакові. Для побудови образних моделей (рисунок, схеми, карти, фотографії тощо) застосовують, здебільшого, зображальні засоби. Для подання знакових моделей використовують мови – природні та формалізовані (штучні мови, які використовують спеціально створені набори графічних зображень, знаків, символів, однозначних термінів і висловлювань, мають строго регламентований синтаксис та визначені особливі оператори [13, с. 232]). Серед знакових моделей особливе місце займають вербальні (словесні, описові) моделі, які подають словесний опис об'єкта дослідження, та математичні, за допомогою яких об'єкт дослідження описують найстрогіше і які, врешті-решт, є основним засобом моделювання у науковому пізнанні. На думку автора, вербальна компонента властива будь-якій знаковій моделі, адже якось необхідно пояснити семантику знаків, а це найкраще зробити словесно.

За способом моделювання моделі-дані поділяють на комп'ютерні та некомп'ютерні (реалізовані відповідно до типу традиційними засобами у докомп'ютерний час). Комп'ютерне моделювання займає особливе місце серед методів наукового пізнання. Його можна розглядати як реалізацію всіх типів інформаційного моделювання, у якому об'єкти дослідження замінені логічним аналізом, що його можна виконувати в термінах предметної галузі дослідження. Комп'ютерне моделювання з успіхом використовують як у природничих, так і в гуманітарних галузях знання, особливо тих, які складно формалізувати. Комп'ютерні засоби значно розширили можливості моделювання, починаючи від природних і соціальних явищ чи процесів та закінчуючи різними формами психічної й інтелектуальної діяльності. Комп'ютерне моделювання позбавляє дослідника рутинної роботи та дає йому змогу сконцентруватися на меті дослідження, коректуванні методів і способів отримання адекватного знання про об'єкт. Для нього характерне поєднання емпіричних і теоретичних досліджень, утворення нового стилю мислення тощо.

За галуззю застосування розрізняють моделі навчальні, дослідні, науково-технічні, імітаційні та ігрові. До навчальних належать різні тренажери, наочні посібники, навчальні програми тощо. Дослідні моделі – це зазвичай зменшені або збільшені копії об'єкта дослідження. Їх використовують для дослідження майбутніх характеристик об'єкта. Науково-технічні моделі призначені для дослідження процесів та явищ. Імітаційні моделі не просто відображають реальність, а імітують її з

тим чи іншим ступенем точності. Здебільшого їх використовують для оцінювання наслідків певної дії на реальне середовище, об'єкти тощо. Як правило, суть використання зводиться або до багатократного повторення експерименту, або до проведення експерименту з багатьма об'єктами-моделями, але у різних умовах. Ігрові моделі (військові, спортивні, ділові тощо) відтворюють реальність за допомогою гри.

За галуззю знань моделі поділяють відповідно до погляду науки, яка досліджує об'єкт – на фізичні, хімічні, біологічні, інженерні тощо. Це означає, що для того самого об'єкта реальності можна побудувати декілька різних моделей.

За часовим чинником моделі поділяють на статичні та динамічні. Статичні моделі описують об'єкт дослідження у конкретний момент часу, а динамічні – зміну об'єкта впродовж певного періоду.

Зазначимо, що чистих моделей конкретного типу за будь-якою класифікаційною ознакою практично не існує. Тому зараховувати модель до того чи іншого типу слід за домінуючими ознаками.

### **Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**

Моделювання належить до основних методів наукового пізнання.

Модель – це система-репрезентант, аналіз якої слугує способом отримати інформацію про іншу систему.

Модель має такі ознаки: це річ; це система; має цільове призначення; завжди простіша за оригінал; це засіб отримання нової інформації про прототип; дослідження моделі має деякі переваги над безпосереднім дослідженням прототипу; її створює або усвідомлено шукає у природі людина; має гомоморфний образ, ізоморфний гомоморфному образу прототипу.

Класифікувати моделі можна за такими основними критеріями: субстратом реалізації; галуззю застосування; часовим чинником; галуззю знань.

За субстратом реалізації розрізняють матеріальні, інформаційні та змішані моделі. Матеріальні (предметні, фізичні) моделі відображають наочні властивості об'єктів у реальному матеріальному об'єкті-копії. Інформаційні (абстрактні моделі) описують властивості та стани речей, їх взаємозв'язок із зовнішнім світом та відповідають поточним знанням людини про об'єкт моделювання.

Інформаційні моделі поділяємо на мисленнєві та моделі-дані. Мисленнєві моделі постають у вигляді образів, що сформовані в уяві людини як результат її споглядання, роздумів, умовиводів тощо, а моделі-дані – це мисленнєві моделі, зафіксовані фізично тим чи іншим способом.

Моделі-дані класифікують за предметом і засобами моделювання та способом реалізації.

За предметом моделювання інформаційні моделі ділимо на структурні, змістовні та структурно-змістовні. Структурні моделі описують структуру, а змістовні – якісно-кількісні властивості об'єкта моделювання.

За засобами моделювання розрізняють моделі-дані образні, знакові та образно-знакові. Серед знакових моделей особливе місце займають вербальні (словесні, описові) моделі, що подають словесний опис об'єкта дослідження, та математичні, за допомогою яких об'єкт дослідження описують найстрогіше і які, врешті-решт, є основним засобом моделювання у науковому пізнанні.

За способом моделювання моделі-дані поділяють на комп'ютерні та некомп'ютерні (реалізовані відповідно до типу традиційними у докомп'ютерний час засобами). Сьогодні комп'ютерне моделювання займає чільне місце серед методів наукового пізнання.

За галуззю застосування моделі поділяють на навчальні, дослідні, науково-технічні, імітаційні та ігрові.

За галуззю знань моделі класифікують відповідно до наукового підходу дослідження об'єкта.

За часовим чинником моделі поділяють на статичні та динамічні. Статичні моделі описують об'єкт дослідження у конкретний момент часу, а динамічні – зміну об'єкта впродовж певного періоду.

Зазначимо, що чистих моделей конкретного типу за будь-якою класифікаційною ознакою практично не існує. Тому модель зараховують до того чи іншого типу за домінуючими ознаками.

1. Бибик С. П. *Словник іноземних слів: тлумачення, словотвір та слововживання* / С. П. Бибик, Г. М. Сютя. – Харків: Фоліо, 2006. – 623 с. 2. Ганич Д. І. *Словник лінгвістичних термінів* / Д. І. Ганич, І. С. Олійник. – К.: Вища школа, 1985. – 360 с. 3. *Економічний термінологічний словник-довідник*: [уклад. А. Бабенко та ін.]. – Дніпропетровськ, 2013. – 460 с. 4. Каменская О. Л. *Текст и*

коммуникация / О. Л. Каменская. – М.: Высшая школа, 1990. – 151 с. 5. Концептуальные модели информатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.stankin.ru/science/postgraduate-study-and-doctoral-studies/05.13.17.%20Концептуальные%20модели%20информатики.pdf> 6. Корешкова И. А. История математического моделирования и технологии вычислительного эксперимента // Научные исследования в образовании. – 2009. – № 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-matematicheskogo-modelirovaniya-i-tehnologii-vychislitelno-eksperimenta> 7. Кульчицький І. М. Технологічні аспекти укладання корпусів текстів / І. М. Кульчицький // Дані текстових корпусів у лінгвістичних дослідженнях: монографія / В. А. Широков, І. В. Шевченко, А. П. Загітко та ін.; за ред. О. П. Левченко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – С. 29–45. 8. Лекции.нет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lektcii.net/1-68925.html> 9. Лосев А. Ф. Введение в общую теорию языковых моделей / А. Ф. Лосев : под ред. И. А. Василенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 296 с. 10. Мельчук И. А. Опыт теории лингвистических моделей “Смысл ↔ Текст”. Семантика, синтаксис / И. А. Мельчук. – М.: Наука, 1974. – 314 с. 11. Мишанкина Н. А. Специфика метафорического моделирования научного дискурса / Н. А. Мишанкина // Вопросы когнитивной лингвистики. – 2010. – № 1. – С. 37–46. 12. Петрушенко В. Л. Філософія знання: онтологія, епістемологія, аксіологія: монографія / В. Л. Петрушенко. – Львів: Ахілл, 2005. – 320 с. 13. Петрушенко В. Філософський словник: терміни, персоналії, сентенції / В. Петрушенко. – Львів: Магнолія 2006, 2011. – 352 с. 14. Петрушенко Віктор. Філософія (вступ до курсу, історія світової та української філософії, фундаментальні проблеми сучасної філософії): навч. посіб. / Віктор Петрушенко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 596 с. 15. Сеницын О. Н. Компьютерное моделирование как метод научного познания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.disserscat.com/content/компьютерное-моделирование-как-метод-научного-познания> 16. Словник української мови [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://sum.in.ua/> 17. Соціологічна енциклопедія: [1700 статей / уклад. О. Яременко та ін.]. – К.: АКАДЕМВИДАВ, 2008. – 455. 18. Стакун Г. А. Место и роль моделирования в системе научного и художественного познания: дис. ... канд. филос. наук : 09.00.01 / Стакун Герман Альфредович. – Чебоксары, 2010. – 122 с. 19. Уёмов А. И. Вещи, свойства и отношения / А. И. Уёмов. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1963. – 184 с. 20. Уёмов А. И. Логические основы метода моделирования / А. И. Уёмов. – М.: Мысль, 1971. – 311 с. 21. Федотова О. С. Когнитивное моделирование как метод познания и изучения объекта в научных исследованиях / О. С. Федотова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gramota.net/materials/2/2015/4-2/57.html](http://www.gramota.net/materials/2/2015/4-2/57.html) 22. Філософський енциклопедичний словник: [1700 статей / уклад. В. Шинкарук та ін.]. – К.: Інститут філософії ім. Г. С. Сковороди НАНУ, 2002. – 742 с. 23. Формализация и моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://prezi.com/znhqaqinl21a/presentation/> 24. Широков В. А. Інформаційна теорія лексикографічних систем / В. А. Широков. – К.: Довіра, 1998. – 331 с. 25. Широков В. Лінгвістика і системний підхід / В. Широков // Людина. Комп'ютер. Комунікація: зб. наук. праць / за ред. О. П. Левченко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – С. 7–18 26. Штофф В. А. Моделирование и философия / В. А. Штофф. – М.: Наука, 1966. – 301 с. 27. Cambridge Dictionaries Online. Cambridge University Press, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dictionary.cambridge.org/> 28. Collins Dictionaries. HarperCollins Publishers, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.collinsdictionary.com/> 29. Das Wörterbuch Duden online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.duden.de/woerterbuch> 30. FREMDWÖRTERLEXIKON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wissen.de/fremdwort/modell> 31. Longman Dictionary of Contemporary English. Pearson Education Limited, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ldoceonline.com/> 32. Macmillan Dictionary Online. Macmillan Publishers Ltd, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.macmillandictionary.com/> 33. Merriam-Webster Online Dictionary. Merriam-Webster, Inc., 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.merriam-webster.com/> 34. Oxford English Dictionary Online. Oxford University Press, 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oed.com/> 35. sailor349 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/sailor349/home/3-naznaczenie-modelej> 36. The Concise Oxford Dictionary of Mathematics. Oxford University Press, 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.cortland.edu/matresearch/OxfordDictionaryMathematics.pdf> 37. The Oxford Dictionary of Philosophy. Oxford University Press, 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199541430.001.0001/acref-9780199541430> [ODP]