

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ІНШІ МЕТОДИ ПІЗНАННЯ ДІЙСНОСТІ

Розглянуто роль моделювання у пізнанні фактів дійсності, досліджено окремі аспекти його методології в частині застосування законів і закономірностей та особливостей реалізації наукових методів пізнання в ході моделювання.

Показано схему застосування методу моделювання при пізнанні дійсності

Постановка проблеми. Моделювання є одним із найбільш вживаних методів пізнання дійсності. Він займає чільне місце серед інших філософських методів наукових досліджень, активно застосовується в усіх видах людської діяльності при її плануванні, веденні, оцінці результатів. Моделювання є основним методом набуття знань в усіх сферах діяльності як при навчанні в освітніх закладах, так і при самопідготовці.

Розвиток людства, який проявляється в ускладненні суспільних та економічних відносин, знаходить своє найбільш повне вираження у здібності людини створювати моделі природних явищ, понять та об'єктів. Усі оточуючі нас матеріальні об'єкти первісно створювались в уяві людей, які їх вигадали та виготовили. Все створене людиною, що нас оточує, є результатом застосування методу моделювання по відношенню до природних ресурсів, а суспільні відносини, які склались на сьогодні, є наслідком моделювання суспільної поведінки кожним з нас.

Моделювання в житті людини проявляється як свідомо, так і несвідомо, що зумовлюється характером людської діяльності. В ході пошукового процесу пізнання оточуючих об'єктів, у людини виробляються уявлення про ті чи інші їх властивості, взаємозв'язки між ними. Результатом такого процесу, як правило, є викладення отриманої інформації про факти дійсності у формі мовних письмових чи усних описань, малюнків, графіків, формул, макетів, пристроїв. Зазначені способи описання є несвідомим створенням моделей реально існуючих об'єктів, явищ чи процесів.

Якщо діяльність людини носить продуктивний характер, тобто пов'язана зі створенням нових матеріальних об'єктів, організацією соціальних чи економічних відносин, тоді застосування методу моделювання носить свідомий характер і передбачає попереднє створення моделі того об'єкту чи процесу, який передбачається створити.

Моделювання виступає особливою формою опосередкування зв'язків у трьох найважливіших сферах людської діяльності: техніці, експерименті і теоретичному пізнанні.

Застосування методу моделювання здається на перший погляд простим, адже людина застосовує його з самого початку свого життя: дитячі іграшки є моделями реально існуючих об'єктів, фотознімки відображають вигляд місцевості або людини, шкільні програми фізики, алгебри, геометрії включають переважну роботу з математичними моделями, що відображають фізичні явища, їх властивості та процеси в них, та геометричними образами фігур, математичним описанням властивостей чи поведінки явищ.

Моделювання є методом пізнання, за якого теоретичне або практичне дослідження об'єкта здійснюється опосередковано через побудову та вивчення допоміжного штучного або натурального аналогічного йому об'єкта, який знаходиться у певній об'єктивній відповідності з пізнавальним об'єктом, здатен замішувати його на певних етапах пізнання і дає в результаті його дослідження інформацію про сам об'єкт, що моделюється [1, с. 134; 5, с.35-36; 11, с. 31].

Отримані в результаті моделювання вихідні дані переносяться за відповідними правилами на досліджуваний об'єкт, який називають "оригіналом", а об'єкт, що його заміщує в ході дослідження і є умовним образом об'єкту, що формує уявлення про нього в деякій формі, відмінній від реального існування цього об'єкта, є способом відображення процесів, які відбуваються в реальному об'єкті, – "моделлю" [2, с. 10; 5, с.35-36; 7, с.7].

Розвиток людства, його суспільних та економічних відносин, розвиток техніки і технологій зумовлюють постійне ускладнення процесу моделювання і змісту створених моделей.

Поява нових явищ і процесів у суспільному житті вимагає постійного удосконалення теоретико-методичних засад моделювання, наукового обґрунтування видів моделей, що розробляються або потребують розробки. До сьогодні відсутня єдина класифікація моделей, яка б носила універсальний характер, не розглядається специфіка типології моделей у спеціальних галузях знань. Недостатньо вивчені вимоги, що повинні висуватися до процесу моделювання та його результатів, лише в окремих працях вказується на необхідність врахування передумов застосування методу моделювання, які забезпечують його ефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування у процесі моделювання принципу аналогії усього існуючого, забезпечує зростаючі потреби людства у пізнанні навколишньої дійсності. Встановлення об'єктивної подібності у тому чи іншому розумінні між досліджуваним явищем чи процесом (оригіналом) та його моделлю дозволяє з тим чи іншим ступенем повноти імітувати структуру, властивості, поведінку оригіналу.

Основна роль моделювання полягає у створенні умов для вивчення явищ чи процесів, що є недоступними для безпосереднього спостереження за ними, або у тих випадках, коли можливості експериментування над об'єктами є обмеженими. Столяров І.А. у цьому зв'язку посилається на знамениту модель атома фізика з Данії Нільса Бора, реального прототипу якої ніхто не бачив, та вивчення економіки країни або окремих її частин, які не існують реально, адже виражають відносини між людьми [9, с. 58-59]. Івашевський Л.І. говорить про те, що модельний експеримент дуже вигідно відрізняється від звичайного прямого експерименту, який не завжди можна застосувати, наприклад, у геології. При цьому моделювання дозволяє враховувати як якісну, так і кількісну специфіку об'єкта [1, с. 135].

Вирішальну роль моделювання відіграє при розробці теорії об'єктів, структура і поведінка яких безпосередньо людині не доступні повністю або у певній мірі не підлягають прямому спостереженню чи експериментуванню, а також, коли існуючі теоретичні напрацювання не можуть пояснити або передбачити стан явищ або хід процесів [1, с. 134-135; 11, с. 32].

Це свідчить про те, що моделювання в окремих випадках є єдиним способом представлення певної системи через відтворення її суттєвих ознак, імітування оригіналу для заміщення складного та важкодоступного об'єкта більш простим і доступним. Таким чином, на науковому рівні моделювання забезпечує розвиток теоретичних засад галузей знань, на практичному рівні – пізнання оточуючого середовища.

Наведені можливості методу моделювання обумовили його широке використання в області природничих наук для моделювання атомного ядра, хімічної будови речовин, електромагнітних полів. В області економічної науки, як зазначає В.С. Німчинов, важливішу роль зіграло створення К. Марксом моделі розширеного відтворення [6, с. 28-29].

Сучасний розвиток методу моделювання відбувається у напрямі побудови математичних моделей для дослідження економічних явищ та процесів. Економіко-математичні моделі зв'язують воедино економічні показники і характеризують істотні параметри для вирішення економічних задач.

Рядом авторів звертається увага на виконання методом моделювання таких важливих завдань [1, с. 134-135; 5, с.36; 7, с.8; 9, с.59; 10, с.81-82]:

- 1) чітке відображення об'єкта вивчення – представлення існуючої про об'єкт інформації в упорядкованому вигляді;
- 2) пояснення та ілюстрування окремих властивостей та важких залежностей за допомогою простих, наочних засобів і матеріальних процесів;
- 3) отримання нової інформації про властивості оригінала – пізнання його суті, структури, поведінки;

4) формування прогнозів про стан об'єкта дослідження у майбутньому та можливі зміни у цьому стані;

5) здійснення практичної перевірки гіпотез і теорій, що виникають у ході дослідження;

6) перевірка наслідків реалізації явищ та процесів, або зміни їх стану, забезпечення вибору оптимальних рішень, попередження прийняття неефективних рішень;

7) забезпечення процесу набуття нових знань та вмінь.

Об'єктом моделювання є конкретні та абстрактні об'єкти, явища і процеси, що становлять інтерес людини в ході її пізнавальної чи продуктивної діяльності.

Предметом моделювання можуть виступати зовнішня та внутрішня будова об'єктів, суть явищ та процесів, внутрішні та зовнішні зв'язки між складовими об'єктів та самими об'єктами, дійсний та майбутній стан об'єктів, процесів чи явищ, їх поведінка у певному середовищі та наслідки такої поведінки.

Мета дослідження. У зв'язку зі зростаючою роллю моделювання дослідити окремі аспекти його методології в частині застосування законів і закономірностей розвитку явищ та показати особливості реалізації наукових методів в ході моделювання при пізнанні людиною дійсності.

Виклад основного матеріалу. Застосування методу моделювання вимагає дотримання цілого ряду об'єктивних законів і закономірностей розвитку явищ та процесів, порушення яких нівелює здатність моделі замінювати оригінал, бути його прототипом.

Моделювання розглядається у філософії як один з методів наукових досліджень, проте побудова моделі та робота з нею також повинні здійснюватись на основі застосування загальних наукових методів досліджень, про що, на жаль, не вказується у переважній більшості робіт з питань моделювання. Є праці з філософії, у яких відсутнє посилання на метод моделювання як один з методів пізнання дійсності [4, с. 93-94; 8].

Чуев Ю.В. та Михайлов Ю.Б. називають серед передумов застосування моделювання такі об'єктивні передумови як імітація оригінала, аналогія, подібність, ізоморфізм, індукцію, дедукцію, порівняння та абстрагування [10, с. 81-83]. Крім цього автори вказують на наявність передумов гносеологічного характеру: єдність інформаційно-відбивного і конструктивно-творчого моментів у пізнанні [10, с. 83-84].

Кобринський Н.Е., Маймінас Е.З., Смирнов А.Д. розглядають наукові методи досліджень разом з деякими вимогами до моделей як такі, що забезпечують ефективність моделювання, і називають серед них абстрагування, ідеалізацію, об'єктивність, точність, достовірність інформації, агрегування та спільність, адекватність [11, с. 36, 73, 195-196].

Німчинов В.С. наводить такі підходи до моделювання як побудова моделі, рухаючись від спостереження, від практики до теорії, а також йдучи назад – від

абстрактних теоретичних міркувань до конкретної реальної дійсності [6, с. 28]. Автор зазначає, що в процесі наукового дослідження модель може працювати також у двох напрямках: від спостереження реального світу до теорії і назад. Таким чином, побудова моделі, з одного боку, є важливою сходинкою до створення теорії, а з іншого – одним із засобів експериментального дослідження. Однак жодна модель не може замінити суворої наукової теорії [6, с. 28].

Зазначені категорії розкривають різні аспекти організації та здійснення процесу моделювання, серед яких можна виділити закони і закономірності, методи дослідження, вимоги до моделей.

Закони і закономірності, що застосовуються в моделюванні можуть носити *загальний* і *конкретний* характер. **Загальні включають** закони і закономірності відпрацьовані на рівні філософії: закони *асоціації* (здатності переходити від одних уявлень до інших на основі подібності, спільності, причин і наслідків [3, с. 125]), *розвитку явищ* (явища не залишаються незмінними, а, постійно розвиваючись, змінюють свої характеристики), *взаємозв'язку* (усі явища і процеси знаходяться у взаємозв'язку, за якого зміна одних явищ викликає зміни у інших, пов'язаних з ними), *достатньої підстави* (усі уявлення людини пов'язані між собою закономірно та апіорно задані за формою), *протиріччя* (неможливість притаманності та одночасно не притаманності однієї і тієї ж властивості одному об'єкту [3, с. 47]), *переходу кількісних змін у якісні і навпаки* (з накопиченням критичного обсягу явище здійснює стрибкоподібну зміну якісного змісту, що створює можливість для наступного накопичення кількості).

Спеціальні закони розкривають закономірності, обґрунтовані в межах спеціальних наук, і пов'язані з напрямками теоретико-прикладних досліджень: економічні, соціальні, технічні, природничі тощо.

Крім цього слід враховувати наявність **закономірностей індивідуального характеру**, що визначають специфіку конкретного об'єкта дослідження і впливають із суті досліджуваного явища.

Не дивлячись на те, що моделювання розглядається як самостійний метод наукових досліджень, його застосування засноване на використанні інших наукових методів пізнання: аналізу, синтезу, індукції, дедукції, аналогії, порівняння, абстрагування, ідеалізації, спостереження, експерименту, вимірювання.

Володіючи здатністю у процесі пізнання встановлювати характерні подібні риси явищ і процесів, людина застосовує наукові методи досліджень при розробці моделей та по відношенню до них в ході роботи з ними. Методи аналізу, синтезу, аналогії, індукції і дедукції дозволяють здійснювати перехід від знання про моделі до знання про реальні процеси і явища.

Порівняння і абстрагування подібних характеристик у різних явищах дозволяють перетворювати абстракції на самостійні предмети дослідження і конструювати з ідей та уявлень нові ідеї та уявлення.

Схема застосування методу моделювання при пізнанні явищ людського життя може бути представлена таким чином (див. рис. 1).

Кожен із зазначених наукових методів дослідження має свою суть, проте в процесі моделювання проявляється особливим чином.

Аналіз є процесом розкладення предмета на його складові частини. Метод моделювання активно використовує аналіз для уявного або фактичного поділу об'єкта дослідження на складові частини, сторони, ознаки, властивості, відношення з метою їх всебічного вивчення.

Однією з форм аналізу є класифікація предметів і явищ. Аналіз явища у процесі розвитку дозволяє встановити різні етапи проходження цього процесу, виявити суперечливі тенденції.

Проте логічним продовженням застосування методу аналізу є синтез отриманої інформації про складові об'єкта для отримання цілісного розуміння його змісту та причин поведінки. Метою аналізу є пізнання частин як елементів складного цілого. Синтез доповнює аналіз і перебуває з ним у нерозривній єдності.

Синтез є поєднанням отриманих при аналізі частин у ціле. Аналіз і синтез діалектично взаємообумовлені методи наукового пізнання. Вони відіграють важливу роль на всіх етапах моделювання. В операціях мислення аналіз і синтез виступають логічними прийомами мислення, що здійснюються за допомогою абстрактних понять.

Поділ цілого на складові частини дозволяє виявити будову об'єкта дослідження, його структуру, зв'язки між окремими складовими, відділити суттєве від несуттєвого, складне звести до простого.

Застосування методів *індукції* і *дедукції* у моделюванні розкривається авторами у філософському розумінні як слідування при дослідженні від конкретного до загального та від загального до конкретного. Таким чином, як зазначають Ю.В. Чуєв та Ю.Б. Михайлов, індукція забезпечує перехід від знання про одиничний об'єкт або явище до знання про клас об'єктів чи явищ, а дедукція – перехід від знання про клас об'єктів чи явищ до знання про одиничний об'єкт або явище [10, с. 83-84].

покладається дедуктивний підхід: збір широкого кола інформації про оточуюче середовище дозволяє виокремити специфічні риси окремих об'єктів та описати їх через моделі.

Аналогія як метод пізнання характеризує дослідження нетотожних об'єктів, які можуть призвести до істинних знань навіть тоді, коли модель та оригінал являють собою різні у якісному відношенні системи.

У філософському розумінні *порівняння* розглядається як метод, який дозволяє встановити подібність та відмінності між предметами та явищами дійсності. У результаті порівняння об'єктів виявляються властиві їм спільні риси, що, у свою чергу, забезпечує пізнання закономірностей та законів розвитку явищ.

Розробка моделі об'єкта здійснюється шляхом ідентифікації властивостей досліджуваного явища та перенесення їх на модель, зміна властивостей, структури, поведінка якої вивчаються. Таким чином, метод порівняння дозволяє встановити спільні риси моделі та оригінала і за поведінкою моделі вивчити поведінку оригінала.

Абстрагування у розумовій діяльності людини носить універсальний характер, адже кожен рух думки пов'язаний з процесом абстрагування або використанням його результатів. Суть абстрагування полягає в уявному відході від несуттєвих властивостей, зв'язків, відносин, складових досліджуваного об'єкта та в одночасному виділенні, фіксуванні однієї або декількох сторін, властивостей або відношень в об'єкті, що вимагають вивчення.

Метод абстрагування сприяє проникненню пізнання до суті явищ, руху пізнання від явища до його суті, дозволяє схематизувати цілісну рухому дійсність. Саме цей метод забезпечує глибоке вивчення окремих сторін об'єкта "у їх чистому вигляді", і тим самим проникати до їх суті.

Процес абстрагування є коротким моментом часу і переростає у процес відображення дійсності в її діалектичних взаємозв'язках та розвитку. Сучасна гносеологія розглядає абстрагування в органічній єдності з такими методами наукового пізнання як аналіз, синтез, узагальнення.

У дослідженнях соціального чи економічного характеру, в яких дуже важко або неможливо виділити певне явище або феномен у чистому вигляді, у випадках, коли обмежені можливості застосування лабораторних експериментів, метод наукової абстракції відіграє головну роль.

Кобринський Н.Е., Маймінас Е.З. та Смирнов А.Д. називають моделювання одним з різновидів методу абстрагування [11, с. 19]. Пінегіна М.В. звертає увагу на те, що модель будь-якого об'єкту відображає його основні характеристичні якості у деякій абстрактній формі [7, с. 7].

Процес побудови моделі об'єкта або явища, як правило, передбачає абстрагування від багатьох реальних властивостей об'єкта, та зосередження уваги на його основних властивостях, виходячи з цілей моделювання. Будь-яка модель за своєю природою є абстрактною і, відповідно, неповною, так як, виділення основних властивостей, що визначають закономірності поведінки об'єкта, вимагає абстрагування від інших властивостей. Разом з тим окремі автори вказують на те, що другорядні властивості, не дивлячись на свій відносно малий результуючий вплив, можуть не тільки визначати відхилення у поведінці об'єкта, але й вимірювати тенденцію зміни його поведінки [7, с. 8].

Метод *ідеалізації* з одного боку пов'язаний з використанням для пізнання ідеальних об'єктів, які не існують в дійсності, з іншого – є способом логічного моделювання, завдяки якому створюються ідеалізовані уявні об'єкти.

Ідеалізація пов'язана з “експериментом в уяві”, внаслідок якого з гіпотетичного мінімуму окремих ознак поведінки об'єктів відкриваються або узагальнюються закони їх функціонування. Результати застосування ідеалізації не є довільними, вони відповідають реальним властивостям об'єктів або надають їх інтерпретацію на підставі даних емпіричного пізнання.

Ефективність застосування ідеалізації визначається проведенням практичних випробувань та ступенем надійності даних для підтвердження ідеальної моделі. Значення ідеалізації у моделюванні підтверджується Н.Е. Кобринським, Е.З. Маймінасом, А.Д. Смирновим, які вказують, що допустима ідеалізація моделі необхідна для виявлення основних закономірностей процесу і для забезпечення можливостей практичного використання моделей [11, с. 36].

Спостереження є активним процесом пізнання людини, що спирається передусім на роботу органів її чуттів та предметну матеріальну діяльність. Організація спостережень передбачає їх плановірність, цілеспрямованість, активність та систематичність.

Як метод наукових досліджень спостереження дає первісну інформацію про навколишній світ. Найважливішою ознакою методу спостереження є відсутність втручання дослідника до процесу розвитку явища під час дослідження. Широкого застосування спостереження набуло у природничих науках, астрономії, демографії, соціології тощо.

Під час застосування методу моделювання дослідник здійснює фіксацію та реєстрацію властивостей і зв'язків досліджуваного об'єкта у природних або

штучних умовах. Здійснення спостереження передбачає постановку та усвідомлення пізнавальної мети, а також фіксацію вихідних відомостей про об'єкт пізнання.

Структурними компонентами спостереження є: спостерігач, об'єкт дослідження або його модель, умови та засоби спостереження – технічні прилади, установки, знаряддя. Отримані в результаті спостереження дані аналізуються, класифікуються, на їх основі будуються схеми, таблиці, графіки, діаграми, що описують поведінку об'єкта.

Спостереження не є пасивним методом, у ньому реалізується активний характер пізнання: у цілеспрямованому характері спостереження, у наявності вихідної установки у спостерігача – що спостерігати, на які явища звертати особливу увагу, у вибіркового характері матеріалу, адже спостереження здійснюється за обмеженим числом об'єктів чи за їх моделлю, у виборі та конструюванні засобів спостереження та описі характеристик об'єкта.

Метод спостереження має деякі обмеження у застосуванні, оскільки за його допомогою можна зафіксувати лише окремі властивості і зв'язки об'єкта, але не можна розкрити їхньої природи, сутності, тенденцій розвитку. Разом з цим спостереження є надійним та ефективним методом пізнання, він є відносно простим і використовується у випадках, коли не можна застосувати інших методів, наприклад, експерименту.

Науковий *експеримент* є окремим випадком спостереження і передбачає втручання людини до природних умов існування предметів, відтворення певних сторін об'єктів, явищ чи процесів у спеціально обраних або штучно створених умовах з метою вивчення їх без супутніх впливів. Експеримент може носити натурний характер, якщо дослідник вивчає поведінку самого реально існуючого об'єкта, і модельний – якщо вивчається заміник об'єкта – його модель.

Експеримент широко застосовують у природничих науках, соціальній практиці для пізнання та управління суспільними процесами, в економіці для встановлення дії економічних законів.

Проведення експериментальних досліджень модельного характеру передбачає здійснення ряду пізнавальних операцій:

- 1) визначення мети експерименту на основі наявних знань про об'єкт;
- 2) розробки моделі об'єкта дослідження;
- 3) обґрунтування умов експерименту;
- 4) розробки принципів вивчення моделі, підготовки технічних засобів для проведення експерименту;

5) спостереження за поведінкою моделі, вимірювання та фіксації виявлених у ході експерименту властивостей моделі;

6) статистичної обробки результатів експерименту;

7) класифікації отриманих даних та порівняння характеристик моделі та оригіналу;

8) перенесення характеристик моделі на об'єкт дослідження, формування теоретико-практичних положень щодо суті об'єкта, його структури, поведінки, прогнозованого стану.

Вимірювання є точним пізнавальним засобом, що полягає у визначенні числового значення деякої величини за допомогою одиниці вимірювання, тобто вираженні однієї кількісної характеристики об'єкта через величину іншої однорідної з нею, прийнятої за одиницю виміру.

У моделюванні вимірювання застосовується як система фіксації та реєстрації кількісних характеристик досліджуваного об'єкта за допомогою різноманітних вимірювальних приладів та апаратів. Саме процес вимірювання характеристик моделі дає необхідну інформацію про досліджуване явище.

Висновки та пропозиції. Лише комплексне застосування розглянутих наукових методів пізнання у процесі моделювання забезпечує обґрунтованість отриманої інформації та можливість її застосування по відношенню до об'єкта дослідження. Одночасне врахування законів і закономірностей, що проявляються на різних рівнях пізнання, правильний порядок та методика застосування наукових методів дослідження забезпечують наукову обґрунтованість даних, що отримуються в ході моделювання, а також достовірність результативної інформації.

Крім наукової організації процесу моделювання, розробка моделі також повинна здійснюватись з урахуванням властивостей, притаманних моделям. Їх дотримання забезпечує необхідний ступінь відповідності моделі та оригіналу об'єкта дослідження.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Ивашевский Л.И.* Философские вопросы геологии (диалектика геологического знания). Изд. “Наука”, 1979. – 208 с.
2. *Кобелев Н.Б.* Практика применения экономико-математических методов и моделей/ Учебное практическое пособие. – М.: ЗАО “Финстатинформ”, 2000. – 246с.
3. *Кунцман П., Буркард Ф.-П., Видман Ф.* Философия: dtv-Atlas: Пер. с 9-го нем. изд. / Науч. ред. пер. В.В. Миронов. – М.: Рыбари, 2002. – 268 с.
4. *Лешкевич Т.Г.* Философия науки: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 272 с.
5. Методологические проблемы военной теории и практики. Изд. 2-е , дополн. и перераб. М.: Воениздат, 1969. – 512 с.
6. *Немчинов В.С.* Экономико-математические методы и модели. М.: Соцэкгиз, 1962. – 410с.
7. *Пинегина М.В.* Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие для студентов вузов экономических специальностей/ М.В. Пинегина. – М.: Издательство “Экзамен”, 2004. – 128с.
8. Предмет і проблематика філософії: Навчальний посібник / За заг. ред. М.А. Скринника, З.Е. Скринник. – Львів: Львівський банківський інститут Національного банку України, 2001. – 485 с.
9. *Столяров Игорь Анатольевич/* Математика и кибернетика в управлении. – М.: “Экономика”, 1973. – 79с.
10. *Чуев Ю.В., Михайлов Ю.Б.* “Прогнозирование в военном деле”. М., Воениздат, 1975 г. 279с
11. Экономическая кибернетика: Учебник для студентов вузов и фак., обучающихся по специальности “экономическая кибернетика” / Кобринский Н.Е., Майминас Е.З., Смирнов А.Д. М.: Экономика, 1982. – 408 с.