

Владислав Бойко,
ст. викладач Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка
Україна, м. Полтава

Щодо змістової характеристики поняття комп'ютерного геометричного моделювання

У статті розглянуті поняття «моделювання» та «геометричне моделювання», надане визначення поняттю комп'ютерного геометричного моделювання та виділені його ознаки.

Ключові слова: модель, моделювання, геометричне моделювання, комп'ютерне геометричне моделювання.

Побудова моделей властива природі людської діяльності. Не існує такої галузі науки та техніки, у якій би не застосовувалося моделювання. Аналіз сучасних наукових праць свідчить про широке використання моделювання як одного з основних методів пізнання, в тому числі в освіті. Методи моделювання та види моделей, що використовуються в різних галузях у різні періоди їх розвитку різноманітні, що робить особливо актуальним аналіз їх пізнавальної природи. При розробці методики викладання графічних дисциплін, зокрема інженерної графіки, з використанням засобів комп'ютерного геометричного моделювання, насамперед, необхідно визначити гносеологічну та методичну сутність цього загальнонаукового методу пізнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні принципи моделювання, його методологічні і теоретичні основи досліджувалися у роботах К. Батороева, Б. Бірюкова, М. Вартофського, В. Венікова, Н. Вінера, Ю. Гастева, Б. Глинського, І. Новіка, В. Штоффа, А. Уємова та інших науковців. Дослідженню окремих теоретичних і методологічних аспектів геометричного моделювання у системі професійної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування присвячені роботи О. Джеджули, М. Козяра, Г. Райковської, В. Рукавишнікова,

М. Юсупової Т. Чемоданова та інші вчені. Проте, незважаючи на наявність великої кількості наукових праць з даної проблематики, з позицій графічної підготовки майбутніх інженерно-технічних фахівців дана категорія вивчена недостатньо.

Метою статті є визначення поняття та сутності геометричного моделювання на основі аналізу результатів загальнотеоретичних досліджень, щодо моделювання в філософії та педагогіці.

Виклад основного матеріалу. Змістове значення терміну моделювання нерозривно пов'язане з поняттям «модель». У філософії та методології наукового пізнання ці поняття розглядаються як універсальні гносеологічні теоретико-методичні категорії. Прийнято виділяти ідеальні (інші терміни: мисленнєві, уявні, умоглядні, інформаційні) і матеріальні (інші терміни: діючі, реальні, речові, предметні) моделі. Аналіз наукової літератури свідчить, що термін «модель» вживається насамперед як допоміжний об'єкт (або система) пізнання, який здатний дати нові знання про об'єкт (або систему) дослідження. Саме такий метод пізнання науковці [В. Веніков, Ю. Гастєв, І. Новік, В. Штофф, А. І. Уємов] називають моделюванням.

Виникнення моделювання пов'язують з використанням в давнину матеріальних зразків, речей або образів, які точно передавали співвідношення всіх частин оригіналу, що використовувалися в будівництві і виготовленні технічних засобів. Зразки, що подібні в якомусь відношенні з іншою річчю, мали назву «моделі» майже в усіх європейських мовах [1]. Саме слово «модель» походить від латинського слова «modulus», що означає міра предмета, зразок, норма, образ або подібність.

Як метод наукового дослідження, моделювання починає розвиватися із зародженням теоретичної науки спочатку в античну епоху, а потім у середньовічній філософії та науці. Це пов'язують з широким використанням ідеальних моделей, усі елементи та відношення яких зафіксовані у людській свідомості, і тому здатні відображати властивості реального світу або його фрагментів. Так, у атомізмі Левкіппа і Демокрита створюється модель

людського тіла, органічний рух якого пояснювався рухом неподільних шароподібних атомів, з яких складається душа людини. Модель хаотичного руху пилинок у сонячному промені як результат невидимих поштовхів атомів, описана Лукрецієм, була прообразом броунівського руху. Геоцентрична та геліоцентрична геометричні моделі сонячної системи Птолемея та М. Коперника стали першими точними науковими астрономічними теоріями.

У виразній формі моделювання починає широко використовуватися для вирішення практичних та теоретичних задач в епоху Відродження. Брунеллески, Мікеланджело та інші італійські архітектори і скульптори користувалися фізичними моделями проєктованих ними споруд. Цілком усвідомлено метод моделювання використовували у своїх фундаментальних і прикладних дослідженнях Г. Галілей, Леонардо да Вінчі, І. Ньютон, Кельвін, Дж. Максвелл, Ф. Кекул, А. Бутлеров та інші науковці. Поява ж перших електронних обчислювальних машин та формулювання основних принципів кібернетики Н. Вінером призвело до воістину універсальної значущості методу моделювання в науці та техніці [2]. Отже, на протязі усього історичного розвитку наукових ідей, моделювання, як особливий засіб і форма наукового пізнання ніколи не зникало.

Нині моделювання постає одним з найважливіших методів, властивих людському пізнанню в цілому, на основі якого будується як наукове, так і практичне знання, наряду з такими універсальними методами науково-пізнавальної діяльності як абстрагування, узагальнення, індукція, дедукція, аналогія, аналіз і синтез.

Починаючи з середини ХХ століття темою багатьох статей і книг у вітчизняній та зарубіжній філософській літературі стають проблеми моделювання в філософсько-гносеологічному й методологічному плані.

За цей час були зроблені суттєві кроки в дослідженні моделювання як метода пізнання, його зв'язків з іншими методами, в характеристиці гносеологічних функцій та специфіки різного роду моделей. Дослідниками було з'ясовано існування розбіжностей у трактовці й розуміння ряду філософських

питань моделювання. Однією з перших, опублікованою у 1945 році, була робота А. Розенблюта та Н. Вінера «Роль моделей у науці», у якій була викладена загальнонаукова концепція метода моделювання. Автори стверджують, що «жодна частина всесвіту не є настільки простою, щоб її можна було прийняти і керувати нею без абстракції. Абстракція – це заміна розглянутої частини всесвіту деякою її моделлю, моделлю схожою, але більш простої структури. Таким чином, побудова моделей формальних чи ідеальних (уявних), з одного боку, і моделей матеріальних з іншого, за необхідності займає центральне місце в процедурі будь-якого наукового дослідження»[2, с.171].

В методології наукового пізнання модель – це певний об'єкт-замінник об'єкта-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких істотних, з погляду дослідника, властивостей оригіналу. Заміщення одного об'єкта іншим, із метою здобуття інформації про найважливіші властивості об'єкта-оригіналу за допомогою об'єкта-моделі, називається моделюванням [4].

Поняття «модель» одне з центральних понять концепції історичної епістеміології. Цікаві міркування, в яких моделювання розглядається як природна властивість людської діяльності, наводить М. Вартофський. У його роботах модель розглядається як «конструкція, в якій ми розташовуємо символи нашого досвіду або мислення таким чином, що в результаті одержуємо систематизовану репрезентацію цього досвіду або мислення як засіб їхнього розуміння чи пояснення іншим людям», і наголошується, що «модель – це не просто і не тільки відображення або копія деякого стану справ, а й передбачувана форма діяльності, репрезентація майбутньої практики і освоєних форм діяльності» [5, с. 11]. Цим визначенням автор вказує на те, що використання моделей спонукає до рефлексивної діяльності.

В. Штоф під моделлю розуміє «таку мисленнево уявну або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт» [6, с. 22]. У своїх дослідженнях змістової характеристики даної категорії філософ наголошує на тому, що загальною властивістю усіх моделей є здатність,

в тій чи іншій мірі, відображати дійсність «у вигляді деякої окремої, конкретної, і тому більш-менш наочної, системи» [6, с.15]. Дане визначення мало велике методологічне значення, оскільки давало можливість застосування його до моделей, що приймаються як інтерпретації формалізованих систем. Недоліком цього визначення, на якому наголошував і сам автор, є те, що воно виключає цілу групу моделей, які грають дуже важливу гносеологічну роль. А. Уємов також критикує дане визначення і вважає, що в ньому охоплюється, і все те, що спочатку було відкинута, і наводить приклад терміну «теорія», яке на його думку теж підпадає під наведене визначення [7, с. 21].

У своїх працях В. Веніков також акцентує увагу на відображуючій функції моделі і вважає, що головна гносеологічна роль моделювання полягає у здійсненні будь-яким способом відображення або відтворення дійсності для вивчення наявних у ній об'єктивних закономірностей [8, с. 13]. І визначає модель як проміжну між пізнавальним об'єктом і суб'єктом, що пізнає, яка знаходиться у відношенні подібності до досліджуваного об'єкта (натури) [9, с. 3]. Слід уточнити, що автор під моделлю розуміє деяку структуровану систему (статичну або динамічну), яка дійсно подібна або розглядається в якості подібності, структурі іншої системи, причому ця властивість, на думку науковця притаманна усім моделям.

Найбільш вдалим, на нашу думку, є визначення надане І. Новіком і А. Уємовим, оскільки воно найбільш повно розкриває гносеологічну роль поняття «моделювання». Так, вчені під моделюванням розуміють опосередковане практичне або теоретичне дослідження об'єкта, при якому безпосередньо вивчається не сам об'єкт, що нас цікавить, а деяка допоміжна штучна або природна система:

- 1) знаходиться в деякій об'єктивній відповідності до об'єкта, що пізнається;
- 2) здатна заміщати його в певних відносинах;
- 3) дає при її дослідженні, в кінцевому результаті, інформацію про сам об'єкт, що моделюється» [10, с. 257–258].

Також вважаємо справедливими висновки К. Батороева щодо необхідності вважати результатом дослідження об'єкта на його моделі не нову інформація про об'єкт, а деякі знання про нього. Тобто доцільно замінити термін «інформація», яке вживають І. Новик, В. Штофф, А. Уємов та інші вченні при визначенні даної категорії, терміном «знання» [11].

У філософському словнику І. Фролова поняття «моделювання» подається як «відображення властивостей та відносин реального об'єкта на спеціально створеному для цього матеріальному або ідеальному об'єкті, який називається моделлю. Реальний об'єкт виконує роль прототипу, а відображаючий – моделі. Між реальним об'єктом та його моделлю повинна існувати відома подібність, аналогія чи схожість або в їх фізичних властивостях і відносинах, або в здійсненні визначених функцій, або в математичному описі їхньої поведінки. Моделювання ставить своєю ціллю перенести знання, отримані у процесі дослідження зразка, на його прототип, використовуючи для цього методи подібності й аналогії» [12]. На нашу думку, дане визначення повністю розкриває сутність моделювання як універсального методу наукового пізнання.

З наведених вище визначень можна прийти до висновку, що визначальними ознаками моделі у загальнотеоретичному плані є здатність:

- заміщати досліджуваній (той що вивчається) об'єкт (або систему);
- відображати об'єктивну реальність у наочній формі;
- знаходитись у відносинах однозначної взаємної відповідності до об'єкта, що пізнається (відома подібність, аналогія чи схожість або в їх фізичних властивостях і відносинах, або в здійсненні визначених функцій, або в математичному описі їхньої поведінки);
- давати при її дослідженні знання про сам об'єкт (або систему), що моделюється.

На сьогодні існує велика кількість різних модифікацій методів моделювання в залежності від сфери застосування, цілі дослідження та складу моделей, що використовуються. Широкого розповсюдження моделювання досягло і в педагогіці.

В педагогіці моделювання розглядається як процес відтворення характеристик одного об'єкта на іншому, спеціально створеному для їх вивчення, який орієнтований, передусім, на практичне застосування, хоча і не виключає використання моделей у теоретичних дослідженнях [13, с. 5]. Цей процес обумовлений спеціально визначеною метою і передбачає вивчення спеціально побудованої моделі для визначення або уточнення характеристик і раціоналізації способів заново сконструйованих об'єктів.

Геометричне моделювання є базовою функцією інженерно-конструкторської діяльності, яке широко використовується у професійній проектно-конструкторській діяльності й у системі професійної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування. Даний вид моделювання на сучасному етапі розвитку передбачає обов'язкове використання комп'ютерного моделювання.

Результати історико-логічного дослідження О. Джеджули [14, 17] та В. Рукавишнікова [15, с. 48] свідчать, що кожна принципова зміна методів геометричного моделювання відображає етапи розвитку геометричної науки: візуально-образне моделювання у формі малюнків, двовимірне моделювання двовимірних об'єктів (геометрія), двовимірне моделювання тривимірних об'єктів (нарисна геометрія), тривимірне комп'ютерне моделювання тривимірних об'єктів (комп'ютерна графіка), чотиривимірне моделювання чотиривимірних об'єктів (комп'ютерна анімація). Таким чином, можна прийти до висновку, що сьогодні геометричне моделювання нерозривно пов'язане з комп'ютерними системами, орієнтованими на розробку трьох-і чотиривимірних геометричних моделей об'єктів навколишнього середовища.

У визначенні, наведеному Г. Райковською і В. Головня, геометричне моделювання розуміється «сукупністю операцій і процедур, що включають формування геометричної моделі об'єкта та її перетворення з метою отримання бажаного зображення об'єкта і визначення його геометричних властивостей» [16]. Інші вчені розглядають дану категорію як створення геометричних об'єктів, що містять інформацію про геометрію виробу – функціональну і допоміжну, яка

використовується не тільки для отримання графічного зображення – двомірної геометричної моделі, але й для розрахунку різних характеристик об'єкта і технологічних параметрів його виготовлення[17]. Н. Голованов трактує геометричне моделювання як метод побудови математичної моделі, яка описує геометричні властивості реального або уявного об'єкта. Автор також наголошує, що процес взаємодії з математичною моделлю і її перетворення в візуально-графічну форму здійснюється за допомогою комп'ютерних технологій автоматизованого проектування. Завдяки цьому можемо побачити об'єкт, що моделюється, отримати його геометричні характеристики, виконати дослідження його фізичних властивостей шляхом постановки чисельних експериментів, внести необхідні зміни, підготувати виробництво і виготовити об'єкт [18, с. 9,470].

Погоджуємося з думкою В. Большакова, В. Тозика, А. Чагиної про те, що окрім відображення геометрії і форми, геометричні моделі містять візуальну і визначальну інформацію [19, с. 172].

І. Норенков розглядає комп'ютерну графіку і геометричне моделювання як підсистему, що займає центральне місце в машинобудівельних системах автоматизованого проектування. Процес конструювання в такій підсистемі передбачає створення геометричної моделі проектного рішення, можливість корегування її в інтерактивному режимі та виконання візуалізації проектного рішення [20].

В. Рукавишніков визначає геометричне моделювання як один з напрямків розвитку візуально-образного моделювання і розуміє під цим терміном «системоутворюючий розділ геометрії, що вивчає просторові форми, їх взаємодію, співвідношення і технологію створення геометричних моделей, що дозволяє здійснювати дослідження та виготовлення об'єкта моделювання» [15, с. 43]. У своєму дослідженні науковець ототожнює сучасну геометричну модель з комп'ютерною візуально-образною моделлю, яка є результатом інтеграції математичної й візуально-образної моделей за допомогою технологій тривимірної комп'ютерної графіки. Така модель має програмно-математичну

внутрішню складову й візуально-образну зовнішню, яка забезпечує діалог людини з цією моделлю. Слід зауважити, що автор наголошує на тому, що завдяки деяким властивостям фізичних моделей, комп'ютерна візуально-образна модель може використовуватися не тільки для отримання геометричних параметрів, але й для безпосереднього здійснення різних механічних та технологічних розрахунків [15, с. 54-55].

Результати досліджень.

Різноманіття визначень поняття геометричне моделювання свідчить про те, що навіть в одній і тій же галузі науки часто користуються різними дефініціями при визначенні однієї і тієї ж категорії. На нашу думку, це пов'язано з тим, що при введенні такого поняття автори керуються метою і завданням своїх досліджень, спираючись на конкретні властивості об'єктів дослідження.

Завдяки комп'ютерним технологіям автоматизованого проектування інженерно-конструкторська діяльність являє собою найбільш розвиненою областю застосування геометричного моделювання. Тож, з огляду на вимоги сьогодення, можна зробити висновок, що синонімом терміну «геометричне моделювання» в професійній проектно-конструкторській діяльності є «комп'ютерне геометричне моделювання».

Як пізнавальний процес комп'ютерне геометричне моделювання реалізується через інтерактивну систему проектування здатну взаємодіяти зі створюваною в ній геометричною моделлю. Внутрішню організацію геометричної моделі та її оточення складає програмно-математичне ядро цієї системи. Технологія створення моделей орієнтована передусім на практичне застосування, хоча і не виключає використання моделей у теоретичних дослідженнях.

Висновки. Таким чином, під комп'ютерним моделюванням будемо розуміти процес відображення властивостей та відносин реального або уявного об'єкта на спеціально створеній для цього комп'ютерній геометричній моделі, дослідження якої дає нам нові знання про цей об'єкт.

При подальшому дослідженні процесу комп'ютерного геометричного моделювання і використання його в системі професійної підготовки фахівців інженерно-технічного спрямування, будемо виходити з того, що загальною властивістю усіх геометричних комп'ютерних моделей є їхня здатність так чи інакше відображати визначальну інформацію (ідентифікація об'єкта і його структура), візуальну інформацію (зовнішній вигляд), інформацію про форму і точну геометрію (розміри, пропорції та ін.) та деякі фізичні властивості (вага, момент інерції та ін.) об'єктів, що моделюються.

Список літератури:

1. Frey G. Symbolische und ikonische Modelle / G. Frey // The concept and the role of the model in mathematics and natural and social sciences. – Dordrecht: D. Reddel Publishing Company, 1961. – P. 89–97.
2. Бирюков Б. В. Моделирование / Б. В. Бирюков, Ю. А. Гастев, Е. С. Геллер // БСЭ. – 3-е изд. – М.: [б. в.], 1974. – Т.16. – С. 393–395.
3. Розенблют А. Роль моделей в науке / А. Розенблют, Н. Винер // Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. Л.: Наука, 1984, с. 171-175.
4. Шарапов О. Д. Поняття «моделі» та «моделювання» [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. Д. Шарапов, В. Д. Дербенцев, Д. Є. Семьонов // Економічна кібернетика. – К.: КНЕУ, 2004. – Режим доступу: <http://pulib.if.ua/part/2125>.
5. Вартофский М. Модели. Репрезентация и научное понимание / М. Вартофский; пер. с англ.. – Москва: Прогресс, 1988. – 507 с.
6. Штоф В. А. Моделирование и философия [Текст] / В. А. Штоф – М.: Наука, 1966. – 301 с.
7. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования / А. И. Уемов. – М.: Мысль, 1971. – 311 с.
8. Веников В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учеб. пособие для энерг. спец. вузов / В. А. Веников. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Высшая школа, 1976. – 478 с.

9. Веников В. А. О моделировании / В. А. Веников. – М.: Знание, 1974. – 63 с.
10. Новик И. Б. Моделирование и аналогия // Материалистическая диалектика и методы естественных наук [Текст] / И. Б. Новик, А. И. Уемов. – М.: Наука, 1968. – С. 265-293.
11. Батороев К.Б. Аналогии и модели в познании / К. Б. Батороев – Новосибирск: Наука, 1981. – 319 с.
12. Моделирование // Философский словарь / ред. И. Т. Фролова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Республика, 2001. – С. 338.
13. Павлютенков, Є. М. Моделювання в системі освіти (у схемах і таблицях) / Є. М. Павлютенков – Х.: Вид. група «Основа», 2008. – 128 с.
14. Джеджула О. М. Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Джеджула Олена Михайлівна ; Тернопільський національний ун-т ім. Володимира Гнатюка. Т., 2007. – 42 с.
15. Рукавишников В. А. Геометрическое моделирование как методологическая основа подготовки инженеров / В. А. Рукавишников. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. – 184 с.
16. Райковська Г. Геометричне моделювання – основа конструкторсько-технологічних здібностей / Г. Райковська, В. Головня // Нова пед. думка : наук.-метод. журн. – 2013. – № 1 ч. 2. – С. 68–70.
17. Романычева Э. Т. AutoCAD: Практическое руководство / Э. Т. Романычева, Т. И. Сидорова, С. Ю. Сидоров. – М.: Радио и связь, 1997. – 480 с.
18. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование : учебю для учреждений высш. проф. образования / Н. Н. Голованов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.
19. Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие / В. П. Большаков В. Т. Тозик, А. В. Чагина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.

20. Норенков И. П. Типы геометрических моделей [Электронный ресурс] / И. П. Норенков // Основы САПР. Режим доступа: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?do с =X1KMMUIOOK6UZNIZAZGO>.

Аннотация. В статье рассмотрены понятия «моделирование» и «геометрическое моделирование», дано определение понятию геометрического компьютерного моделирования и выделены его признаки.

Ключевые слова: модель, моделирование, геометрическое моделирование, компьютерное геометрическое моделирование.

Annotation. The article deals with the definitions of "modeling" and "geometrical modeling", defines of computer-aided geometric modeling and identified the main features.

Keywords: model, modeling, geometric modeling, computer-aided geometric modeling.

Інформація про автора: Бойко Владислав Анатолійович, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки, тел. (066)6669464, pinhas2@pochta.ru.