

Л. Г. ДРОТЯНКО

ФУНДАМЕНТАЛЬНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ ЗНАННЯ
ЯК СОЦІОКУЛЬТУРНА ТА ПРАКСЕОЛОГІЧНА
ПРОБЛЕМА

VI Р О З Д І Л

МЕТОДИ ІНФОРМАТИКИ І ПРОБЛЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА
ПРИКЛАДНИХ МЕТОДІВ

VI Р О З Д І Л

МЕТОДИ ІНФОРМАТИКИ І ПРОБЛЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ПРИКЛАДНИХ МЕТОДІВ

Широка комп'ютеризація сучасного пізнання та практики ставить перед науковим співтовариством якісно нові завдання, пов'язані з пошуком адекватних методологічних засобів подальшого розвитку науки. Одним з таких важливих інструментів стала нині досить нова технічна дисципліна - інформатика. Вона не ставить перед людством нових проблем, а допомагає розв'язувати вже поставлені завдання, але специфічними засобами. Головне завдання інформатики - більш ефективно обробляти та передавати інформацію за допомогою комп'ютерів у різних галузях науки, техніки, виробництва та повсякденному житті людей. Отже, вона має не лише наукове, але й соціокультурне значення, тому досить вживаним серед широких верств населення став термін "інформатизація", що в уявленні більшості людей пов'язується з використанням комп'ютерної техніки. Оскільки інформатизація, комп'ютеризація людської діяльності ґрунтується на використанні формалізованих штучних мов, головною проблемою є пошук і побудова адекватних моделей, за допомогою котрих здійснюється обробка певної інформації, інтерпретація її у символах відповідної мови. Тому не випадково проблемі інформаційного моделювання приділяється велика увага не лише з боку спеціалістів у галузі математики, але й філософів, лінгвістів, логіків та методологів науки тощо.

Особливого значення ця проблема набуває, коли йдеться про втілення наукових знань у практичну діяльність, тобто про об'єктивізацію фундаментального та прикладного знання. Як пише Ю.В.Сачков, "у наші дні відбуваються нові радикальні перетворення в структурі наукового методу, і ці перетворення зв'язані з стрімким входженням комп'ютерів у наукові дослідження.

Комп'ютери є щонайбільшим і удосконалюваним знаряддям, котре створене людиною нашого часу у її прагненні перетворити оточуючий світ" (Социальные и методологические проблемы информатики, вычислительной техники и средств автоматизации (Материалы "Круглого стола"). Часть вторая // Вопр. философии.- 1986.- № 10.- С.74). Цим методом стало моделювання.

§ 1. Інформаційне моделювання як метод розвитку наукового знання

Під моделлю у логіці та методології науки розуміють аналог (схему, структуру, знакову систему) певного фрагменту природної чи соціальної реальності, породження людської культури, концептуально-теоретичного утворення і т.д. - оригіналу моделі. З гносеологічної точки зору, мо-

дель – це “представник”, “замісник” оригіналу у пізнанні та практиці (Бирюков Б.В. Модель // Филос. энциклоп. словарь, с.382). Дослідженню поняття моделі та процесу моделювання присвятили свої наукові праці багато філософів та природознавців: К.Б.Батороев, Б.В.Бірюков, М.П.Бусленко, Є.С.Геллер, В.М.Глушков, С.К.Кліні, А.А.Ляпунов, Дж. Міллер, Р.Мак-Лоун, К.Є.Морозов, В.В.Налімов, І.В.Новік, В.С.Ратніков, А.Робінсон, А.А.Самарський, В.О.Штофф, Х.Шенк, У.Ешбі та інші. Вони досліджували різноманітні види і типи моделей, звідси випливає і різниця у визначенні моделі.

Зокрема, В.А.Штофф розглядає модель у широкому та вузькому смислах слова. Під моделлю у широкому смислі він розуміє мислено чи практично створену структуру, котра відтворює ту чи іншу частину дійсності у спрощеній (схематизованій чи ідеалізованій) і наочній формі. А у вузькому смислі термін “модель”, на його думку, застосовують тоді, коли хочуть за допомогою іншої, більш звичної, зобразити деяку область явищ, коли хочуть незрозуміле звести до зрозумілого (Штофф В.А. Моделирование и философия, с.8-9). В.С.Ратніков вважає, що термін “модель” частіше всього визначається функціонально. Тобто “він позначає об’єкт, здатний виконувати функцію допоміжного засобу для досягнення певної мети теоретика. Одні моделі теоретик створює як засіб аналізу, пояснення і розуміння реальних процесів; другі – як засіб строгої однозначної постановки задач теоретичної фізики; треті – як засіб імітації і модельного вивчення експериментально нездійснюваних процесів і т.д.” (Ратников В.С. Физико-теоретическое моделирование: основания, развитие, рациональность, с.64-65).

Загально визнано, що будь-яка модель бідніша за змістом від оригіналу, котрий вона репрезентує. Саме у цьому і полягає її як теоретико-пізнавальна, так і практична цінність. Наприклад, А.Є.Конверський досліджує введення моделі мови-об’єкту у логіку. У даному випадку ця модель “визначає “можливий світ” мови... При цьому можливі світи можуть відмічатися значеннями логічних термінів” (Див.: Конверский А.Е. Цит. твір, с.81). Як видно, у процесі пізнання та перетворення дійсності модель виконує дві функції: в одних випадках вона виступає як об’єкт вивчення, у інших – стає засобом дослідницької діяльності. Одним з видів моделей є математична модель, котра широко застосовується різними галузями науки і техніки. На відміну від матеріальних моделей, котрі відображають якісні характеристики процесів, що моделюються, математичні моделі, “по-перше, є кількісно-структурними за своїм характером і, по-друге, символічно-оперативними за своїм застосуванням” (Рузавин Г.И. Сущность математического моделирования // Филос. науки.- 1982.-№ 1.- С.62). Та це не єдині сутнісні характеристики математичної моделі.

За визначенням академіка А.А.Самарського, математична модель є “математичний образ” досліджуваного об’єкту.

Прообраз звільняється від "випадкових рис", з усіх зв'язків, котрі його характеризують, виділяються найбільш суттєві. Ці зв'язки записуються у вигляді рівнянь, котрі виражають фундаментальні закони природознавства, застосовані до даного об'єкту (Самарский А. Современная прикладная математика и вычислительный эксперимент // Коммунист.- 1983.- № 18.- С.34). А.Ю.Ішлинський визначає математичну модель як гомоморфний образ структури матеріального процесу (Ишлинский А.Ю. Взаимосвязь между фундаментальными и прикладными науками и практикой // Философские основания естественных наук.- М.,1976.- С.62). Р. Мак-Лоун вважає, що "математична модель є спрощенням реальної ситуації. Відчутне спрощення настає тоді, коли несуттєві особливості ситуації відкидаються і вихідна складна задача зводиться до ідеалізованої задачі, котра піддається математичному аналізу. Саме при такому підході у класичній прикладній математиці виникли блоки без тертя, невагомі, нерозтяжні нитки, нев'язкі рідини і багато інших понять подібного роду" (Мак-Лоун Р. Математическое моделирование - искусство применения математики.- М.,1979.- С.13).

Не дивлячись на деякі відмінності у визначенні математичної моделі, загальним для них є встановлення відповідності між елементами якогось реального предмету чи явища та елементами деякої математичної структури, тобто описання досліджуваного фрагменту дійсності за допомогою адекватної йому системи математичних рівнянь.

Математична модель виконує евристичну функцію. Так, існування багатьох явищ природи було підтверджене не експериментальним шляхом, а що називається "на кінчику пера". Ще у XVII столітті астроном і математик Е.Галлей вперше розрахував шлях комети, час та місце її появи на видимому небосхилі і вона з'явилася у зазначеному місці і в зазначений час. Її стали називати кометою Галлея. Шляхом вивчення математичних моделей вже у середині XX століття було відкрито багато елементарних частинок у фізиці.

Примітну особливість математичних моделей складає те, що одна й та ж модель може описувати властивості дуже далеких один від одного за своїм конкретним змістом реальних об'єктів. З цього приводу Дж.Максвелл писав: "Найбільш показовий той випадок, при котрому ми дізнаємося, що величини певної системи знаходяться у новій науці у тих же математичних співвідношеннях одна з одною, що й величини деякої іншої системи у старій науці, у котрій ця система була вже зведена до математичної форми і проблеми котрої були вже розв'язані математиками.

Так, коли Моссоті помітив, що Фарадей довів аналогічність деяких величин, що відносяться до електростатичної індукції у діелектриках, і деяких величин, котрі відносяться до магнітної індукції у залізі та інших тілах, він зумів скористатися математичними дослідженнями Пуассона, котрі відносяться до магнітної індукції, переклавши лише

їх з магнітної мови на мову електрики і з французької на італійську" (Максвелл Дж. Статті и речи, с.38). На цю здатність математичних рівнянь вказував і В.І.Ленін, коли зазначав, що "єдність природи виявляється у "вражаючій аналогічності" диференціальних рівнянь, котрі відносяться до різних галузей явищ" (Ленін В.И. Материализм и эмпири-окритицизм // Полн. собр. соч.- Т.18.- С.306).

Схожість математичної форми різних фізичних законів, підмічена ще у 1834 році Гамільтоном при порівнянні принципів Ферма і Мопертюї, була пізніше використана Максвеллом, котрий розробив у зв'язку з цим метод фізичної аналогії як плідний засіб дослідження, оснований на тотожності математичної форми різних законів природи, тобто законів, що описують різні форми руху матерії. Ця тотожність «не є випадковістю і не є результатом творчої діяльності інтелекту, а є не що інше, як вираження того об'єктивного факту, що у природі існують закономірності, котрі виражають загальний характер деяких форм руху» (Штофф В.А. Об особенностях модельного эксперимента // Вопросы философии.- 1963.- № 9.- С.46).

Одній ті ж математичні моделі у фундаментальній та прикладній математиці виконують різні функції. Якщо у фундаментальній математиці вони вивчаються самі по собі, безвідносно до явищ реальної дійсності, для встановлення загальних методів та алгоритмів розв'язання широкого кола задач, то у прикладній математиці вирішальне значення при дослідженні математичних моделей мають заключені в них кількісні характеристики цілком певних реальних предметів та явищ. При виборі чи побудові адекватної математичної моделі відповідного явища математичному дослідженню передує вибір фізичного наближення, тобто розв'язується питання про те, які фактори досліджуваного явища треба врахувати, а якими можна знехтувати. Лише після цього проводиться вибір математичної моделі, тобто наближене описання досліджуваного процесу у формі алгебраїчних, диференціальних чи інтегральних рівнянь. Істинність же математичної моделі підтверджується у залежності від того, наскільки точно, повно та адекватно виконуються умови відповідності між математичною моделлю та об'єктом котрий моделюється.

На відміну від математичної моделі змістовне словесне описання заключає у собі дані про фізичну природу та кількісні вирази досліджуваного об'єкту, про характер взаємодії між його різними властивостями, сторонами. Проте воно рідко має самостійний зміст. Частіше всього воно використовується при виборі тієї чи іншої математичної моделі. З точки зору гносеології перехід до побудови математичних моделей пов'язаний з виключенням абстракцій більш високого рівня загальності (Яновская С.А. Методологические проблемы науки.- М.,1972.- С.237-238). Та математична модель використовується у науці та практиці не стільки у якості об'єкту, скільки у якості засобу пізнання та перетворення об'єктивного світу. При цьому моделі

становлять ядро методу математичного моделювання. Моделювання розуміється як "метод дослідження об'єктів пізнання на їх моделях, котрий полягає у побудові та дослідженні моделей реально існуючих предметів і явищ (органічних та неорганічних систем, інженерних пристроїв, різноманітних процесів фізичних, хімічних, біологічних, соціальних) та об'єктів, що конструюються, для визначення або покращення їхніх характеристик, раціоналізації способів їх побудови, управління ними і т.п." (Бирюков Б.В. Моделирование // Филос. энциклоп. словарь, с.381). У залежності від виду моделей моделювання буває предметне, у ході якого дослідження ведеться на моделі, котра відтворює певні геометричні, фізичні, динамічні чи функціональні характеристики об'єкту, та знакове, при котрому моделями слугують схеми, формули тощо.

Частковим випадком знакового моделювання є математичне моделювання. Воно найбільш поширене у науці та практиці. За визначенням Г.І.Рузавіна, "у найбільш широкому смислі слова будь-який переклад реальних взаємозв'язків об'єктивного світу на мову математики є математичним моделюванням" (Рузавин Г.И. Сущность математического моделирования // Филос. науки.-1982.- № 1.- С.60). У вузькому ж смислі, як здається, математичне моделювання є метод добору адекватної математичної моделі досліджуваного об'єкту та її вивчення за допомогою електронно-обчислювальної машини.

Метод математичного моделювання передбачає низку складних процедур: 1) експлікацію математичної моделі, котра вводиться спочатку разом з новими рівняннями; 2) відображення цієї моделі на експериментально спостережувані взаємодії природних об'єктів; 3) співставлення системи "рівняння плюс модель" з даними досвіду; 4) перебудову первинної моделі, якщо одержана має невідповідність з досвідом; 5) конструктивне обґрунтування нової моделі; 6) нова перевірка досвідом системи "рівняння плюс їх нова інтерпретація" (Степин В.С. Становление научной теории, с.187).

В сучасних умовах розвитку людської цивілізації, коли неухильно удосконалюється технічний рівень комп'ютерної техніки і вони відіграють все більш вагомий, революційно-зростаючу роль у науці, техніці, виробництві, культурі в цілому, метод математичного моделювання переріс у метод математичного експерименту.

§ 2. Роль математичного експерименту у процесі переходу від фундаментального до прикладного в науці

Цей метод, котрий з'явився у математиці і був узятий на озброєння іншими дедуктивними науками лише в останні десятиліття поточного сторіччя, покликаний виконувати у системі кількісних методів особливу функцію, а саме - виступати засобом інтерпретації фундаментальних методів кількісного аналізу на область прикладних. Таким чином,

метод математичного експерименту стає однією з основних форм переходу від фундаментальних до прикладних кількісних методів.

Що ж таке математичний експеримент? Однозначної відповіді на це питання у літературі немає. У найбільш загальному вигляді експеримент – це один із загальнонаукових методів пізнання. Та на відміну від багатьох інших, він має важливе значення не лише для пізнання, але перш за все він виконує синезуючу функцію у взаємозв'язку науки і практики. Як справедливо зазначає В.І.Аршинов, експеримент, висловлюючись мовою філософії, повинен перетворити "річ в собі" у "річ для нас" (Аршинов В.І. Експеримент как форма научной практики //Материалистическая диалектика как общая теория развития: Диалектика развития научного знания.- М.,1982.- С.101-102). У процесі експерименту дослідник не залишається пасивним спостерігачем, а активно втручається у природу, сприяючи її перетворенню.

При цьому відбувається своєрідна інтерпретація зовнішнього світу на мову математичної моделі, котра слугує образом досліджуваного фрагменту об'єктивної реальності. У даному випадку важлива роль належить активній творчій діяльності суб'єкта. Будучи однією з форм практики, котра зв'язана з розвитком науки, експеримент характеризується, на думку В.О.Штоффа, наступними моментами: 1) активним відношенням людини до зовнішнього світу; 2) втручанням у явища, процеси зовнішнього світу та впливом на них за допомогою спеціальних засобів дослідження; 3) практичним реальним виділенням досліджуваних зв'язків та ізоляцією їх від інших, випадкових чи таких впливів, котрі їх заміняють; 4) відтворенням та необмеженим повторенням досліджуваних процесів у певних умовах; 5) планомірною зміною, варіюванням та комбінацією аж до створення таких процесів, котрі, у крайньому разі у даній формі, не існують в природі; 6) певною цілеспрямованістю та організованістю, що зводить до мінімуму елемент випадковості, несподіваності (Штофф В.А. Моделирование и философия, с.88).

Математичний експеримент як один з видів наукового експерименту також має вищезазначені характеристики. У

філософській та математичній літературі наводяться різні його експлікації. Вперше у науковий вжиток термін "математичний експеримент" був введений академіком В.М.Глушковим. Він писав, що цей метод наукового пізнання займає проміжне місце між класичним дедуктивним та класичним експериментальним методами дослідження. Його сутність полягає у тому, що експерименти проводяться не з самим об'єктом, а з його описанням на мові відповідного розділу математики, придатного для цієї мети. Математичний експеримент зв'язаний з величезною кількістю обчислювальних, логічних та інших елементарних операцій і тому його застосування можливе лише за допомогою комп'ютера (Див.: Глушков В.М. Математизация научного знания и теория решений //Вопр. Философии.- 1978.- №1.- С.28).

Своє тлумачення математичного експерименту дає акаде-

мік А.А.Самарський, розуміючи його як процес створення та вивчення математичних моделей досліджуваних об'єктів за допомогою ЕОМ. Він називає цей метод ще обчислювальним експериментом (Самарський А.А. Цит.твір, с.33). За його визначенням, математичний експеримент відбувається у п'ять етапів. На першому проводиться вибір математичної моделі. Другий полягає у побудові наближеного чисельного методу розв'язання задачі, тобто у виборі обчислювального алгоритму. На третьому здійснюється програмування цього алгоритму для ЕОМ. Четвертий етап - це проведення розра-
унків на ЕОМ. На п'ятому - проводиться аналіз одержаних чисельних результатів та наступне уточнення математичної моделі (Самарський А.А. Введение в численные методы.-М., 1982.-С.8-9). І тут постає питання про тип наукового знання, котре одержується на виході математичного експе-
рименту.

Результат математичного експерименту, виходячи із ви-
щезазначеного, очевидно, містить в собі як елементи ем-
піричного знання, але у своєрідній, математизованій формі, так і теоретичне знання, адже воно певним чином до-
ведене і обгрунтоване. Цю думку проводить А.М.Анісов. Але він не вважає цей метод проміжним, оскільки "на мові математики про математичні структури можна висловити або емпіричне, або доведене твердження" (Анісов А.М. ЭВМ и понимание математических доказательств // Вопр. философии.- 1987.- № 3.- С.33). З такою думкою не можна повністю погодитися, адже математичний експеримент навіть на-
ближено не можна віднести до емпіричного, бо тут йдеться про зв'язок не емпіричного та теоретичного знання, а про перехід від одного рівня теоретичного знання (з вищим рівнем фундаментальності) до іншого (з нижчим рівнем фун-
даментальності), а отже, про наявність у результатах ма-
тематичного експерименту елементів емпіричного знання мо-
жна говорити з великою долею умовності.

Математичний експеримент досить часто стає найефек-
тивнішим методом дослідження, коли натуральний експери-
мент чи інші наукові методи застосувати неможливо. Саме цей метод дозволяє "не йти по звичайному раніше шляху спрощення, нерідко надмірного, відповідних моделей, в ре-
зультаті чого вони ставали неадекватними або недостатньо точними, втрачалася принципово важлива інформація. Обчис-
лювальний експеримент дозволяє не лише уникати подібного спрощення, але й експериментувати самими моделями, змінюючи відповідні параметри" (Зуев К.А. Методологические и социальные проблемы компьютеризации // Вопр. философии.- 1988.- № 5.- С.46).

Проте у літературі, особливо монографічній, з філо- софських проблем математичного експерименту недостатньо уваги приділяється розкриттю місця, ролі та функцій цього методу у системі методів наукового пізнання та практики, у тім числі методів кількісного аналізу. Думається, що цінність даного методу полягає в тому, що він репрезентує не лише існуючий стан досліджуваного об'єкту, але й дина-

міку його розвитку, діалектично поєднує в собі зміст цього об'єкту до та після відповідного його перетворення. Математичний експеримент ґрунтується на ідеях фундаментальної математики, зароджується у її надрах, оскільки математична модель, котра виступає в якості ядра математичного експерименту, репрезентує, як уже зазначалося, систему рівнянь, вироблених у галузі фундаментальної математики: в теорії диференціального та інтегрального числення, інших розділах математичного аналізу, булевій алгебрі, теорії груп тощо. Тому метод математичного експерименту можна віднести до фундаментальних кількісних методів. Але можливість його практичного застосування стала реальною лише з розвитком обчислювальної, прикладної математики та могутньої електронно-обчислювальної техніки, створення на цьому ґрунті прикладних числових методів.

Більше того, саме проведення математичного експерименту базується на аналізі математичної моделі за допомогою числових методів. Останні виступають не стільки спосібом розкриття зв'язку у формульному вигляді, скільки "методами послідовних наближень до описання цього досліджуваного зв'язку. Вони визначають послідовність операцій над кількісними характеристиками моделі" (Стронгина Р.П. Гносеологические аспекты математического эксперимента // Филос. науки. -1983.- № 1.- С.39). Сутність же самого методу математичного експерименту також полягає у послідовному виконанні деяких операцій. Тобто він функціонує у даному випадку як прикладний метод кількісного аналізу. Зідси можна зробити висновок, що математичний експеримент репрезентує певний зв'язок фундаментальних та прикладних кількісних методів, за його допомогою відбувається взаємоперехід останніх один в одного. Можна припустити, що математичний експеримент виступає своєрідним синтезом фундаментальних та прикладних методів кількісного аналізу і в той же час однією з основних форм переходу від перших до других у процесі кількісних досліджень тих чи інших об'єктів дійсності.

Перетворюючись в сучасних умовах розвитку науки в один із загальнонаукових методів пізнання та практики, цей метод поєднується з універсальним методом діалектики. Він не тільки сприймає від останнього діалектичні ідеї, але й здійснює зворотній благотворний вплив на розвиток діалектики як методу пізнання та перетворення дійсності, поглиблюючи зміст її понять і категорій. При цьому математичний експеримент виступає в ролі специфічного критерію практики, оскільки, "по-перше, теоретичне знання у якихось фундаментальних своїх основах породжене практикою, є її опосередкованим узагальненням і втіленням усього людського досвіду, а не лише тією чи іншою історично обмеженою формою практики, і, по-друге, тому, що відбувається діалектичне обертання методу: теорія як вторинне відривається від конкретних форм суспільної практики і починає у найрізноманітніших ситуаціях випереджати їх"

(Горский Д.П. О критериях истины // Вопр. философии.- 1988.- № 2.- С.33).

У наявній літературі зазначається, що "методологічна сутність математичного експерименту полягає у тому, що він дозволяє безпосередньо встановити силу взаємодії факторів і тим самим значно скоротити загальну кількість дослідів" (Вовк С.Н. К вопросу о логико-гносеологических предпосылках математизации научного эксперимента // Проблемы развития познания.- Кишинев, 1981.- С.104). Проте методологічна функція даного методу полягає не лише в цьому.

Будучи загальнонауковим методом пізнання та практики, математичний експеримент пронизує всю систему кількісних методів, інтегрує їх. Як момент він містить в собі загальнонаукові методи: аналіз, синтез, індукцію, дедукцію та інші, а при використанні його у тій чи іншій науці він взаємодіє з конкретними методами цих наук. Окрім того, репрезентуючи людино-машинну систему, математичний експеримент сприяє прискоренню втілення результатів наукового пізнання у суспільно-історичну практику. За справедливим зауваженням М.Е.Омельяновського, «ідеї математичного експерименту якісно поглиблюють наше розуміння сутності емпіричного та теоретичного рівнів пізнання і співвідношення математики та філософії» (Омельяновский М.Э. Диалектика в современной физике.- М.,1973.- С. 304). Додамо, що ідеї цього методу здійснюють вплив на зближення понять та методів філософського, загальнонаукового та конкретно-наукового знання, а також його фундаментального та прикладного рівнів.

Математичний експеримент є не лише перехідною формою від фундаментальних до прикладних кількісних методів, але й виступає у якості засобу інтеграції наукового знання. Його інтегруюча сила забезпечується значними можливостями його абстрактності, котра дозволяє пізнавати якість через кількість, а також його широким застосуванням у зв'язку з останньою здатністю у різних галузях науки та практики. Адже, як показано вище, одна й та ж модель, котра використовується у математичному експерименті, може описувати цілий клас явищ, що належать до різних форм руху матерії.

На цій здатності кількісних методів наголошують С.Б.Кримський та В.І.Кузнецов, зазначаючи, що "математико-концептуальна структура наукових теорій допускає можливість їхньої інтерпретації, тобто опредметнення, на широкій (іноді дуже широкій) області об'єктів. Навіть така фізична теорія, як загальна теорія відносності, може інтерпретуватися і на предметній області фізики елементарних частинок, і у сфері явищ мегасвіту, тобто у сфері космогонічних процесів розвитку зірок та галактик" (Крымский С.Б., Кузнецов В.И. Цит. твір, с.40).

Деякі з представників західної філософії науки, зокрема, Д.Мур та Б.Рассел, прагнучи редуціювати кількісні методи до логічних методів, розглядали їх як щось зовнішнє по відношенню до змісту знань, як суб'єктивний форма-

льний засіб оперування зі змістом, відриваючи тим самим логіко-математичні методи від практичної діяльності людини, абсолютизували їх, не зв'язували з якісними особливостями досліджуваних явищ (див., наприклад: Рассел Б. Мое философское развитие // Аналитическая философия. - М., 1993. - С.20). З критикою редукціонізму в математиці виступив А. Пуанкаре. Він писав: "Хіба вся математика вичерпується правилами досконалої логіки? Це було б всеодно, коли б ми сказали, що все мистецтво шахового гравця зводиться до правил ходу пішаків..

..Вивчати закони... геометрії, котрі відчуюються, але словесно не формулюються - ось прекрасна задача для філософів, котрі не допускають, що логікою вичерпується все" (Пуанкаре А. Цит. твір, с.480). І далі зазначав: "Математичне поняття отримало цілком чисте і строге визначення, котре не викликає жодних вагань у чистій математиці. Але, коли ми його застосовуємо, наприклад, до фізичних наук, тут ми вже маємо справу не з цим чистим поняттям, але з конкретним предметом, котрий часто є лише грубим образом цього поняття" (Там само, с.484). Тобто видатний математик показує зв'язок математичних методів та якісної реальності, котру вони описують.

На цей зв'язок кількості та якості звертав увагу радянський математик А.М. Колмогоров, вважаючи, що "якщо кожен новий крок дослідження зв'язаний з залученням до розгляду якісно нових сторін явищ, то математичний метод відступає на задній план; у цьому випадку діалектичний аналіз всієї конкретності явища може бути лише затемнений математичною схематизацією" (Колмогоров А.Н. Математика // БСЭ. - Т.15. - С.468).

Математичний експеримент, як і будь-який інший кількісний метод, може мати об'єктивний зміст лише за умови, що він буде спиратися на матеріалістичну діалектику, тобто враховувати не тільки кількісні закономірності, котрі характеризують даний предмет лише з кількісного боку, але й узгоджуватися з найбільш загальними законами розвитку світу. Як підкреслював у цьому зв'язку В.В. Налімов, застосування математичного експерименту залежить від аналізу його вихідних передумов, від методологічно коректної постановки задачі, від вибору критерію оптимальності, а також від чіткого методологічного та логічного усвідомлення всіх операцій, на котрих ґрунтується стратегія експерименту (Налімов В.В. Теория эксперимента. - М., 1971. - С.157-161). Саме математичний експеримент як форма переходу від досить абстрактних фундаментальних кількісних методів до більш конкретних прикладних, і слугує тією ланкою, конктра зв'язує у єдину науку фундаментальну та прикладну математику, підкреслюючи єдність їх об'єкту та предмету, і тим самим допомагає розкрити сутність діалектичного принципу єдності світу у процесі математичного пізнання.

Не зовсім звичне поєднання термінів «математичний» і «експеримент» нерідко приводять до виникнення питання про

те, до чуттєвого чи раціонального рівня пізнання віднести метод математичного експерименту. Думається, що даний метод ґрунтується на діалектичному поєднанні чуттєвого та раціонального, теоретичного та емпіричного. У ньому синтезовані методи як теоретичного, так і емпіричного рівнів пізнання. Але оскільки математичний експеримент проводиться у межах кількісного аналізу, котрий ґрунтується на дедукції, даний метод правомірно віднести до методів теоретичного рівня пізнання.

Проте сама технологія застосування математичного експерименту залишається подібною до проведення експериментального методу взагалі. У науковому дослідженні не можна допускати однозначності у тлумаченні методу. Тут буде доречним привести застереження П.Фейєрабенда про те, що «ідея методу, котрий містить жорсткі, незмінні і абсолютно обов'язкові принципи наукової діяльності, наштовхується на значні труднощі при співставленні з результатами історичного дослідження. При цьому виявляється, що не існує правила – наскільки б правдоподібним і епістемологічно обґрунтованим воно не здавалося, – котре у той чи інший час не було б порушене. Стає очевидним, що такі порушення не випадкові і не є результатом недостатнього знання чи неухважності, котрих можна було б уникнути. Навпаки, ми бачимо, що вони необхідні для прогресу науки» (Фейєрабанд П. Избранные труды по методологии науки, с.153). Математичний експеримент і слугує такій меті, оскільки він виконує функцію «трансформації» наукового знання у практику.

Особливість його складає те, що він виступає формою опредметнення наукового знання, адже процес проведення математичного експерименту – це «конкретне відображення об'єктивного процесу пізнання – від моменту абстрагування до втілення отриманих знань у практику» (Самарський А.А. Современная прикладная математика и вычислительный эксперимент, с.34). Функцію «трансформації» математичного знання безпосередньо у практику метод математичного експерименту виконує тому, що в результаті його застосування не лише отримується очікувана формула, адекватна модель досліджуваного об'єкту. До його завдання входить також специфічний переклад одержаного результату з математичної мови на мову тієї науки, у сфері котрої проводиться експеримент і у котрій формулювалася вихідна задача. У цьому також виявляється і функція методу математичного експерименту як інтерпретації, але проведеної у зворотньому напрямку.

Одним з головних засобів проведення математичного експерименту є система сучасних числових методів та могутньої обчислювальної техніки. Без цих прикладних засобів опредметнення фундаментальних кількісних методів було б затрудненим, а то й просто неможливим. Тут характерною рисою аналізу математичних моделей є те, що ЕОМ обчислює величини, котрі задаються моделлю для відповідного моменту часу. Потім обчислюються значення цих величин для на-

ступного моменту часу і т.д. В результаті такого циклу розрахунків ЕОМ дозволяє досліднику «спостерігати» певну траєкторію розвитку явища, описуваного математичною моделлю високої складності. Діалог дозволяє швидко вносити зміни в модель, перевіряти різні варіанти гіпотез, а також поєднати можливості ЕОМ швидко виконувати точні обчислення з досвідом та інтуїцією дослідника (Див.: Стронгина Р.П. Цит. твір, с.39).

Іншою відмінною рисою застосування прикладних числових методів під час математичного експерименту є те, що вони, будучи наближеними, дозволяють отримати результат з будь-яким ступенем точності. За допомогою числових методів результат одержується не абсолютно точний, а наближений, оскільки «загальним для всіх числових методів є зведення математичної задачі до скінченновимірної» (Самарський А.А. Введение в численные методы, с.10), а також в силу того, що «вхідні дані вихідної задачі... завжди задаються з деякою похибкою» (Там само). Окрім цього, самі числові методи мястять в собі певну похибку. Проте ці моменти суттєво не впливають на розв'язання практичних задач, оскільки на практиці, як правило, не вимагається абсолютна точність обчислень, як скажімо, у сфері «чистої» математики.

Не лише ЕОМ та числові методи сприяють широкому впровадженню методу математичного експерименту. Сам цей метод у процесі досліджень отримує подальший розвиток, конкретизацію, обґрунтування тих чи інших його етапів і т.п. Це здійснює, у свою чергу, благодіючий вплив на виникнення нових числових та інших прикладних, а також фундаментальних кількісних методів. У цьому смислі правомірно говорити, що математичний експеримент виконує евристичну функцію не тільки по відношенню до тих наук, у котрих він використовується, але й по відношенню до розвитку самої математики. Тут доречно навести приклад того, як під час дослідження розподілу температур у магнітогідродинамічних генераторах за допомогою математичного експерименту у 1968 році було відкрите нове явище – виникнення високоелектропровідного шару, названого струмовим шаром, котре не могло бути відкрите шляхом натурального експерименту в силу неможливості створення значних магнітних полів, великих швидкостей протікання тощо.

Універсальність, синтетична функція методу математичного експерименту посилюють його гносеологічний статус тим, що при його участі відбувається зближення предмету дослідження різних наук, оскільки, як зазначалося вище, науковий метод не тільки похідний від предмету, але й становить відносно самостійний елемент науки з досить високим ступенем мобільності і тому здійснює зворотній вплив на розвитку предмету науки. Як зазначав В.І.Ленін, використання будь-якого наукового методу залежить «від форми самих предметів, котрі підлягають пізнанню» (Ленін В.И. Философские тетради, с.216), а коли за допомогою вірно обраного методу розкривається зміст предмету, тоді

"метод розгортається в систему" (Там само, с.211).

Метод математичного експерименту виявляє загальні закономірності, за котрими розвиваються різні науки, і тим самим він постає важливим засобом інтеграції наукового знання. П.Фейерабенд зауважував, що "один і той же експеримент підтверджує одну теорію і спростовує іншу" (Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки, с.445).

Це зауваження тим більше стосується математичного експерименту, оскільки "математика у найрізноманітніших своїх розгалуженнях відіграє досить важливу роль не лише як засіб описання явищ, але й як метод відшукування нових істин" (Федосеев П.Н. Диалектика современной эпохи, с.520). В цілому фундаментальні та прикладні кількісні методи є лише ланкою у єдиному ланцюгу наукового пізнання та втілення його результатів у практику. Метод математичного експерименту відіграє тут подвійну роль: по відношенню до фундаментальних кількісних методів він є прикладним, а по відношенню до прикладних виступає як фундаментальний метод, тобто є діалектичним поєднанням фундаментальних та прикладних кількісних методів.

Даний метод виконує важливу функцію у процесі наукового пізнання та практики, котру все ж таки не можна абсолютизувати, оскільки він обмежений рамками кількісного аналізу, хоча й застосовується з врахуванням якісної специфіки досліджуваних об'єктів.

Як зазначалося на міжнародній конференції «Філософія природознавства ХХ століття: підсумки та перспективи», постнекласична компонента сучасного наукового знання ставить все нові методологічні проблеми. Класичний аксіоматико-дедуктивний метод не може у повній мірі задовольнити запити сучасної науки, оскільки він не репрезентує ті якісні зміни, котрі відбулися і відбуваються у ній. Більш повно репрезентує ці зміни саме метод математичного експерименту, тому що він схоплює нелінійність, нестійкість, нерівноважність світу через здатність «програвати» зміни, що відбуваються, шляхом їхнього моделювання на ЕОМ (Див.: Международная конференция «Философия естествознания ХХ века: итоги и перспективы» // Вопр. философии.-1997.- № 10.- С.154).