
*В.М. Гвоздяк,
кандидат філософських наук,
доцент Ужгородського національного університету*

ПРОБЛЕМА ТЕОРЕТИЗАЦІЇ БІОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ ЇЇ МАТЕМАТИЗАЦІЇ

Питання математизації науки, починаючи з Галілея, ніколи не випадали з поля зору вчених і методологів, хоча їхні інтереси до цієї проблеми були різними. Філософія науки, наприклад, активно обговорювала питання математизації науки на рубежі ХІХ–ХХ ст. в комплексі з іншими гносеологічними питаннями природничо-наукового пізнання.

Філософію й методологію науки до аналізу цієї проблеми змушували переважно обставини, коли математизація науки вступала в нову фазу чи викликала необхідність перегляду усталеної гносеологічної й логіко-методологічної парадигми. Такими історичними фазами математизації можна вважати:

- використання засобів математики для формулювання законів природи (Галілей);
- формування природничих теорій, спроможних математично, точно й повно, описувати й передбачати спостережувані факти певної області природних явищ (Ньютон);
- власне математичне вираження й розвиток фізичних уявлень і фізичної теорії (П.Лагранж, Г.Герц, релятивістська й квантова фізики);
- революція й криза у фізиці кінця ХІХ – початку ХХ ст.;
- широке застосування математики в галузях природознавства, раніше практично не математизованих або таких, де можливості математизації досі вважали принципово обмеженими (хімія, біологія, гуманітарні й соціальні науки тощо).

Сьогоднішній інтерес до проблеми математизації науки можна вважати певною мірою підсумковим. Кінець ХХ ст. і початок ХХІ-го практично нічого принципово нового в розуміння математизації філософії науки не вніс, а більшість роз'яснень щодо математизації науки, досягнутих з ньютонівських часів до нашого часу, залишається в силі. Актуальним, правда, залишаються питання математизації наук, які з різних причин вважаються непридатними для цього (насамперед, біології), і аналіз загальних тенденцій застосування математики в конкретно-науковому пізнанні. Актуальним залишається питання про магістральний шлях математизації біології (завдяки розвитку теоретичної біології і формалізації її основних положень) і підготовка, таким чином, біології “зсередини” до сприйняття математичних понять і теорій; розвиток в математиці таких розділів і апарату, які були б адекватними для розв'язування проблем, що постають перед сучасною біологією.

Нині філософія науки готова дати відповідь на питання про форми використання математики в конкретно-науковому пізнанні (або про пізнавальні процедури, які пов'язані з використанням математики в цілях пізнання природи), а також про історичні етапи математизації природознавства [2; 8].

Принципова зміна місця й ролі математики в духовному житті та системі конкретно-наукового пізнання сталася після двох взаємопов'язаних і практично одночасних нововведень: розгортання експериментальних досліджень і математичного представлення (подання, репрезентації) зв'язків і відношень між явищами природи.

Завдяки першій новації властивості фізичних об'єктів (вони спочатку вважалися аналогами предметів і явищ природи) стали фізичними величинами, а потім і математичними символами у відповідних формулах. А завдяки другому нововведенню математичні рівняння стали адекватними відображеннями фізичних процесів. Вже про електродинаміку Максвелла говорили, що вона є нічим іншим як рівняннями Максвелла, а в роки відомої кризи в фізиці кінця ХІХ – початку ХХ ст. математичне вираження фізичних закономірностей філософи різних орієнтацій, – хто з осудом, а хто з похвалою, – витлумачили як підміну “матерії” символами.

У Галілея й пізніше у фізиці експериментування не було довільним спогляданням з надією натрапити на щось ще невідоме. Кожен дослід підпорядковувався конкретній прагматичній меті: перевірка аристотелевських тверджень про причини чи особливості протікання певного процесу, вимірювання фізичних величин, перевірка власних припущень тощо. В хімії ж до виникнення перших власне хімічних теорій експеримент був не стільки допоміжною для теоретичного мислення процедурою, скільки самодостатнім, вільним, здебільшого ніяк зарані не планованим пошуком нових сполук. Певну систематичність та спланованість мало хіба що наступне вивчення властивостей цих принагідно отриманих хімічних речовин. Для такого експериментування характерними були випадковість і орієнтація на деталізацію якісного багатоманіття природи. Праця хіміка чимсь нагадувала працю інженера, який, не особливо дошукуючись відповідей на питання щодо суті використовуваних закономірностей, ішов методом спроб і помилок до розв'язання інженерного завдання – як певний процес чи річ можуть бути ефективно використані в практичній діяльності людини.

Загалом, вирішальне значення для розчистки шляху у фізику для математики мала поява експериментального дослідження, яке відповідало системі певних методологічних принципів, яке вписувалося у певні жорсткі методологічні рамки. Це експериментування вперше в історії пізнання з'єднало розум і діяльність, зробило думку про предмет з'єднаною з випробовуванням предмета в спеціально визначених і контрольованих умовах. Це експериментування виводило на кількісний

вираз фізичних властивостей і на оперування цими властивостями як кількісними величинами або математичними поняттями.

Ми поділяємо думку В.М. Свириденка, що поняття фізичної величини належать до центральних понять фізичної науки. “Формально міркуючи, – відзначав він, – завдання фізичної теорії полягає у виділенні певного класу фізичних величин і в зазначенні певних (математично виражених) співвідношень... між ними так, щоб з цих співвідношень за заданими значеннями одних величин можна було шляхом розрахунків знаходити значення інших величин” [9, 95]. Поява фізичних величин у фізиці, як і їх аналіз, зазначає В.М. Свириденко, “неминуче стосується, з одного боку, співвідношення математики й фізики, адже саме поняття “величина” є об’єктом розгляду математики... З іншого боку, аналіз поняття фізичної величини безпосередньо вимагає вторгнення в область співвідношення теорії й експерименту, раціонального мислення й чуттєво-даного, оскільки значення фізичних величин, які теоретично вираховані, повинні якимось чином зіставлятися з тими значеннями, які здобуваються в експерименті, у вимірюванні, й тим самим підтверджувати (або спростовувати) теорію” [9, 137–138].

Відхід від натурфілософського пояснення природних явищ став найбільш ґрунтовним і безповоротним тоді, коли вчені вдалися до кількісного виразу властивостей природних речей і вимірювання здобутих таким чином величин. А. Пуанкаре мало бентежило те, що поняття сили, яким з часів Ньютона широко користувалися фізики, не мало чіткого фізичного змісту. Важливим він вважав те, що сила мала кількісний вираз й могла вимірюватися. “Все, що не навчає нас вимірювати силу, писав він, – так же зайве для механіки, як було б, наприклад, непотрібним суб’єктивне поняття теплого й холодного для фізика, який вивчає теплоту. Це суб’єктивне поняття не можна перевести на мову чисел” [7, 73]. Якби пряма інтуїція, писав далі Пуанкаре, змогла відкрити нам справжню суть сили самої по собі, для заснування механіки цього було б зовсім недостатньо: не так важливо знати, що таке сила, як знати, як її вимірювати [7, 72–73].

З середини 60-х років, коли стало зрозумілим, що розвиток знання не вичерпується одним нагромадженням фактів, що він супроводжується також зміною форм систематизації й стислою вираження знання, великий інтерес викликали питання теоретизації наукового знання й місця математизації в цьому процесі. В процесі аналізу проблеми теоретизації як засобу подальшого розвитку форми наукового знання вийшли також на математизацію як різновид і засіб спостережуваної теоретизації [3; 4; 6; 10].

В 60-ті роки академік В.М. Глушков, аналізуючи проблему математизації конкретно-наукового знання [1], поставив можливість математизації конкретної науки в залежність від двох обставин: стану самої конкретної науки й стану розвитку математики. Перша, так би мовити, внутрішня обставина – це достатня розвинутість в конкретній науці поряд з її інформативною частиною (сукупність емпіричних і експериментально встановлених фактів) також теоретичної частини, що дає можливість формалізувати. Друга – це наявність в математиці теорії, апарату для еквівалентного математичного виразу конкретних природних зв’язків і закономірностей.

З погляду В.М. Глушкова, для математизації науки не буде перешкод, якщо вона матиме, поряд з інформативною, розвинуту теоретичну частину і якщо в розпорядженні математики буде потрібний для цього адекватний теоретичний частині обраної науки математичний апарат. Наприклад, в часи, коли закладалися основи математичної фізики (теоретичної механіки) на механічні взаємодії й закономірності добре “накладалася” теорія диференціальних і інтегральних рівнянь; пізніше на релятивістську фізику – тензорний аналіз, а на квантову механіку Гейзенберга – матричний аналіз тощо, які були розроблені ще до появи відповідних запитів з боку фізики. Застосування теорії диференціальних і інтегральних рівнянь для математичного подання всієї сукупності механічних зв’язків і закономірностей за такого підходу можна витлумачити з двох, історично й методологічно майже рівноцінних, позицій: створення теорії диференціальних і інтегральних рівнянь є і суто математичним досягненням (спадщина Ляйбніца) і результатом розробки методу теоретичного подання механічних взаємодій (спадщина Ньютона). Їм підстави дивитися на математизацію класичної механіки як на результат поступового розвитку взаємодій математики з конкретними науками, внаслідок чого розширювалися пізнавальні можливості математизованих наук і виникав або діставав поштовх до швидкого розвитку той чи інший розділ власне математики [5].

Незначне порівняно з фізикою проникнення математики в біологію не можна пояснити якоюсь з причин на кшталт тих, що біологи не визнають важливості математизації, не знають математики чи ігнорують, подібно до Арістотеля, дослід як критерій істинності. Вже в часи Ньютона й Гука при дослідженні фізіологічних процесів біологи не цуралися застосування експерименту при дослідженні біологічних, зокрема фізіологічних, процесів, вдалися до кількісного опису й математизованого подання фізіологічних реалій не менш активно, ніж це робили фізики.

Правда, в обстоюванні цієї тези на сьогодні склалося дві тенденції. Перша наголошує на винятковості явищ життя і, отже, на виправданій, таким чином, відмежованості біології від інших природничих наук. Друга, не заперечуючи унікальності життя серед явищ природи і акцентуючи увагу на незводимості життя до суперпозиції фізико-хімічних та інших явищ, припускає можливість деякого ототожнення біологічного об’єкта з об’єктами інших конкретних наук про природу. Тут немає особливої потреби розбирати ще одну концепцію відношення біології до інших природничих наук, згідно з якою життя можна подати як фізико-хімічний процес. Можна говорити й про третю тенденцію, коли біологічні явища вважаються за такі, що вони, врешті решт, можуть бути подані як вияв фізико-хімічних закономірностей. Автори “Фейнманівських лекцій з фізики”, говорячи про дослідницьке поле квантової електродинаміки, мимохідь зауважують, що ця

дисципліна “в принципі є також теорією всієї хімії і всіх життєвих процесів, якщо допустити, що життя в підсумку зводиться до хімії, а значить і до фізики (сама хімія вже звелась до фізики, й та частина фізики, яка включає в себе хімію, вже розроблена)” [11, 48].

Однак, на сьогодні, наполягати лише на констатації специфіки біологічного об'єкта, яка стає на заваді подальшої теоретизації й математизації біології, вже недостатньо. Недостатньо хоча б тому, що попри повсюдно підкреслювану специфіку свого об'єкта, біологія неухильно теоретизується, математизується й користується здобутками кібернетики. За такого реального стану в біології варто прискіпливіше розібратися з тим, що ж є в наш час її об'єктом.

Зазвичай, аналізуючи специфіку об'єкта якоїсь науки (а останню поряд з системою застосовуваних методів і категоріально-понятійним апаратом відносять до визначальних ознак конкретної науки), слід мати на увазі, що він в конкретно взятій науці не тільки в різні історичні періоди, а й в один і той самий час рідко зводиться до чогось одного. Більше того, той об'єкт, виділення й дослідження якого початково зумовило появу певної науки чи відгалуження наукового пошуку, з розвитком пізнання диференціюється. Внаслідок цього вихідна цілісність і однорідність об'єкта науки порушується й змінюється на систему взаємозв'язаних, але вже якісно один від одного відмінних об'єктів. Загальновідома тенденція диференціації конкретних наук на окремі дисципліни завжди містила в собі також відзначену філіацію вихідного об'єкта науки.

Процес диференціації об'єкта й виділення додаткових об'єктів дослідження спершу мав місце у філософії, а пізніше він виявив себе й в усіх інших конкретних науках. На сьогодні, говорячи про науку, не обмежуються переліком фундаментальних наук та вказівкою на їх узагальнено єдині об'єкти, а ведуть мову про розділи фізики, хімії, біології, а то й просто про напрямки досліджень, кожен з яких зосереджується на своєму особливому об'єкті, яких налічують вже кілька тисяч. Оскільки об'єкти біологічного дослідження досить різноманітні, то можливості використання математики в біології суттєво залежать від того, який саме об'єкт біологічного дослідження пробують математично виразити й описати. Серед об'єктів біологічного дослідження є такі, як наприклад, саме явище життя, що суттєво відрізняється від об'єктів всіх інших конкретних наук про природу, а є й такі, які порівняно легко ототожнюються в ряді відношень з процесами фізичними чи хімічними. Якраз з такими об'єктами мають справу біофізика й біохімія, фізіологія, і в цих дисциплінах процес математизації йде, як відомо, досить швидкими темпами. Деякі біологічні об'єкти добре узгоджуються з теорією інформації (фізіологія вищої нервової діяльності), з кібернетичними уявленнями (розшифровка генома людини).

Отже, можна зробити наступні висновки:

В різні історичні епохи якість і кількість в процесі наукового пізнання займали не однакове місце в характеризованні досліджуваного об'єкта. На ранніх етапах становлення природознавства зосереджувалися на виявленні суто якісних характеристик як найближчих до сутності. До виникнення кількісного підходу природознавці у вивченні й поясненні явищ обходилися не “якісним”, а, так би мовити, суттєво-причинним підходом, запозиченим у метафізики (натурфілософії): спочатку невідомо яким способом встановлювалися суть і закони явища, а потім, вже цілком логічно, з суті й законів виводилися всі метаморфози, яких могло зазнавати явище.

З виникненням експериментального природознавства й супутніх експерименту вимірювань ситуація кардинально змінюється. Головною вадою якісного дослідження стала вважатися обмеженість перспектив, які воно відкривало: придатні для емпіричного опису об'єкта, якісні характеристики виявилися такими, що відкривали зовсім незначні можливості для передбачення майбутніх змін і метаморфоз описуваного об'єкта.

Розмежування понять як таких, з одного боку, і “якісних” та “кількісних”, – з іншого, можна вести по аналогії з тим, як розмежував Гегель, а пізніше також і К.Маркс, конкретне й абстрактне в пізнанні й знанні. “Якісні” поняття можна тлумачити й як елементи мови емпіричного знання, і як вихідне цілісне відображення реального конкретного, і, нарешті, як елемент класу абстрактних понять, абстракцій. З появою кількісних понять і величин “некількісні поняття” з природознавства не елімінуються остаточно. Вони залишаються у сфері природничо-наукового мислення, зокрема, в світоглядно-методологічних розмірковуваннях природознавців, в дослідницькій рефлексії над природничо-науковим знанням і пізнанням, в дискусіях щодо завдань, можливостей та майбутнього науки у кризові та революційні епохи тощо.

В сучасній методології й філософії науки кількісна й якісна визначеності об'єкта функціонують переважно як засоби теоретичного подання об'єкта, теоретичної репрезентації його в знанні, як різновиди даності реальних предметів, які по-різному фіксуються й закріплюються в знанні й по-різному синтезуються в теорії.

Власне, переворот у природничо-науковому пізнанні, який ототожнюють з перетворенням природознавства в науку, почався з числового вираження властивостей природних об'єктів і перетворення внаслідок цього “природних” властивостей на величини, що піддаються точній і однозначній фіксації та вимірюванню. Внаслідок цього стало можливим представляти взаємозв'язки, у тому числі й каузальні, між спостережуваними властивостями як зв'язки між величинами, як функціональні відношення між математичними символами.

Математизація природознавства йшла поступово й готувалася як емпіричними науками, так і самою математикою. Серед процедур, що готували ґрунт для математизації природничих наук, головну роль відіграли: кількісне вираження (подання, репрезентація) якісних характеристик досліджуваних об'єктів, а також пов'язані з цим зміст та способи реалізації кількісного підходу; поширення в конкретних науках методів, що виявилися в результаті математичної реконструкції; застосування математичних моделей та методів (методів математики) у природознавстві; розвиток

тенденції щодо подальшої загальної математизації мови конкретної науки й математичне вираження конкретно-наукових закономірностей; зведення природничо-наукового пояснення до математичного опису явищ; поява методів суто математичного розвитку конкретно-наукового знання, або фізико-математичного та хімічного переформулювання суто біологічних уявлень. Нині надзвичайно актуальним є питання про магістральний шлях математизації біології, яке стимулюється бурхливим розвитком теоретичної біології і процесу формалізації її основних положень. Шлях цей вбачається в підготовці біології “зсередини” до сприйняття математичних понять і теорій і в розвитку самою математикою таких розділів і апарату, які були б адекватними для розв’язування проблем, що постають перед сучасною біологією.

ЛІТЕРАТУРА

- Глушков В.М.* Гносеологічні основи математизації науки // *Філософська думка.* – 1969. – 1.
- История биологии с начала 20 в. до наших дней.* – М., 1975.
- Канак Ф.М.* Теоретизація і розвиток знання // *Філософська думка.* – 1971. – 1.
- Канак Ф.М.* К вопросу о теоретизации биологии // *Методологические вопросы современной биологии.* – К., 1970.
- Льоци Марио.* История физики. – М., 1970.
- Методологические вопросы современной биологии.* – К., 1970.
- Пуанкаре А.* О науке. – М., 1983.
- Рокитский П.Ф.* Применение математики в биологии и проблема математического моделирования объектов органического мира // *Взаимодействие методов естественных наук в познании жизни.* – М., 1976.
- Свириденко В.М.* Проблема “точного измерения” в связи с эволюцией понятия физической величины // *Гносеологические аспекты измерений.* – К, 1968.
- Теоретическая и математическая биология.* – М., 1968.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. – М., 1965. – Т. 1.