

Теорія (ілюзорна) усього

Фізики довго намагалися знайти одну остаточну теорію, яка могла б об'єднати всю фізику. Замість цього вони, можливо, змушені погодитись на декілька.

Стівен Гокінг, Леонард Млодінов

Декілька років тому міська рада італійського міста Монза рекомендувала власникам домашніх тварин відмовитись від утримання золотих рибок у круглих акваріумах. Ініціатори заходу пояснили це тим, що жорстоко утримувати рибку в такій посудині, оскільки викривлена поверхня подає їй (тобто, рибці) спотворений вигляд дійсності. Окрім значущості заходу для самої бідної рибки, ця історія ставить цікаве філософське питання: Як ми знаємо, що дійсність, яку ми відчуваємо, є справжньою?

Золота рибка бачить версію дійсності, відмінну від нашої, але чи можемо ми бути впевненими, що вона менш реальна? Хто знає, можливо, ми також проводимо все наше життя, споглядаючи світ через лінзи-спотворювачі.

У фізиці це питання не є чисто теоретичним. Справді, фізики та космологи перебувають у такому ж незручному становищі, що й золоті рибки. Впродовж десятиліть ми намагаємося прийти до остаточної теорії усього — єдиної повної і узгодженої системи фундаментальних законів природи, що пояснюють кожен аспект дійсності. Сьогодні здається, що ці пошуки можуть привести не до однієї теорії, а до сімейства взаємоз'язаних теорій, кожна з яких описує свою версію дійсності так, ніби спостерігає за Всесвітом зі свого власного сферичного акваріуму.

Такий погляд може важко сприйматись багатьма людьми, у тому числі, і деякими науковцями. Багато людей вірять, що навколо існує об'єктивна реальність, і що наш розум і наша наука безпосередньо передають інформацію про матеріальний світ. Класична наука ґрунтується на вірі, що існує навколишній світ, чий властивості визначені і не залежать від того, хто за ними спостерігає. Філософія таку віру називає реалізмом.

Проте ті, хто пам'ятає Тимоті Лірі (Timothy Leary) та шістдесяті роки, знають про іншу можливість: концепція дійсності може залежати від розуму того, хто її пізнає. Така позиція з різними незначними відмінностями відома під назвами антиреалізм, інст-

рументалізм чи ідеалізм. Згідно з цими доктринами світ, який ми знаємо, конструюється людським розумом з використанням сенсорних даних та набуває форми за допомогою інтерпретаційної структури нашого мозку. Цю позицію, можливо, важко прийняти, але неважко зрозуміти. Немає способу відділити спостерігачів — нас, від нашого відчуття світу.

На тому шляху, яким зараз ідуть фізики, реалізм стає важко захищати. У класичній фізиці — фізиці Ньютона, що так точно описує наш повсякденний досвід — інтерпретація таких понять як об'єкт і положення перебуває у найвищій гармонії з нашим розсудливим, "реалістичним" розумінням цих концепцій. Проте як вимірювальні пристрої ми є грубими інструментами. Фізики відкрили, що буденні предмети і світло, за допомогою якого ми їх бачимо, зроблені з об'єктів (таких як електрони і фотони), яких ми не можемо відчувати напряму. Ці об'єкти підкоряються не класичній фізиці, а законом квантової теорії.

Реальність квантової теорії радикально відмінна від реальності класичної фізики. У рамках квантової теорії частинки не мають ні точних положень, ні точних швидкостей до того часу, поки спостерігач не вимірює цих величин. У деяких випадках окремі об'єкти навіть не мають незалежного існування, а існують лише як частина в ансамблі з багатьох. Квантова фізика також має велике значення для нашої концепції минулого. У класичній фізиці вважають, що минуле — це визначена серія подій, тоді як згідно з квантовою фізикою минуле, як і майбутнє, невизначене й існує тільки як спектр імовірностей. Навіть Всесвіт у загальному розумінні не має єдиного минулого чи історії. Таким чином, квантова фізика передбачає реальність відмінну від реальності в класичній фізиці. Хоча остання узгоджується з нашою інтуїцією і все ще добре нам служить, коли ми створюємо такі речі як будинки і мости.

Ці приклади приводять до висновку, що встановлює важливі рамки для інтерпретації сучасної науки. На наш погляд, не існує картинно- чи теоріезалежної концепції дійсності.

Натомість ми приймаємо те, що звемо модельно-залежним реалізмом: ідею, яка полягає у тому, що фізична теорія чи картина світу є моделлю (в основному, математичною) і набором правил, які пов'язують елементи цієї моделі зі спостереженнями. Згідно з модельно-залежним реалізмом безглуздо запитувати, чи є модель реальною, слід тільки питати, чи узгоджується вона зі спостереженнями. Якщо дві моделі узгоджуються зі спостереженнями, жодна з них не може вважатися реальнішою за іншу. Можна використовувати будь-яку модель, яка є більш підходящою для випадку, що розглядається.

Не намагайтесь підганяти картину

Ідея альтернативних реальностей є стрижнем сьогоденної популярної культури. Наприклад, у науково-фантастичному фільмі "Матриця" людська раса живе, того не відаючи, у симульованій віртуальній реальності, створеній розумними комп'ютерами, щоб утримувати їх пасивними та задоволеними у той час, як комп'ютери висмоктують їхню біоелектричну енергію (чи щось інше, щоб це не було). Як ми можемо знати, що ми не є комп'ютерно-генерованими створіннями, які живуть у матрицеподібному світі? Якщо б ми жили у синтетичному, уявному світі, то необов'язково, що події були б не логічними, не послідовними чи не підкорялись будь-яким законам. Чужинці, які здійснюють контроль, могли б вважати цікавішим чи потішнішим спостерігати наші реакції. Наприклад, що було б, якби всі в світі раптом вирішили, що шоколад бридкий або що війни немає в переліку опцій. Але ж ми знаємо, що насправді це не так. А якби чужинці запровадили узгоджені закони, ми не змогли б довести, що насправді дійсність інша. Легко назвати світ, де живуть чужинці, "реальним", а світ, генерований комп'ютерами, "фальшивим". Але якщо (як і ми) істоти в імітованому світі не могли б зазирнути у свій всесвіт ззовні, то у них не було б причини сумніватися у своїх власних картинах дійсності.

Золоті рибки перебувають у подібній ситуації. Вони бачать пейзаж не таким, як ми бачимо його за межами

їхньої круглої посудини, але вони все ще можуть сформулювати наукові закони, що описують рух предметів, які вони спостерігають зсередини. Наприклад, через те, що світло вигинається при проходженні з повітря у воду, об'єкт, що вільно рухається вздовж прямої лінії, золота рибка побачила б як такий, що рухається по кривій. Золоті рибки могли б вивести наукові закони зі своєї викривленої системи координат, які б завжди залишалися правильними і які б дозволили їм передбачати майбутній рух об'єктів ззовні посудини. Їхні закони були б не такими простими як закони в нашій системі координат, але простота — це питання смаку. Якщо б золоті рибки створили таку теорію, ми б мусили прийняти їхній погляд як обґрунтовану картину дійсності.

Знаменитим прикладом відмінного уявлення про реальний світ є контраст між геоцентричною моделлю космосу Птолемея і геліоцентричною моделлю Коперника. Хоча прийнято говорити, що Коперник довів неправоту Птолемея, це не так. Як і у випадку порівняння нашого бачення і бачення золотих рибок, можна використовувати будь-яку з цих моделей Всесвіту тому, що ми можемо пояснити наші спостереження небесної сфери, припустивши, що чи Земля чи Сонце є нерухомим. Попри її роль у філософських дебатах про природу нашого Всесвіту, реальна перевага системи Коперника полягає у тому, що рівняння руху набагато простіші в системі координат, де Сонце є нерухомим.

Модельно-залежний реалізм звертається не тільки до наукових моделей, а також і до свідомих чи підсвідомих ментальних моделей, які ми всі створюємо для інтерпретації і розуміння повсякденного життя. Наприклад, людський мозок опрацьовує неточні дані від оптичного нерва, комбінуючи надходження від обох очей, збільшуючи розділення і заповнюючи прогалини в сліпих точках сітківки. Більше того, він створює враження трьохвимірного простору на основі двохвимірних даних від сітківки. Коли ви бачите стілець, ви просто використовуєте відбите ним світло, щоб побудувати ментальне зображення чи модель стільця. Мозок настільки вправний у творенні моделей, що навіть у разі, коли людина носить окуляри, які перевертають зображення в очах, її мозок змінює модель таким чином, щоб вона бачила предмети у правильному положенні — на щастя, це відбувається до того, як вона намагається сісти.

Проблиски глибокої теорії

У пошуках відкриття остаточних законів фізики жодне наближення не викликало таких надій чи більшої полеміки, ніж теорія струн. Теорія струн була вперше запропонована в 1970-х роках як спроба об'єднати всі сили природи в одну зв'язану систему та, зокрема, ввести силу гравітації у сферу квантової фізики. Проте, на початку 1990-х фізики виявили, що теорія струн містить певні незручності: існує п'ять різних теорій струн. Для тих, хто був прихильником теорії струн як унікальної теорії усього, це було великим недоліком. У середині 1990-х науковці почали виявляти, що ці різні теорії — і ще одна теорія, що називалась супергравітацією — справді описують одне й те саме явище, і це дало їм певну надію на створення врешті-решт єдиної теорії. Теорії справді пов'язані тим, що фізики називають дуальністю, котра є своєрідним математичним словником для перекладу концепцій туди і назад. Але, на жаль, кожна з теорій дає хороший опис явища тільки для певного діапазону умов, наприклад, для низьких енергій. Жодна не може описати всі аспекти Всесвіту.

Науковці, які займаються теорією струн, переконані, що п'ять різних теорій струн є просто різними наближеннями до більш загальної теорії, що зветься М-теорією. (Ніхто, здається, не знає, що означає "М". Це може бути "master", "miracle" чи "mystery" чи одразу всі три). Люди досі намагаються розгадати природу М-теорії. Але видається, що традиційне очікування єдиної теорії природи може бути безпредставним, і для опису Всесвіту необхідно використовувати різні теорії

для різних умов. Таким чином, М-теорія є не теорією у звичному розумінні, а мережею теорій. Вона трохи схожа на мапу. Щоб точно уявити поверхню Землі на площині, необхідно використовувати набір мап, кожна з яких зображує обмежену ділянку. Мапи перекривають одна одну, і там, де це відбувається, вони показують один і той самий ландшафт. Подібним чином, різні теорії з сімейства М-теорії можуть виглядати дуже відмінними, але всіх їх можна вважати версіями однієї базової теорії, і всі вони передбачають одне й те саме явище там, де вони перекриваються, але жодна не працює добре в усіх ситуаціях.

Кожного разу, як ми розробляємо модель світу і вважаємо її успішною, ми схильні приписувати моделі якості дійсності чи абсолютної істини. Але М-теорія, подібно до прикладу з рибками, показує, що одні й ті самі фізичні випадки можна моделювати різними способами, у кожному з яких використовуються різні фундаментальні елементи і концепції. Можливо, для опису Всесвіту ми повинні використовувати різні теорії у різних ситуаціях. Кожна з теорій може мати свою версію реальності, але згідно з модельно-залежним реалізмом, така різноманітність є прийнятною, і ні про одну з версій не можна сказати, що вона реальніша за інші. Це не є тим, що фізики традиційно очікують від теорії про природу, і не відповідає буденному уявленню про реальність. Але, можливо, саме у такий спосіб існує Всесвіт.

(Переклад з англійської — Людмила Костенко)

АВТОРИ. Праці *Стівена Гокінга* стали базовими для сучасного розуміння чорних дір та походження Всесвіту. Проте, як він сам вказував, він знаменитий завдяки своїй участі у фільмі "Сімпсон і зоряна подорож: Наступна генерація" (The Simpsons and Star Trek: The Next Generation). З 1979 до тепер *С. Гокінг* обіймає посаду Лукасівського професора математики в Кембриджському університеті, посаду, що її триста років тому обіймав *Ісаак Ньютон*. Серед його книг широковідомо "Коротка історія часу", яка розійшлась тиражем понад дев'ять мільйонів примірників.

Леонард Млодінов — фізик-теоретик із Каліфорнійського технологічного інституту. Він є автором семи книг, зокрема "Евклідове вікно: Історія геометрії від паралельних ліній до гіперпростору" та "П'яною ходою: Як випадковість управляє нашими життями", а також сценаріїв до "МакГувер і зоряна подорож: Наступна генерація" (MacGyver and Star Trek: The Next Generation).

РЕЗЮМЕ статті "Теорія (ілюзорна) усього" ("Scientific American", №4, 2010)

Робота *Стівена Гокінга* про чорні діри та походження Всесвіту є найбільшим прогресом, який фізики-теоретики здійснили для приведення ейнштейнівської теорії гравітації та квантової фізики до однієї остаточної "теорії усього". **Фізики мають фаворитну кандидатуру** на таку теорію, теорію струн, але вона складається з п'яти різних версій, кожна з яких описує обмежений діапазон ситуацій. Проте **мережа математичних зв'язків** поєднує різні теорії струн у одну загальну систему, що має загадкову назву М-теорія: можливо, мережа сама є остаточною теорією.

У новій книзі "The Grand Design" (Величний замисел) *Стівен Гокінг* і *Леонард Млодінов*, фізик з Каліфорнійського технологічного інституту, стверджують, що пошуки, спрямовані на відкриття остаточної теорії, можуть насправді ніколи не привести до єдиної системи рівнянь. Кожна наукова теорія, пишуть вони, невіддільна від своєї власної моделі реальності і, можливо, не має сенсу говорити, якою є реальність насправді. Книга покладена в основу есе, яке Ви прочитали.