

## ПЕРЕДМОВА

Наукові революції, зрозуміло, не зважають на здоровий глузд.

Якби наші звичні уявлення про всесвіт були правильними, то наука розкрила б усі його таємниці ще тисячі років тому. Призначення науки – знімати зовнішню оболонку з об'єктів і відкривати їхню справжню сутність. Якби зовнішній вигляд був тотожним сутності, то в науці не було би потреби.

Наше найнепохитніше уявлення про світ, продиктоване здоровим глуздом, мабуть, полягає в тому, що він тривимірний. Очевидно, щоб описати будь-який об'єкт у нашому видимому всесвіті, достатньо довжини, ширини й висоти. Досліди з немовлятами і тваринами засвідчили, що ми приходимо в цей світ із вродженим відчуттям його тривимірності. Якщо додати час як ще один вимір, то чотирьох вимірів достатньо, щоб визначити місце будь-якої події у всесвіті. Хоч би куди сягали наші прилади, углиб атома чи в найдальші ділянки галактичного скупчення, – усе підтверджує тільки існування цих чотирьох вимірів. Заявляти вголос щось інше – що існують, можливо, ще й інші виміри чи що наш усесвіт співіснує з іншими всесвітами – означає наражатися на кпини. Однак це глибоко вкорінене уявлення про наш світ, яке вперше сформулювали давні грецькі філософи ще два тисячоліття тому, от-от не втримається перед наступом науки.

У цій книжці йдеться про наукову революцію, спричинену *теорією гіперпростору*<sup>1</sup>, яка передбачає існування інших вимірів, окрім загальновідомих чотирьох. Дедалі більше фізиків у всьому світі, серед яких і кілька нобелівських лауреатів, визнає, що світ, можливо,

існує в багатовимірному просторі. Якщо підтвердиться, що ця теорія правильна, то вона докорінно змінить наше уявлення про всесвіт. У науковому сенсі теорія гіперпростору ґрунтується на теорії Калуци–Кляйна й теорії супергравітації. Її найновіша версія називається теорією суперструн і передбачає навіть точне число вимірів: десять. До звичних трьох просторових вимірів (довжини, ширини й висоти) і одного часового тепер додається ще шість просторових вимірів.

Застерігаємо: теорію гіперпростору ще не справджено експериментально; фактично, перевірити її в лабораторії неймовірно складно. Однак ця теорія вже облетіла всі головні фізичні лабораторії світу і безповоротно змінила науковий ландшафт сучасної фізики; їй присвячено величезну кількість наукових праць (понад 5000 за одним підрахунком). Проте майже нічого не було написано про надзвичайно цікаві властивості багатовимірного простору для нефакхівців. Отже, широка громадськість у найкращому разі має тільки дуже віддалене уявлення про цю революцію. Сюжети з іншими вимірами та паралельними всесвітами в популярній літературі й кіно насправді часто неможливі з погляду науки і лише дезорієнтують публіку. Шкода, що це так, бо цінність теорії гіперпростору полягає в її здатності об'єднати всі відомі фізичні явища в дивовижно просту схему. Ця книжка – перша достовірна, з наукового погляду, й водночас доступна для широкої громадськості розповідь про сучасні дослідження гіперпростору.

Щоб пояснити, чому теорія гіперпростору викликала такий ажіотаж у світі теоретичної фізики, я розвинув чотири засадничі теми, що утворюють канву цієї книжки і водночас ділять її на чотири частини.

У частині 1 я розповідаю про історію такого поняття, як гіперпростір, щоразу наголошуючи на тому, що закони природи стають простішими й елегантнішими, якщо виразити їх у вищих вимірах.

Щоб зрозуміти, як вищі виміри можуть спростити фізичні задачі, розглянемо такий приклад. Для давніх єгиптян погода була повною таємницею. Чому існують пори року? Чому на півдні тепліше? Чому вітри дмуть переважно в одному напрямку? Пояснити погоду було неможливо з обмеженим світоглядом стародавніх єгиптян, які вважали, що Земля пласка, як двовимірна площина. А тепер уявімо, що сталося б, якби ті єгиптяни полетіли в космос і звідти побачили, що Земля має форму кулі й обертається довкола Сонця. Раптом відповіді на всі запитання стають очевидними.

Із космосу видно, що вісь Землі приблизно на 23 градуси відхилена від вертикального напрямку (“вертикальним” уважатимемо напрямок, перпендикулярний до площини земної орбіти довкола Сонця). У зв’язку з цим північна півкуля на одній частині орбіти Землі одержує значно менше сонячного світла, ніж на іншій. Тому ми маємо зиму й літо. А оскільки екватор одержує більше сонячного світла, ніж ділянки поблизу Північного та Південного полюсів, то при наближенні до екватора стає тепліше. Для того, хто сидить на Північному полюсі, Земля обертається проти годинникової стрілки, отже, холодне полярне повітря, рухаючись у напрямку до екватора, відхиляється вбік. Потік гарячих і холодних повітряних мас, зумовлений обертанням Землі, пояснює, чому вітри дмуть переважно в одному напрямку залежно від того, де саме на Землі ви перебуваєте.

Тому таємничі закони погоди стають зрозумілими, якщо подивитися на Землю з космосу. Отже, розв’язок цієї задачі полягає в тому, щоб піднятися *вгору*, у *третій вимір*. Речі, які неможливо збагнути у пласкому світі, стають очевидними, якщо розглядати Землю як тривимірний об’єкт.

Аналогічно, закони тяжіння та світла здаються абсолютно різними. Вони ґрунтуються на різних фізичних припущеннях і підпорядковуються різній математиці. Спроби поєднати ці дві сили завжди були невдалими. Однак, якщо до відомих чотирьох вимірів простору й часу додати ще один, *п’ятий* вимір, то рівняння для світла й гравітації об’єднуються як дві частинки складанки. Світло можна пояснити як вібрації в п’ятому вимірі. Так ми бачимо, що закони світла й гравітації стають простішими у п’яти вимірах.

Тому сьогодні багато фізиків переконані, що традиційна чотиривимірна теорія “замала”, щоб належно описати сили, які існують у нашому всесвіті. У чотиривимірну теорію фізикам доводиться “втискати” сили природи грубим і неприродним способом. До того ж ця гібридна теорія неправильна. Однак, якщо виразити фундаментальні сили природи у більшій кількості вимірів, то з’являється “достатньо місця”, щоб пояснити їх елегантним і логічним способом.

У частині 2 ми далі розвиваємо цю просту ідею, наголошуючи, що теорія гіперпростору може об’єднати всі відомі закони природи в єдину теорію. Отже, теорія гіперпростору може стати вінцем наукової діяльності за два тисячоліття, об’єднавши всі відомі фізичні сили. Вона може дати нам Святий Грааль фізики, “теорію всього”, яку Айнштайн марно шукав стільки років.

Останні півсторіччя науковці замислювалися, чому основні сили, що тримають укупі космос – гравітація, електромагнетизм, сильна й слабка ядерні взаємодії – так відрізняються між собою. Спроби наймудріших голів ХХ сторіччя створити єдину картину всіх відомих сил виявилися марними. Однак теорія гіперпростору дає змогу пояснити чотири сили природи, а також начебто безладний набір субатомних частинок, справді елегантним способом. У теорії гіперпростору “матерію” прийнято вважати вібраціями, що йдуть полотном простору й часу. А це означає, що все довкола нас – дерева, гори й навіть зірки, – можливо, не що інше, як *вібрації у гіперпросторі*. Якщо це правда, то це дає нам елегантний і простий геометричний спосіб створити зв’язний і переконливий опис усесвіту.

У частині 3 ми розглядаємо можливість того, що за деяких екстремальних умов простір розтягується так, що може тріснути. Іншими словами, гіперпростір може забезпечувати спосіб “тунелювати” крізь простір і час. Наголошуємо, що це наразі лише гіпотеза, однак фізики вже серйозно вивчають властивості “тунелів”, що сполучають віддалені ділянки простору й часу. Скажімо, фізики з Каліфорнійського технологічного інституту серйозно допустили можливість створення машини часу у вигляді тунелю, який би сполучав минуле із майбутнім. Сьогодні машини часу вже перенесли зі сфери фантастики, і вони перетворилися на повноцінний напрям наукових досліджень.

Космологи навіть висунули приголомшливе припущення, що наш усесвіт – лише один із безлічі паралельних усесвітів. Ці всесвіти можна порівняти з безліччю мильних бульбашок у повітрі. Зв’язок між цими всесвітами-бульбашками начебто неможливий, однак, проаналізувавши рівняння Айнштейна, космологи довели, що паралельні всесвіти можуть сполучатись між собою павутиною тунелів. На кожній бульбашці ми можемо визначити наш особливий простір і час, який має сенс лише на її поверхні; поза цими бульбашками простір і час не мають жодного сенсу.

Хоча багато висновків, що випливають із цієї теорії, суто теоретичні, колись гіперпростір може знайти щонайпрактичніше застосування: врятувати розумне життя, наше також, від загибелі всесвіту. Науковці вважають, що колись усесвіт неминуче загине, а з ним – і все життя, що еволюціонувало мільярди років. Згідно з найпоширенішою теорією про походження всесвіту, яка має назву “великий вибух”, від величезного вибуху, що відбувся 15–20 мільярдів років тому, всесвіт почав розширюватися, й донині зірки та галактики з ве-

личесною швидкістю віддаляються від нас. Якщо ж у якийсь момент усесвіт перестане розширюватись і почне стискатися, то колись він загине у вогняному катаклізмі, який назвали “великим стисненням”, і все розумне життя випарується від неймовірної спеки. Проте дехто з фізиків припускає, що гіперпростір може стати для розумного життя єдиною надією на порятунок. В останні миті існування нашого всесвіту розумне життя може втекти в гіперпростір.

У частині 4 ми підсумовуємо всю дискусію останнім практичним запитанням: якщо підтвердиться, що теорія про гіперпростір правильна, то коли ми зможемо опанувати її потужність? Це не просто абстрактне запитання; в минулому опанування кожної з чотирьох фундаментальних сил безповоротно змінювало хід історії людства, просувало нас далі на нашому шляху від невігластва й убогості давнього доіндустріального суспільства до сучасної цивілізації.

Наприклад, коли Ісаак Ньютон написав класичні закони гравітації, з’явилася теорія механіки; вона дала нам закони, яким підпорядковуються машини. Це серйозно пришвидшило промислову революцію; революція вивільнила політичні сили, що зрештою повалили феодальні династії Європи. У середині 1860-х років, коли Джеймс Кларк Максвелл написав фундаментальні рівняння електромагнітної сили, розпочалася ера електрики, що дала нам динамо-машини, радіо, телебачення, радар, побутові електроприлади, телефон, мікрохвильові печі, побутову електроніку, електронний комп’ютер, лазер і чимало інших електронних чудес. Без розуміння й використання електромагнітної сили розвиток цивілізації застопорився б, цивілізація б “застигла в часі” до відкриття електричної лампочки й електродвигуна. У середині 1940-х років світ знову перевернувся, коли людство опанувало ядерну силу і створило атомну й водневу бомби, найпотужнішу зброю на планеті. Оскільки ми ще не наблизилися до повного розуміння всіх космічних сил, які керують усесвітом, то можна сподіватися, що кожна цивілізація, яка до кінця зрозуміє теорію гіперпростору, запанує над усесвітом.

Позаяк теорія гіперпростору – це добре визначений комплекс математичних рівнянь, то можна точно обчислити, яка енергія потрібна, щоб скрутити простір і час у “бублик” чи створити тунелі, які б сполучали віддалені частини нашого всесвіту. Результати, на жаль, невтішні. Ця енергія значно перевищує всі можливості нашої планети, вона у квадрильон разів більша від енергії наших найпотужніших прискорювачів частинок. Мусимо чекати століття чи й