

Геній. Річард Фейнман: життя та наука

Джеймс Глік

ОЗНАЙОМЧИЙ ФРАГМЕНТ

Переклад — Уляна Курганова

© Видавничий дім «Фабула». Усі права застережено.

Фрагмент надано для ознайомлення. Повна книжка — nashaknyga.com.ua

Пролог

«НЕМАЄ НИЧОГО ВИЗНАЧЕНОГО{1},— таке повідомлення, сповнене надії, надійшло до санаторію в Альбукерке з утаємниченого світу Лос-Аламоса.— Нам казково пощастило в житті».

Прийде час, коли творців бомби почнуть терзати демони. Пізніше Роберт Оппенгеймер ще багато разів сповідатиметься, розкриваючи темні закутки власної душі, а його занепокоєння тим, що він відкрив людству шлях до самознищення, поділятимуть багато інших учених-фізиків. Річард Фейнман був наймолодшим серед них і не так гостро відчував відповідальність за свої дії. Набагато більше його непокоїла думка про те, що знання віддаляють його від світу звичайних людей, які продовжують жити так, як жили завжди, і не помічають фатальної ядерної загрози, створеної вченими. Навіщо будувати дороги і мости, розраховані на століття? Якби люди знали те, що відомо йому, навряд чи вони докладали би до цього стільки зусиль. Друга світова війна завершилася. Починалася нова ера — ера науки, але в цьому не було розради. Якийсь час Фейнман ледве міг працювати: удень це був молодий запальний професор Корнеллського університету, увечері — відчайдушний ловелас, який відривався як на студентських вечірках (дівчата трималися осторонь від цього шаленця, що танцював, вимахуючи кінцівками, наче зробленими з гуми, і запевняв усіх поспіль, що він — той самий учений, що розробив атомну бомбу), так і в барах і борделях.

Така поведінка справляла дивне враження на його нових колег, молодих фізиків і математиків. «Він є чимось середнім між генієм та блазнем»,— писав батькам в Англію обдарований молодий учений Фрімен Дайсон. Фейнман вразив його: нахаба-американець швидко переходив на «ти» і випромінював потужну енергію.

Дайсону знадобився деякий час, щоби зрозуміти, із якою пристрасстю його новий приятель занурювався в саму суть сучасної науки.

Навесні 1948 року, усе ще перебуваючи під враженням суперзброї, яку вони розробили, двадцять сім фізиків зібралися в курортному готелі в горах Поконо на півночі Пенсильванії, щоби протистояти кризі в розумінні природи атома. За допомогою Оппенгеймера (на той час він ще вважався їхнім духовним лідером) вони зібрали тисячі доларів для сплати за готелі, залізничні квитки та алкоголь. В історії науки цей випадок був чи не передостаннім, коли вчені настільки високого рівня зустрілися без дотримання церемоній і будь-якого розголосу. Вони ще дозволяли собі ілюзорні сподівання, що їхня робота залишиться звичайним науковим кооперативним проектом, непомітним для громадськості — приблизно так, як десять років тому під час досліджень у скромному особняку в Копенгагені. Вони ще не усвідомлювали, наскільки успішно їм вдалося переконати суспільство та військових у тому, що майбутнє високих технологій — за фізикою. Зустріч відбувалася в закритому режимі. На неї були запрошені лише кілька учених — еліта фізичної науки. Жодних записів. За рік багато з тих, хто був тут присутній, зустрінуться знову, завантаживши до фургона Оппенгеймера дві грифельні дошки і вісімдесят два келихи для коктейлів та бренді. Але на той час у фізиці вже розпочнеться нова епоха. Наука вийде на досі нечуваний рівень, а засновники квантової фізики ніколи більше не зберуться у приватному порядку — виключно в робочій обстановці.

Бомба виявила доречність фізики. Науковці створили небачену міць, позаду залишилися паперові абстракції, але саме вони змінили історію. Однак у більш спокійні та виважені повоєнні дні вони зрозуміли, якою хиткою була їхня теорія. Фізики гадали, що квантова механіка надасть їм грубий, можливо, лише тимчасовий,

але працездатний спосіб робити обчислення стосовно світла та матерії. Однак під час випробування практикою теорія почала давати хибні результати. І це були не просто помилки — вони здавалися просто безглуздими. Навіщо потрібна теорія, яка так гарно працювала спочатку, коли розрахунки виконувалися в першому наближенні, коли ж учені намагалися досягти більш високої точності, розвалювалася так гротескно? Європейці, які винайшли квантову фізику, випробували все, що тільки могли уявити, аби зміцнити цю теорію, але без найменшого успіху.

Про яку точність могла йти мова? Маса електрона? Облиште! Приблизні обчислення надавали зрозуміле число, більш детальні давали нескінченність — виходила суцільна нісенітниця. Самі уявлення про масу залишалися невпорядкованими: маса не вважалася власне речовиною, натомість і не зовсім енергією. Отже, Фейнман наче грався із наукою. На останній сторінці своєї крихітної оливково-зеленої адресної книжки, яку він використовував здебільшого для записів телефонних номерів жінок (наприклад: «красуня танцюристка», чи «зателефонувати, коли в неї не червоний ніс»), він нашкрібав коротеньке хайку:

Правило: ви не можете сказати, що А зроблене з В або навпаки.
Уся маса — то є взаємодія.

Навіть коли квантова фізика працювала, надаючи можливість передбачення поведінки природи, це залишало вчених перед напрочуд незручним порожнім місцем, на якому мала б розташуватися їхня картина реальності. Деякі з них — але тільки не Фейнман — покладалися на зухвалий вислів Вернера Гейзенберга: «Рівняння знає найкраще». Проте вибір у них був вельми обмежений. Ці фізики навіть не знали, як візуалізувати атом, який вони щойно розщепили. Вони створили, а потім відкинули одну картинку — зображення крихітних частинок, що обертаються навколо центрального ядра, наче планети навколо сонця. Наразі ж

вони не мали, чим замінити цей образ. Можна було досхочу малювати цифри та символи на дошках, але їхні ментальні уявлення зводилися до символів, за якими ховалася розмита невідомість.

На час зустрічі в Поконо Оппенгеймер перебував на піку слави. Він вважався героєм — творцем атомної бомби, але ще не став злодієм і фігурантом судових процесів 1950-х років. Водночас він не був формальним головою під час обговорень: на зустрічі були присутні й більш титуловані учені: Нільс Бор, творець квантової теорії, Енріко Фермі, першовідкривач ланцюгової ядерної реакції, Поль Дірак, британський фізик-теоретик, чиє уславлене рівняння руху електрона саме й сприяло виникненню кризи. Більшість учасників зустрічі, за виключенням Оппенгеймера, або вже стали нобелівськими лауреатами, або готувалися до цього в майбутньому. Утім, деякі європейські світила були відсутні. Наприклад, Альберт Айнштайн, який поступово звикав до ролі почесного пенсіонера. Проте у Поконо зібрався весь цвіт сучасної фізики.

Коли Фейнман почав свій виступ, уже настала ніч. Стільці було зсунуто ближче до оратора. У світил фізики були деякі проблеми зі сприйняттям цього молодого чоловіка. Вони провели більшу частину дня, слухаючи надзвичайно віртуозну презентацію однолітка Фейнмана — Джуліана Швінгера з Гарвардського університету. І хоча було досить складно слідкувати за думкою Швінгера (його робота, що була пізніше надрукована, часто-густо порушувала правило, встановлене журналом *Physical Review*, — не використовувати формули, що не здатні вміститися в одному рядку), його докази здалися аудиторії достатньо переконливими. Фейнман же, зі свого боку, запропонував не так багато рівнянь, проте набагато менш переконливих. Усі ці люди, хто гірше, хто краще, знали його за співпрацею в Лос-Аламосі. Сам Оппенгеймер у приватній бесіді зазначив, що Фейнман був найобдарованішим молодим фізиком у ядерному проєкті. Але чому саме він набув такої

репутації, ніхто з них не міг точно сказати. Мало хто знав про його внесок у створення ключового рівняння ефективності ядерного вибуху (засекреченого як тоді, так і п'ятдесят років по тому, хоча шпигун Клаус Фукс дуже швидко передав його своїм господарям у Радянському Союзі) чи про його теорію преддетонації, за допомогою якої визначалася ймовірність того, що купка урану вибухне занадто рано. І хоча майже ніхто не знав нічого конкретного про наукові досягнення Фейнмана, усі визнавали нестандартність його мислення. Усі пам'ятали, що саме він спроектував перший великомасштабний обчислювальний комплекс — гібрид нових електромеханічних бізнес-калькуляторів та команди жінок, що оперували перфокартами. Пам'ятали також, як він буквально причаровував слухачів своїми лекціями з елементарної арифметики, як несамовито натискав кнопку, намагаючись зіштовхнути електричні поїзди дитячої залізниці, як під час випробувань демонстративно сидів у військовій вантажівці у біло-бузкових спалахах найпотужнішого вибуху, що визначив парадигму цілого століття.

Опинившись лицем до лица зі своїми старшими колегами у вітальні в Поконо, Фейнман зрозумів, що опинився на межі поразки. Він нервував, а це не було йому притаманним. Протягом кількох днів він не міг спати. До того ж він чув вишукану презентацію Швінгера й побоювався, що його власна презентація на її тлі здаватиметься незавершеною. Фейнман намагався запропонувати новий метод, що дозволяв робити більш точні обчислення, яких конче потребували фізики. Навіть дещо більше — нове бачення, хитку картину, що складалася із частинок, символів, стрілок та простору. Його ідеї видавалися дивними, а чудернацький стиль оповіді шокував деяких європейців. Його англійська видавала в ньому мешканця міських околиць. Він постійно пересувався вперед-назад і крутив шматок крейди між пальцями, дратуючи

слухачів. У глибині душі він соромився того, що йому ось-ось виповниться тридцять, і він стане застарим для вундеркінда. Завдяки цьому він намагався не зосереджуватися на деяких подробицях, що могли виглядати суперечливими, але це не допомогло. Едвард Теллер, прискіпливий угорський фізик, який на той час був за крок від того, щоби очолити проєкт зі створення водневої бомби, перервав доповідь Фейнмана питанням з фундаментальних основ квантової фізики: «А як щодо принципу виключення?»

Фейнман сподівався уникнути цього питання. Відповідно до цього принципу лише один електрон міг перебувати у певному квантовому стані. Теллер був упевнений, що спіймав Фейнмана на тому, що той намагається витягнути двох кроликів з одного капелюха. І дійсно — у теорії Фейнмана частинки, здавалося, порушували цей шанований принцип, що виник начебто з нізвідки.— Це не є важливим...— почав Фейнман.— Із чого ви взяли?

— Я знаю, я працював із...— Як таке можливо?! — обурився Теллер.

Фейнман малював на дошці якісь незвичні діаграми. Він намагався показати, що частинка антиматерії рухається в часі у зворотному напрямку. Це заінтригувало Дірака, оскільки саме він першим припустив реальність існування антиматерії. І ось тепер уже Дірак поставив питання щодо причинно-наслідкового зв'язку:

— Чи вони унітарні?

Унітарні! Що він мав на увазі?

— Я поясню,— почав Фейнман,— і коли ви побачите, як це працює, то самі вирішите, чи є вони унітарними.

Він продовжив пояснення, але час від часу в його голові спливало бурмотіння Дірака: «Чи вони унітарні?»

Фейнман — геніальний в обчисленнях, але необачний, якщо йшлося про докази,— наразі переоцінив власну здатність зачаровувати та переконувати. Насправді ж він знайшов те, що й досі залишалося прихованим від його старших колег: спосіб перенести фізику до нової ери. Він створив новий напрям науки, що поєднував минуле та майбутнє — наче зображення на величому старовинному гобелені. Дайсон, приятель Річарда від часів навчання в Корнеллському університеті, якось зауважив із цього приводу: «Це був дивовижний погляд на світ як переплетення світових ліній у просторі та часі, де все перебуває у вільному русі». І далі: «Це був такий собі узагальнюючий принцип, здатний пояснити все або нічого».

Фізика ХХ століття опинилася в кризі. Старші колеги намагалися знайти способи, що допомогли б їм подолати обмеження, які виникали під час обчислень. Маститі слухачі Фейнмана прагнули нових ідей, але вони були пов'язані певними поглядами на світ атомів, а точніше — цілою низкою різних поглядів, кожен з яких мав власні недоліки. Деякі з них обстоювали хвильову теорію — математичні хвилі, що привносять минуле в сучасність. Однак хвилі нерідко поводитися наче частки, схожі на ті, траєкторії яких Фейнман малював та стирав із дошки. Деякі знайшли віддушину в математиці, у ланцюжках складних обчислень, використовуючи символи як орієнтири, щоби просуватися крізь туман. Їхні системи рівнянь представляли субмікроскопічний світ як такий, що протистоїть логіці поведінки звичайних об'єктів — таких, як рух бейсбольного м'яча чи хвиль на поверхні води.

Об'єкти ж, що їх вивчала квантова механіка, завжди були десь «в іншому місці». Діаграми ж, що Фейнман вимальовував на дошці, нагадували візерунки дрібночарункової сітки і водночас виглядали досить визначеними, майже класичними завдяки своїй точності й

чіткості. Тоді з місця піднявся Нільс Бор. Він знав цього молодого фізика ще з часів Лос-Аламоса, де вони відкрито й завзято сперечалися, і Бор шукав особистої зустрічі з Річардом, тому що цінував його чесність. Але наразі його турбували висновки, що їх робив Фейнман, аналізуючи лінії на своїх діаграмах. Частинки у нього, як здавалося, рухалися траєкторіями, чітко зафіксованими в часі та просторі. Але це було неможливо, оскільки суперечило принципу невизначеності.— Ми вже знаємо, що класичний погляд на рух частинки за визначеною траєкторією у квантовій механіці вважається хибним,— промовив Бор, чи саме так почув його Фейнман.

Оksamитовий голос та всесвітньо відомий датський акцент Бора примушували слухачів напружуватися, щоби зрозуміти, про що саме йдеться. Він зробив крок уперед, повернувся до слухачів, і протягом багатьох хвилин Фейнман був змушений вислуховувати принизливу лекцію щодо принципу невизначеності. Він ледве стримував відчай. Так, саме тоді, у Поконо, відбувалася зміна поколінь і поглядів у фізичній науці, але на той час вона не здавалася такою очевидною та неминучою, як у ретроспективі...

Архітектор квантових теорій, зухвалий молодий лідер групи творців атомної бомби, винахідник універсальної діаграми Фейнмана, майстерний гравець на бонго та вишуканий казкар, Річард Філіпс Фейнман був природженим іконоборцем й одним із найвпливовіших фізиків сучасності. У 1940-х роках на базі частково розроблених хвильового та корпускулярного підходів він створив зрозумілий інструмент, яким міг користуватися будь-хто з фізиків. Він мав здатність блискавично заглиблюватися у будь-яку проблему, що ставила перед дослідниками природа. Спільнота фізиків, досить організована й щільно пов'язана з традиціями культури, так само, як і будь-яка інша спільнота, потребує героїв. І його ім'я було оточено в ній особливим ореолом. Поряд з ім'ям

«Фейнман» часто-густо використовувалося слово «геній». Він одноосібно зайняв центральну позицію на цій сцені й утримував її протягом сорока років, домінуючи в науці післявоєнної епохи. Робота ж, що видалася його колегам в Поконо досить сумнівною, поєднала в експериментально підтверджуваній формі всі численні явища в галузях світла, радіовипромінювання, магнетизму та електрики. Саме вона принесла Річарду Фейнману Нобелівську премію, хоча принаймні ще три його досягнення здатні були претендувати на неї: це теорія надтекучості, теорія слабких взаємодій і теорія партонів — гіпотетичних твердих частинок усередині ядра атома, завдяки якій було вироблене сучасне уявлення про кварки. Його бачення взаємодії частинок знов і знов повертало Фейнмана до авангарду фізичної науки, тоді як молодші вчені досліджували нові езотеричні сфери. Він продовжував знаходити нові й нові пазли. Він не міг, чи, скоріше, не бажав відокремлювати «престижні» проблеми фізики елементарних частинок від набагато скромніших повсякденних питань, що, здавалося, мали б бути вирішені в попередні епохи. Жоден інший фізик із часів Айнштайна не приймав настільки всеосяжно виклик усієї природи. Фейнман вивчав тертя на абсолютно відполірованих поверхнях, сподіваючись зрозуміти, як працює тертя взагалі. Він спробував сформулювати теорію, як саме вітер змушує зростати океанські хвилі. Сам він пізніше так описував ці спроби: «Ми ступили в болото й піднімаємо ногу разом із каламуттю». Він дослідив зв'язок між атомними силами та пружними властивостями кристалів, що вони утворюють. Він зібрав експериментальні дані та теоретичні ідеї щодо складання смужок паперу у своєрідні форми, що називаються флексагонами. Він досяг вагомого прогресу — але недостатнього, щоби самому відчувати задоволення — у галузі квантової теорії гравітації, не поміченої Айнштайном. Він витратив роки на боротьбу із проблемою турбулентності у газах та рідинах.

Фейнман підняв фізику на принципово новий рівень, перетворив її на престижну науку, і саме це є чи не найбільшим його досягненням. Навіть тоді, коли йому ще не виповнилося тридцяти років, а серед його опублікованих наукових праць числилися лише докторська дисертація (глибоко оригінальна, але малозрозуміла) та кілька секретних документів в архівах Лос-Аламоса, він уже вважався легендою. Він був головним обчислювачем: у групі вчених він завжди міг запропонувати оригінальний шлях до вирішення складних проблем.

Багато видатних учених, що вважали себе безумовними авторитетами, на жаль, безнадійно програвали в порівнянні із Фейнманом. Його персона була сповнена містичної чарівності, наче постать гладіатора або чемпіона в популярному виді спорту. Утіленню його особистих якостей не заважали ані надмірна пиха, ані зовнішній декор, і саме це підкреслювало нестандартність його розуму. Британський прозаїк Чарлз Персі Сноу, що спостерігав за спільнотою фізиків, вважав, що Фейнману не вистачає «гравітації», яка відчувається в його старших колегах. «Трохи химерний... Він би посміхнувся, якби зрозумів, що поводить себе велично та зарозуміло. Він шоумен, і йому це подобається... здається, наче Граучо Маркс{2} раптом визирає з-поза спини великого вченого». Він нагадував письменникові Айнштейна, що на той час уже був занадто уславленим, щоби хтось пам'ятав «веселого хлопчика», яким той був колись. Можливо, Фейнман також колись перетвориться на міфічну персону. Скоріше, ні. Сноу в ті часи передбачав: «Юнакам буде цікаво зустріти Фейнмана, коли він постарішає».

Одна з команд фізиків, зібрана в рамках Мангеттенського проекту, вперше зустрілася з ним у Чикаго, де він швидко вирішив проблему, що не давала їм спокою протягом місяця. Один із членів команди зізнався пізніше, що вони були вражені контрастом між

невимушено, так би мовити, «непрофесійною» поведінкою Фейнмана та його досягненнями: «Фейнман вочевидь не дотримувався довоєнних академічних норм, як більшість молодих науковців. У нього була виразна постава танцюриста, швидка мова з бродвейським акцентом, пересипана хастлерською^{3} лайкою, та неймовірно енергійний спосіб розмовляти. Фізики швидко познайомилися з його театральним стилем читання лекцій, заснованим на «боббінгу» — він постійно рухався та хитався. Усім було відомо, що Фейнман не здатен протягом тривалого часу лишатися на одному місці. А якщо це траплялося, він якось кумедно зіщулювався, щоби за мить вибухнути гострим питанням до промовця. Урівноваженим європейцям на кшталт Нільса Бора його голос здавався так само американським, як і всі інші, які вони чули в США. Що ж до американців, то вони сприймали його як непідробний нью-йоркський сленг. Утім, усе це не мало значення. «У нас склалося незабутнє враження про цю зірку,— зазначав інший молодий фізик.— Він, схоже, випромінював не тільки слова, а й справжнє світло... Здається, для визначення настільки яскравої особистості колись вживалося грецьке слово *арете*^{4}. Воно йому пасувало».

Фейнман був буквально одержимий оригінальністю. Він мав одну властивість, яка часто призводила його до помилок і невдач: то була готовність, навіть прагнення розглядати дурні, безглузді ідеї, занурюватися в них із головою і раптом опинятися на якихось бічних шляхах, що нікуди не вели. Ця риса цілком компенсувалася блискучим інтелектом. «Дік був здатний досягти будь-чого, бо він був диявольськи розумним,— зазначав один із теоретиків, який добре його знав.— Він дійсно міг підкорити Монблан босоніж». Ісаак Ньютон свого часу казав, що зобов'язаний своїми досягненнями тому, що стоїть на плечах гігантів минулого. Фейнман намагався встояти самотійно завдяки численним

відхиленням — принаймні так здавалося математику Марку Каку, який спостерігав за Фейнманом у Корнеллі:

• • •

Далі — у повній книжці «Геній. Річард Фейнман: життя та наука».
nashaknyga.com.ua