

МІСТИФІКАЦІЯ СУБАТОМНОЇ ФІЗИКИ: ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ

Н.П. Козаченко

... можливо, з історичної випадковості фізики створили надзвичайно потворне формулювання квантової механіки, яке виявилось успішним з точки зору кількісних передбачень, але маскує істинну сутність природи? Цього ніхто не знає...

Б. Грін

Формування уявлень про світобудову починається з усвідомленням людиною своєї можливості пояснювати світ. Незважаючи на постійні спроби чітко відокремити раціональні способи пізнання, людське світорозуміння завжди являло собою раціонально-містичну суміш. Історія розвитку людських знань про світ містить багато прикладів співпраці і навіть змішання науки, філософії, релігії та міфології. Здається, на сучасному етапі розвитку науки можна було б з упевненістю сказати, що вона повністю відійшла як від філософії, так і від релігії. Чимало актуальних питань природознавства здаються вирішеними раз і назавжди в рамках раціонального, наукового підходу, сучасні наукові досягнення якнайкраще демонструють могутність та самодостатність науки. Та кожна спроба досягнути загальну будову світу чи дослідити більш складні його властивості змушує науковців визнавати обмеженість наукового підходу. Фізика як наука, що вивчає фундаментальні основи та закономірності існування та еволюції світу, довгий час розвивалась у співпраці з філософією, але зростаюча складність спеціальних досліджень незабаром залишає філософів далеко позаду в

Актуальні проблеми духовності:
зб. наук. праць / Ред.: Я.В. Шрамко
Вип. 11. — Кривий Ріг, 2010, 276–292 276
ISSN 2076–7382

природознавчих перегонах. Охопити весь спектр досліджень сучасної фізики (зокрема, фізики елементарних частинок), освоїти її складний математичний апарат не під силу людині без спеціальної освіти, більше того, навіть наявність останньої не гарантує успіх. Фізика перестають філософствувати, філософи перестають розуміти фізику, та картина в сучасній фізиці елементарних частинок така, що, мабуть, фізики також перестають розуміти фізику.

Фізика стрімко втрачає своє привілейоване право на адекватне пояснення світу. Причин цьому безліч — світоглядного, соціального, емпіричного характеру тощо. Але однією з вирішальних причин в самій фізиці стала, перш за все, деонтологізація фізики, — усвідомлення того, що фізика не описує реальний світ, а тільки будує його частковій моделі. Фактично, після класичної механіки Ньютона жодна фізична теорія не отримала чіткої інтерпретації. Йдеться не тільки про наочність та доступність цих теорій, але про наявність узгодженого їх трактування, логічно несуперечливої основи, єдиного філософського бачення. Відсутність єдиної концептуальної основи зумовлена не тільки складністю такої побудови, а й неможливістю її створення в рамках конкретної науки, поза загальною філософською системою. На основі вражаючих досягнень прикладних галузей фізики розвивається «рецептурна» методологія, що згодом проникає в фундаментальну науку. Та якщо застосування здобутків прикладної науки говорить саме за себе, то для фундаментальної фізики мірилом успішності все частіше стає тільки відповідна математична теорія. Бурхливий розвиток прибуткових спеціалізованих галузей і поступове згасання більш загальних, менш перспективних досліджень, значне збільшення обсягу інформації, ускладнення досліджень та їх висока обчислювальна ємність, зростання розриву між фундаментальною та прикладною фізикою, вузька спеціалізація науковців та рецептурність наукової методології значно віддалили сучасну фізику від мрії про створення єдиної картини світу. Хоча ідея створення «єдиної теорії всього» залишається актуальною, на тлі вказаних процесів вона стає дедалі містичнішою. Популярний жарт минулого століття, мовляв квантову фізику не можна зрозуміти — доводиться вірити, у сучасній фізиці елементарних частинок практично перетворився на принцип наукового дослідження. Було б перебільшенням стверджувати, що містифікація фізики є виключно сучасним явищем, але саме в останні півстоліття фізики дісталися до тих глибинних пластів матерії, дослідження яких здається шляхом до прояснення фундаментальних властивостей фізичного світу. Дійсно, саме дослідження субатомних структур матерії здається

подібним до «зустрічі з Творцем», та крім того, існує ряд причин об'єктивного характеру, що викликають подальшу містифікацію фізики.

Неможливість безпосереднього спостереження субатомних явищ

Намагаючись розгадати таємниці матерії науковці потрапляють у світ ненаочного, неочевидного, суперечливого, недоступного безпосередньо. Події, що розгортаються на субатомному рівні, суперечать повсякденному досвіду, інтуїції, здоровому глузду людини — виміряти, описати, пояснити такі процеси надзвичайно складно. Одна з найважливіших проблем сучасної фізики зосереджена навколо вимірювання безпосередньо неспостережуваного. Вимірювання — це процес взаємодії двох явищ, одне з яких представляє інше зрозумілим для нас способом. Опосередковано досліджуючи явище, ми тим самим зводимо теоретичну навантаженість факту в ступінь, що визначається поетапною складністю вимірювань. Розширивши теоретичну навантаженість фактів до теоретичної навантаженості вимірювань, отримуємо ще одне свідчення того, що фізика безпосередньо не описує реальний світ. «Складні чутливі прилади сучасної експериментальної фізики проникають у глибини субмікроскопічного світу, в області, віддалені від нашого макроскопічного середовища, і роблять їх доступними для чуттєвого сприйняття. І все-таки ми можемо судити про них тільки за останньою ланкою в ланцюжку реакцій — за клацанням лічильника Гейгера, за темними цятками на фотопластині. Ми сприймаємо не самі явища, а їх сліди. Сам же атомний і субатомний світ прихований від нас», — пише Фрітц Капра в роботі з символічною назвою «Дао Фізики» [8, с. 21].

Неоднозначність термінології

Безперечно, деякою мірою ми пізнаємо субатомний світ і отримуємо про нього знання. Але ці знання суттєво відрізняються від наших знань про макросвіт — вони не сприймаються чуттєво, безпосередньо. Знання фізиків про субатомний світ не наочні і знову зазнають деформації в процесі опису їх засобами природної мови. «Проникаючи в товщу речовини, ми повинні відмовлятися від образів і понять звичайної мови» [8, с. 22]. «Науково-дослідна перспектива Товариства Макса Планка» полягає в підвищенні обізнаності громадськості про неперехідну цінність фундаментальних досліджень. Для реалізації цього завдан-

ня необхідне чітке і виразне роз'яснення суті сучасних досліджень і майбутніх перспектив у чіткій, зрозумілій і цікавій формі [?]. Але відсутність мови, за допомогою якої фізики могли б популяризувати свої дослідження або хоча б оформити їх, значно посилює містифікацію фізики, надаючи їй рис герметичної науки.

Для фізики елементарних частинок характерне застарівання термінів, — атом давно не розглядається єдиним і неподільним, але за аналогією його компоненти були названі «елементарними» частинками, які з часом також виявилися не елементарними. На зміну елементарним частинкам прийшли фундаментальні частинки — кварки (тут слід відмітити традиційне запозичення назв з науково-фантастичних романів). Назви для властивостей елементарних частинок повинні розрізнятися на інтуїтивному рівні, тому властивість₁, властивість₂ не підходять. У результаті кварки стають зачарованими і дивними, властивості неспостережуваних частинок називають кольором і ароматом, змінні квантування поля взаємодії кварків — духами. Таким чином, фізики опиняються в ситуації, коли, не маючи можливості сказати ясно, вони змушені говорити хоч якось і вжита термінологія породжує цілу купу ненаукових образів, які істотно ускладнюють розуміння суті теорії, тим більш для неспеціалістів.

Математизація фізики

Вийшовши за межі чуттєвого сприйняття, фізикам все важче опиратися на здоровий глузд. «Подібно містикам, фізики нині мають справу з реальністю, що не сприймається чуттєво і, подібно містикам, стикаються з парадоксами цієї реальності. Тому моделі та образи сучасної фізики стали споріднені моделям і образам східної філософії» [8, с. 22]. Інтуїтивне розуміння фізичної реальності також утруднене за рахунок принципової неможливості спостерігати її субатомні рівні. У давній суперечці, що важливіше, інтуїтивне розуміння явища чи математична строгість, поступово починає перемагати математика, хоча на початку ХХ століття фізики були незрівнянно популярнішими за математиків навіть з урахуванням серйозності математичного вкладу. Але математика тим більш не описує реальний світ і відсутність в звичайній мові засобів для адекватного опису отриманих результатів математику ніколи не турбувало. Більш того, математика регулярно претендує на створення власної універсальної мови для опису результатів у всіх областях свого застосування.

Є й принципове розходження в оцінці фізикою та математикою ре-

зультатів своєї роботи. З точки зору математики, в процесі розвитку наука спрощує свої основи, хоча експлікація наслідків теорії часто буває математично складнішою від самої теорії. З точки зору фізики — навпаки, наука розвивається від простого до складного. І якщо фізики спокійно ставляться до того, що світ, можливо, влаштований набагато складніше, ніж здається, то математики в цьому відношенні непохитно займають редукціоністську позицію.

Складність експериментальної перевірки

Серйозною проблемою сучасної фізики субатомних частинок можна назвати тривалість аналізу експериментальних даних. Результати експериментів, що проводяться на прискорювачах, можуть інтерпретуватися протягом декількох років. За цей час теоретичні дослідження істотно просуваються. Відставання експериментального підтвердження, коли передбачені властивості підтверджують (або й спростовують) через десятки років, не заважає фізикам використовувати їх як основу для подальших досліджень у рамках узгодженого математичного апарату. Відставання експерименту також зумовлює наявність великої кількості конкуруючих теорій у фізиці, адекватність яких оцінюється не стільки їх передбачувальною потужністю, а узгодженістю їх теоретичної бази.

Цінність супутніх досліджень

Найбільш суперечливим є той момент, що досягнення сучасної фізики не використовуються безпосередньо для зміцнення теорій фундаментальної фізики. Пошук необхідних підтверджень вимагає все більших потужностей і розробок, які знаходять свою реалізацію в інших сферах. Розробка високих енергій, складних комп'ютерних систем, надпровідності і кріогеніки, необхідних для прискорювачів частинок, зараз задіяні в найнепередбачуваніших областях. Фактично, фундаментальна фізика субатомних частинок мало цікавить людей, які займаються виділенням коштів на дослідження, більш вигідним виявляється побічний продукт, який може бути застосований в медицині, військовій промисловості, комп'ютерній технології і подібних галузях. Фізиків регулярно відвідують думки про те, що сучасні відкриття нарешті з'ясують суть матерії, але подальші експерименти і теоретичні передбачення змушують науковців змінювати свої уявлення. З іншого боку, «людство має бути вдячне природі за надану можливість розвивати

свої здібності і технології, вкладаючи кошти в наукові дослідження, а не в гонку озброєнь» [1]. Звичайно, новітня історія показує активне використання наукового продукту фізичних досліджень далеко не в мирних цілях і, в деякому розумінні, можна говорити про єдиного замовника таких досліджень. Але, безперечно, природа матерії до цих пір залишається загадкою для вчених.

Наведені суперечності сучасної фізики не вичерпують складний комплекс причин, що визначає наявний стан фізики елементарних частинок. Складність дослідження явищ, недоступних для сприйняття, труднощі з термінологією, експериментом чи фінансуванням давно супроводжують розвиток фізики й можуть спричинити містифікацію науки лише в комплексі з суспільними, політичними та світоглядними змінами, тому варто приділити увагу головній «містифікації» сучасної фізики — глобальній теорії, що здатна охопити всю фізичну реальність від субатомного рівня до космічних масштабів.

Єдина Теорія Всього: претенденти та мрії

Суттєвою особливістю розвитку фізичних теорій є дотримання принципу відповідності: кожна більш глобальна теорія включає попередню в рамках її застосовності [2]. Проявом цього принципу є неухильне прагнення фізиків побудувати деяку глобальну теорію, яка могла б пояснити будову матерії на основі об'єднання відомих типів взаємодій. Такі побудови називають теоріями Великого Об'єднання.

Сучасна фізика вивчає чотири фундаментальних взаємодії — гравітаційну, електромагнітну (між електричними зарядами і магнітами), сильну (що утримує кварки у складі адронів і нуклони в складі атомного ядра), слабку (деякі типи реакцій радіоактивного розпаду, наприклад, бета-розпад нейтрона). Відповідно до теорії квантової електродинаміки (КЕД) прояви слабкої та електромагнітної взаємодій обумовлені різною масою квантів поля — переносників взаємодій. Переносником електромагнітної взаємодії є безмасовий фотон, а слабкої — бозони із масою набагато важче маси протона [1].

Квантова теорія сильної взаємодії елементарних частинок, квантової хромодинаміки (КХД), виникла на початку 1970-х років. Згідно КХД переносниками сильних взаємодій є 8 глюонів. Кварки притягуються, обмінюючись глюонами, і таким чином утворюють адрони. На даному етапі відомо кілька сотень адронів. Адрони з цілим спіном називають мезонами, а з напівцілим — баріонами. Звичайні мезони складаються з пари кварк-антикварк, а баріони — з трьох кварків. За

результатами аналізу експериментальних даних за 2008 рік, опублікований звіт про виявлення тетракварка [10]. Нещодавно були відкриті пентакварки — екзотичні адрони, що складаються з п'яти кварків.

Квантова електродинаміка (теорія електрослабкої взаємодії) та квантова хромодинаміка (теорія сильної взаємодії) дозволяють пояснити практично всі явища у світі елементарних частинок і об'єднують три з відомих типів взаємодій. Очікується, що в найближчі роки будуть знайдені безспінові бозони Хігса, які потрібні для обґрунтування КЕД¹. На нових потужних прискорювачах частинок очікується відкриття нових важких частинок, передбачених сучасними теоріями Великого об'єднання. Поза теоретичними побудовами залишається тільки гравітаційна взаємодія. Завдання сучасної математичної фізики полягає в побудові Єдиної теорії поля, яку часто називають Єдиною теорією всього. Фактично, історія фізики надає яскраві приклади об'єднань взаємодій в одне, тому побудова Єдиної теорії, яка буде включати і гравітаційну взаємодію, здається цілком закономірною.

Стандартна Модель

Досить тривалий час фізики оперують двома теоріями: квантовою теорією поля (КТП) і загальною теорією відносності. До середини ХХ століття ці дві рівногеніальні теорії здавалися також рівнонесумісними. Основною теорією, яка поєднує три з відомих взаємодій (крім гравітаційної), на даний час вважається Стандартна Модель (СМ), в рамках якої частинки взаємодіють одна з одною за допомогою калібрувальних полів.

Основні принципи СМ можна пояснити виходячи з наявності двох типів частинок: ферміонів — будматеріалу речовини і бозонів — переносників взаємодії. Грубо кажучи, стандартна модель працює з двома основними проявами фізичного світу: речовиною та взаємодією, властивості яких визначаються особливостями частинок, з яких вони утворені. Фактично, різні форми і прояви матерії за СМ є результатом наявності великої кількості різних субатомних частинок, що володіють різними властивостями, виконують різні функції, але, ймовірно, можуть бути впорядковані за деякими законами симетрії.

У ролі фундаментальних елементів матерії виступають кварки і лептони, що об'єднуються в групи по два. Найпоширеніші і легкі квар-

¹Великим розчаруванням науковців з цього приводу став Великий Адронний Колайдер — бозон Хігса не зафіксували, хоча й мотивували це тим, що прискорювач не працював на повній потужності.

ки називають верхнім і нижнім; кварки, що утворюють другу пару — зачарованим і дивним, кварки третьої пари — істинним і красивим. Інший «будматеріал» — лептони також можна попарно відсортувати.

Кожна взаємодія здійснюється за рахунок конкретних частинок. Переносниками сильної (кольорової) взаємодії є глюони, що не володіють ні масою, ні електричним зарядом. Електромагнітна взаємодія відбувається за допомогою обміну квантами електромагнітного випромінювання (фотонів). Так, закон всесвітнього тяжіння Ньютона і закон Кулона мають однакоє за формою математичне формулювання саме тому, що в обох випадках переносниками взаємодії є частинки, позбавлені маси спокою: фотони і глюони. Гравітаційна взаємодія передається за допомогою гравітонів, але експериментально їх існування ще не доведене. Слабку взаємодію передають калібрувальні бозони. Слабкі взаємодії проявляються лише на виключно малих відстанях, сильні взаємодії також проявляються лише на мікроскопічних відстанях.

У рамках Стандартної Моделі відомим типам сил відповідає деяка симетрія. Всі три типи взаємодій вимагають виконання постулату симетричності трьох типів калібрувальних перетворень. Глюони — переносники сильної взаємодії утворюють групу симетрії $SU(3)$, важкі калібрувальні бозони — переносники слабкої взаємодії — утворюють групу симетрії $SU(2)$, фотони — переносники електромагнітної взаємодії — утворюють групу симетрії $U(1)$.

Розроблені теорії всіх чотирьох типів взаємодії експериментально перевірені на прискорювачах, в лабораторіях і у космічному просторі. Квантова теорія калібрувальних полів (вона ж Стандартна Модель) об'єднує три типи взаємодій (окрім гравітаційної) і є загальноприйнятою в сучасній фізиці елементарних частинок. Теоретичною основою гравітаційної взаємодії залишається загальна теорія відносності. Процеси, що спостерігаються на сучасних прискорювачах, в більшості описані, але також існує ряд явищ, які не вкладаються в рамки СМ. Крім неможливості об'єднати гравітаційну взаємодію з електрослабкою і сильною, щодо Стандартної Моделі виникає ряд інших методологічних питань.

- У рамках СМ не передбачається обґрунтування існування саме чотирьох виявлених типів взаємодії. Теоретично можливі інші види силових взаємодій, не виявлені до цих пір. Чому не проявляються інші види взаємодій і чи не з'являться вони, якщо розглянути іншу теоретичну основу?
- Стандартна модель не дає пояснення існуванню саме трьох груп

кварків і лептонів, а також замовчує можливість відшукування інших подібних груп симетричних частинок. Також немає відповіді на питання про причини виникнення настільки різноманітного «будматеріалу» матерії.

- СМ не дає пояснення властивостям субатомних частинок, самі частинки та їх параметри приймаються теорією як вхідні дані. Тому теорія має неприпустиму гнучкість, — якщо експериментатори відкриють якусь нову частинку, її експлікація в СМ може бути отримана простим доповненням вхідних параметрів теорії.
- Деякі параметри, що вводяться СМ, теоретично обґрунтовані, але більшість фундаментальних величин носять експериментальний характер (що, в загальному випадку, є традиційним для фізики). Наприклад, стала тонкої структури, що визначає інтенсивність електричного силового поля, обчислюється виключно шляхом вимірювань. Теоретичного обґрунтування, чому ця величина дорівнює приблизно $1/137$, в рамках СМ немає.

Безсумнівно, є підстави вважати, що всі фундаментальні взаємодії вдасться об'єднати. Але порівняння сильної і електрослабкої взаємодій можливе тільки при дуже високих енергіях, порядку 1016 GeV. Згідно Стандартної Моделі, гравітаційна взаємодія зрівняється за силою з попередніми взаємодіями при енергіях порядку 10¹⁹ GeV. На рівні експерименту ці шаблі «квантової драбини» [3] в даний час недоступні й навряд будуть досягнуті в найближчому майбутньому.

Поряд зі Стандартною моделлю теоретики розробляють цілу низку альтернативних описів навколишнього світу, в рамках яких також пророкують появу нових частинок. Таким чином, кожна відкрита частинка — це одночасно і шанс підтвердити конкурентноздатність альтернативної теорії і привід удосконалити СМ.

Починаючи з 80-х років ХХ століття спостерігається серйозний застій у фізиці елементарних частинок. Стандартна модель і загальна теорія відносності повністю описують всі взаємодії та підтверджені фактами. Частина теорій, які в подальшому розвиваються за рамками СМ були успішно фальсифіковані, частина виявилися принципово неспростовними через відсутність унікальних передбачень. Існує також частина теорій, які поки що не можуть бути фальсифіковані з двох причин: результати цих теорій підтверджують стандартну модель, а передбачення не можуть бути експериментально перевірені на сучасних рівнях енергії. До числа таких теорій належить теорія струн,

яка зараз активно розвивається. Сьогодні це найбільш перспективний кандидат в теорії великого об'єднання. Теорія струн являє собою дуже специфічне явище навіть на тлі різноманітних і складних інтерпретацій квантової теорії поля. У даній роботі ми лише коротко відзначимо деякі особливості теорії струн, не заглиблюючись у подробиці. З популярним викладом основних ідей струнної теорії читач може ознайомитися, прочитавши роботу Б.Гріна «Елегантний Всесвіт» [7].

Теорія Струн

Основна ідея струнної теорії полягає в тому, що єдиним конструктором для всіх різноманітних форм матерії є не точкова частинка, а одновимірною струна. Різні моди коливань струни породжують все розмаїття субатомних частинок. Струнна теорія має низку незаперечних переваг. Перш за все, вона дає єдину експлікацію всім групам елементарних частинок. Властивості субатомних частинок та константи різних взаємодій визначаються резонансними модами коливань, реалізованими внутрішніми струнами цих частинок. Як приклад, Б.Грін наводить залежність маси частинки і амплітуди коливання, тобто енергії струни, що коливається: «Маса елементарної частинки визначається енергією коливання внутрішньої струни цієї частинки. Внутрішні струни більш важких частинок здійснюють більш інтенсивні коливання, струни легких частинок коливаються менш інтенсивно» [7, с. 101]. Маса, енергія, spin, заряд, які несе частинка, визначаються типом коливання її внутрішньої струни. Константи слабкої і сильної взаємодії, характеристики частинок, що переносять взаємодії, визначаються так само. Фотони, калібрувальні бозони слабкої взаємодії і глюони — всього-навсього інші моди коливань струн. Слід зазначити, що характеристики деякого типу резонансних коливань струн збігаються з очікуваними властивостями гравітонів — квантів гравітаційної взаємодії, тим самим підтверджуючи можливість об'єднання всіх відомих типів взаємодії у формалізмі теорії струн. Фактично струни являють собою єдину субстанційну основу для всіх форм і способів існування матерії. Поза теорією струн прийнято вважати, що елементарні частинки субстанційної основи різні і являють собою «цеглинки» з різного матеріалу, комбінації яких породжують різноманіття матеріального світу. Струнна теорія розглядає кожну елементарну частинку як струну, при цьому всі струни абсолютно ідентичні, різні тільки моди їх коливання, які визначають характеристики і поля, і речовини.

У рамках теорії струн стає можливим об'єднання загальної теорії

відносності (ЗТО) та квантової теорії поля (КТП), які не можуть бути узгоджені в рамках точкового підходу. Причиною для неможливості такого об'єднання в тому числі стало уявлення про просторово-часовий континуум. Континуальний, гладкий, однорідний простір-час у космічних масштабах застосовності ЗТО, перетворюється на «квантову піну» на субпланкових масштабах КТП. У рамках струнного подання ця проблема знімається однозначним встановленням межі досліджень, спостережень, подальшої подільності і таким чином, застосовності теоретичної фізики взагалі. Приймаючи струну за фундаментальну складову матерії, фізики тим самим постулюють неможливість існування більш дрібних матеріальних об'єктів. Теоретичною передумовою для такого висновку слугує головний метод дослідження у сучасній фізиці, що полягає у зондуванні досліджуваного об'єкта більш дрібними частинками. Зондувальна здатність частинки обернено пропорційна довжині її хвилі, тобто прямо пропорційна енергії частинки. Нескінченно підвищуючи енергію точкової частинки можна зменшувати її довжину хвилі і таким чином досліджувати нескінченно глибокі шари субатомної «цибулини» нескінченно малими зондами. Теоретичні дослідження показують, що збільшуючи енергію струни, можна скоротити її до мінімальної просторової довжини порядку планкових масштабів 10^{-33} м, але подальше збільшення енергії струни призведе до збільшення її розмірів. Таким чином, флуктуації простору, що виникають на субпланкових масштабах і призводять до протиріччя між ЗТО і КТП, принципово не можуть бути зареєстровані в струнній теорії. Прийняття теорії фундаментальних струн тягне встановлення однозначної межі подільності субатомних частинок в масштабах планкової довжини. Струна занадто довга, щоб відчувати вплив флуктуацій простору при розмірах менших 10^{-33} м, тому в певному сенсі можна сказати, що в рамках теорії струн таких флуктуацій просто не існує.

Прийняття концепції струнної будови матерії визначає перспективи вирішення багатьох онтологічних питань, з яких ми розглянули лише питання про єдину субстанційну основу матерії і межі подільності елементарних частинок. Крім того, в рамках теорії струн здається можливим пояснити походження і характеристики фундаментальних фізичних величин, побудувати й обґрунтувати відповідну геометричну фізику простору і часу, екстраполювати отримані результати як у масштабах дійсного Всесвіту, так і в ретроспективі його зародження.

Незважаючи на очевидну онтологічну цінність струнного підходу, відповідні йому теорії мають ряд серйозних методологічних проблем. Перш за все, варто відзначити, що існує 5 різних теорій струн. Насту-

пні теоретичні пошуки нашо́вхнули деяких вчених на думку, що всі різновиди теорії струн можуть бути об'єднані в рамках одного формалізму, так званої М-теорії. Але об'єднання в єдину теорію не вирішує властивих струнній теорії проблем, деякі з яких розглянемо далі.

Неможливість візуалізації

Геометрія простору-часу, описувана теорією струн потребує наявності десяти вимірів. Об'єднана М-теорія дозволяє позбутися від квантових протиріч лише в одинадцятивимірному просторі-часу. Навіть володіючи прекрасною просторовою уявою, людина не в силах представити подібну конструкцію. Крім того, наявність 7 додаткових вимірів ніяк не встановлена експериментально, хоча гіпотези про додаткові виміри висловлювалися неодноразово. Для обґрунтування їх існування струнна теорія використовує теоретичний механізм згортання вимірів в деякі складні алгебраїчні структури (простори Калабі-Яу), протяжність яких знаходиться в межах планкової довжини. Проблема також полягає в тому, що способів згортання безліч і поки що не існує методу вибору. А так як саме геометрія згорнутих вимірювань визначає властивості фундаментальних сталих нашого світу, відшукування такого методу дуже актуальне.

Складний математичний апарат

Рівняння, які описують кожну теорію, мають безліч розв'язків. Основна проблема полягає в тому, що рівняння кожної теорії струн настільки складні, що фізики користуються лише їх наближеними варіантами. Таким чином, фізики опинилися в ситуації, коли їм доводиться шукати наближені розв'язки наближених рівнянь. Струнна теорія, що свого часу викликала радість фізиків перспективою створення універсальної моделі світу, сьогодні може бути лише приведена у відповідність з відомими характеристиками матеріального Всесвіту за додаткових умов. Маючи значний пояснювальний потенціал, в цьому смислі теорія струн не просунулася далі стандартної моделі. Здається, що фізики просто не мають можливості витягнути відомості про фундаментальну структуру матерії, приховану у теоретичних нетрях теорії струн.

Незалежність від експерименту

Розробники теорії струн в даний час опинилися в свого роду експериментальному вакуумі. Занадто складно провести паралель між те-

оретично розрахованими властивостями струни і явищами, які ми можемо спостерігати. Запропоновані на даному етапі експерименти для підтвердження теорії струн не можуть ні підтвердити, ні спростувати її. Найчастіше пропонують експерименти, пов'язані з властивостями субатомних частинок. Відповідно до теорії струн, у кожній частинки повинен існувати суперпартнер. Маса суперсиметричних часток поки не уточнена, але для них можуть бути зазначені константи взаємодії. Експериментальне виявлення суперпартнерів відомих частинок не зможе однозначно підтвердити теорію струн, тому що має місце і в точкових теоріях. Але виявлення суперпартнерів також не зможе поставити під сумнів теорію струн, тому що їх маса просто може виявитися занадто великою для виявлення на сучасних рівнях енергії.

Унікальним пророкуванням теорії струн є можливість існування субатомних частинок з не напівцілим дробовим зарядом. Величина заряду $1/3e$, $1/53e$ і подібні визначаються геометрією згорнутих вимірів. Виявивши частинки з дробовим зарядом, можна буде відсіяти ту частину згорнутих вимірювань, які не мають відповідної геометрії. Але кількість способів згортання вимірювань залишиться все ще занадто великою. Крім того, не виявивши частинок із дробовим зарядом, не можна зробити висновок про їх неможливість, тому що знову ж таки їх маса може виявитися занадто великою для виявлення на сучасних рівнях енергії.

Обмеження вимірювань

Теорія струн встановлює чітку межу мінімального розміру, який взагалі може бути досліджений. Математичне подання теорії дає два можливі способи вимірювання довжини, які за своєю суттю рівноцінні, але дають протилежні результати. Використовуючи один із цих способів, ми отримуємо дані про величезний Всесвіт, що розширюється; використовуючи другий — мікровсесвіт, що стискається, виміри якого менше планкової довжини. При цьому, один із способів досить легкий в реалізації, другий же незрівнянно важчий і, як мінімум, вимагає абсолютно іншого визначення довжини, істотно відмінного від нашого інтуїтивного розуміння. Планкова довжина — це саме та точка екстремуму, при переході через яку легкий спосіб стає важким. Таким чином, маючи можливість використовувати тільки легкий спосіб вимірювань, ми не зможемо дослідити масштаби, менші планкової довжини. Наявність межі вимірювань породжує серйозні наслідки як для фізики елементарних часток, так і для космології.

Нескінченна кількість частинок

Струна може мати нескінченну кількість мод резонансних коливань, кожній моді відповідає певна частка, отже має існувати нескінченне число елементарних частинок. З онтологічної точки зору це вказує на нескінченну різноманітність форм матерії, але в теоретичній фізиці це припущення викликає деяке здивування. Втім, як і багато інших проблем, пов'язаних з експериментальним підтвердженням, «струністи» вирішують це питання приписуванням переважній більшості частинок надвеликої маси, яку експеримент не в силах виявити на сучасних рівнях енергії.

Методологічні проблеми сучасної фундаментальної фізики не вичерпуються наведеним списком, але, незважаючи на те, що до них примикає ряд проблем іншого характеру, слід взяти до уваги істотні досягнення сучасної фізики, без яких людина вже не мислить свого існування. На жаль, слід згадати значне віддалення фундаментальної фізики від прикладної. Розвиток окремих областей часом дає результати, які можуть бути витлумачені як підтвердження або спростування певної теоретичної конструкції, але наукове співтовариство вважає за краще не інтерпретувати їх в цьому ключі².

Говорячи метафоричною мовою сучасної популярної науки, здається, що фізики виростили величезний баобаб елементарних частинок в очікуванні скуштувати плоди. Кожна нова теорія прищеплюється до стовбура і з часом доповнює його могутню крону. Але поки баобаб не плодоносить, з його деревини побудували палаци не лише фізика, але і суміжні науки. У благодатній тіні розвиваються найрізноманітніші наукові дослідження, в рамках яких формулюються то теорії безплідності баобаба, то способи його плідної модифікації. Натхненні широтою своїх знань, фізики вирішили зростити нове Струнне дерево, ймовірно плодоносне і набагато густіше. Спосіб вирощування поки що видається занадто важким і не ясно, чи виправдає результат витрачені ресурси. Звичайно, можна спробувати розводити іншу рослинність, та як відмовитися від прекрасної мрії, на розвиток якої вже витрачено стільки сил та ресурсів...

Підводячи підсумок, відзначимо деякі яскраві моменти, що показують посилену містифікацію субатомної фізики. Перш за все, варто відмітити занадто велику відмінність теоретичного представлення мікросвіту від доступного досвіду та інтуїтивно прийнятного макросвіту.

²Наприклад, всі фотони лазерного пучка когерентні, мають певну фазу та частоту, а це суперечить принципу невизначеності.

Дійсно, людині занадто складно прийняти протиріччя, що виникають як закономірні наслідки такого представлення. Та замість того, щоб витратити свої зусилля на пояснення важкої для інтерпретації, але практично досить плідної теорії³, фізики вважають за краще розвивати більш глобальні теорії, в рамках яких можливо коли-небудь знайдеться інтерпретація попередніх. Все більше розділів фундаментальної фізики відсуваються на другий план і, забуваючись з часом, згодом видаються не просто складними для розуміння, а дивовижними і неосяжними.

Не маючи можливості пояснити свої концепції, фізики починають їх проповідувати, перетворюючи суперечливість теорії в її перспективність, неможливість експериментальної перевірки — в незаперечність, надскладність — в описову потужність. Яскравим прикладом тому є згадана вище теорія струн, силами своїх засновників сьогодні майже перетворена на релігію. Стати адептом такої теорії — найпростіший спосіб долучитися до наукової спільноти, а відмова сповідувати її принципи загрожує крахом наукової кар'єри [11]. Але слідувати запропонованому шляху досить вигідно, тому що струнна теорія пропонує величезний вибір сфери досліджень: від теорії груп до астрофізики. Популяризатори, чи можливо, пророки теорії струн, вміло перетворюють її недоліки в переваги, пропонуючи нові горизонти дослідження в рамках формалізму, що об'єднує всі види теорії струн і 11-вимірну супергравітацію. Конструкція отримала назву М-теорії, де М за бажанням розшифровується як магічна, містична, материнська тощо. Науковці, які сповідують «струнізм», зацікавлені в подальшій містифікації власної теорії, адже це звеличує їх вклад, додає авторитету і поваги, а найголовніше, знижує шанси спростування теорії «іновірцями». Силкові методи регулювання відомі в історії науки як більш-менш локальні явища, сьогодні ж ми маємо справу з глобальним «струнізмом», який триває понад 30 років. Теорія струн може виправдати очікування, повністю або частково, але специфіка таких глобальних досліджень полягає насамперед у тому, що вони занадто ризиковані — теорія може виявитися повним провалом. Струнні теорії охоплюють настільки велику кількість тривалих і розгалужених досліджень, що їх крах означатиме особистий крах тисяч вчених, які віддали цій теорії десятки років свого життя.

Не можна обійти й фінансовий бік справи, адже фундаментальні дослідження, особливо на сучасному етапі розвитку, надзвичайно

³Йдеться, перш за все, про квантові теорії.

ресурсомісткі і агресивний проповідницький спосіб просування теорії часто виявляється фінансово успішним, але такий спосіб просування теорії руйнує самі принципи розвитку науки. Розвиток конкурентноспроможних теорій не підтримується і не заохочується науковою спільнотою, натомість активно розвивається теорія струн, основними характеристиками якої, на думку її прихильників, є перспективність та естетична краса. Сама ж теорія при цьому залишається до кінця не оформленою і, відповідно, нездатною робити прогнози, які можна було б перевірити хоча б в майбутньому. Претензія теорії струн на величезні пояснювальні потужності та, як наслідок, беззаперечну перспективність, методологічно не виправдана, адже в даному випадку не теорія пояснює факти, а явища фізичного світу вписуються в теорію, а саме такий шлях звичайно характерний для містичних концепцій.

Причини містифікації теорії струн не варто ототожнювати лише з економічними, соціальними та іншими особливостями сучасного суспільства. В основі такого стану справ, крім всього зазначеного, лежить розрив фізики і філософії. Ще півстоліття тому побудова фізичної теорії вважалася неможливою без філософського осмислення фундаментальних основ світу. З другої половини ХХ століття першість забирають точність обчислень, складність і краса математичного опису фізичної теорії, які стають основою методології сучасної фізики. Результатом такого підходу стала Стандартна Модель, але вона не є самостійною побудовою, а лише обчислювальною реалізацією філософської концепції, створеної в результаті довгих дискусій фізиків-філософів Планка, Бора, Ейнштейна, Маха, Пуанкаре, Гейзенберга, Рейхенбаха, де Бройля та інших. Яскравим наслідком віддаленості фізики й філософії стала обчислювально-рецептурна методологія сучасних досліджень, яка унеможливує побудову цілісної теоретичної конструкції.

Побудова філософського фундаменту передбачається як необхідна умова розв'язання фундаментальних проблем фізики. За відсутності цілісної філософської концепції неможливе обґрунтування квантової теорії поля (знаходження її реалістичної інтерпретації), побудова теорії квантової гравітації (згадуване об'єднання ЗТО і КТП), обґрунтування субстанційної єдності речовини і поля (єдине походження субатомних частинок) та інших, багато в чому філософських питань природознавства. Наблизитись до вирішення проблем, що стоять перед фундаментальною фізикою, неможливо тільки шляхом побудови складних математичних конструкцій, уточненням розрахунків та популяризацією перспективних теорій. Питання такого роду вимагають

плюралістичного та критичного підходу до вибору теоретичних моделей у тісній співпраці з філософією.

1 Бібліографія

- [1] Барков Л.М. Роль эксперимента в современной физике // Философия науки. — 2001. — № 3(11). — С. 148-156.
- [2] Бор Н. Квантовая механика и физическая реальность // Избранные научные труды. — М.: Наука, 1971. — Т. 2. — С. 139-147.
- [3] Вайцзеккер К.Ф. Физика и философия // Вопросы философии. — 1993. — № 1. — С. 115-125.
- [4] Вигнер Е. Этюды о симметрии. — М.: Мир, 1971.
- [5] Визгин В.П. Границы новоевропейской науки: модерн / постмодерн // Границы науки. — М., 2000. — С. 192-227.
- [6] Гейзенберг В. О наглядном содержании квантотеоретической кинематики и механики // Успехи физических наук. — 1977. — В. 8. — Т. 122. — С. 651-671.
- [7] Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — М.: Едиториал УРСС, 2004.
- [8] Капра Ф. Дао физики. Общие корни современной физики и восточного мистицизма. — М.: София, 2008.
- [9] Электронный ресурс Института Макса Планка по ядерной физике <http://www.mpg.de/english/institutesProjectsFacilities/instituteChoice/index.html>
- [10] Ali A., Hambrock C., Aslam Jamil M. Tetraquark Interpretation of the BELLE Data on the Anomalous $\Upsilon(1S)\pi^+\pi^-$ and $\Upsilon(2S)\pi^+\pi^-$ Production near the $\Upsilon(5S)$ Resonance // Phys. Rev. Lett. 104, 162001 (2010).
- [11] Smolin L. The Trouble With Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next. — Mariner Books, 2007.

Надійшла до редакції 17 червня 2010 р.