

КОСМОМІКРОФІЗИКА – НОВА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

**О. М. Кравченко, кандидат філософських наук
Інститут філософії ім. Г. С. Сковороди НАН України**

Показано формування нових основ фізики, потужний вплив цих процесів на сучасне розуміння Всесвіту, методологію наукового дослідження.

Методологія, світогляд, космомікрофізика, сучасна теорія.

Епохальні відкриття і концептуальне оновлення сучасної космомікрофізики поставило принципово нові методологічні і світоглядні проблеми, вирішення яких зруйнувало усталені уявлення про Всесвіт і способи його пізнання. Слідом за квантовою і релятивістською революціями початку ХХ ст. у фізиці відбулися нові революції кінця ХХ ст., пов'язані з теоріями суперструн та квантової петлевої гравітації. Вони не просто перевернули вже усталену концепцію реальності, вони змінили класичну методологію дослідження. За великим рахунком ми залишилися з двома базовими принципами, швидше схожими на віру в саму можливість пізнання, а саме: по-перше, існує об'єктивна реальність, Всесвіт, який не може бути безглуздо незакономірним, і отже, по-друге, його можна пізнати, спираючись на попередні знання і експеримент, що крок за кроком закріплює і об'єктивує в нашій свідомості *осмислену сутнісну складову реальності* Всесвіту. Це – ейнштейнівська віра в достовірність перевіреного дослідним шляхом знання як факт (як герменевтично трансформоване свідчення) існування осмисленої сутнісної складової реальності Всесвіту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Донедавна вважалося, що, хоча існують певні обмеження на повнооб'ємну фіксацію експериментально виявленої реальності, генеральних обмежень на цей методологічний принцип не повинно існувати. Проте, як виявилось у сучасній космомікрофізиці, не все так просто. Насамперед, кардинально змінюється уявлення про об'єкт пізнання і його відображення в теорії, а також уявлення про саму теорію. Причина полягає в тому, що, з одного боку, на передньому краї фізичних досліджень, як виявилось, ми можемо мати лише герменевтично побудовані (в контексті ейнштейнівської віри в існування осмисленої сутнісної складової реальності Всесвіту) фундаментальні теорії. З другого боку, хоча ці сучасні, герменевтично побудовані, теорії пропонують математично строго осмислену онтологію, остання лежить далеко за межами експериментальної фіксації. Так, знамениті струнна теорія і теорія петлевої квантової гравітації не можуть бути прямо експериментально перевірені. До того ж, сама теорія стає невиправдано (і разом з тим, об'єктивно) *багатоваріантною*. Найпопулярніша суперструнна фізична

теорія, наприклад, має 10^{1500} математично строгих, цілком осмислених варіантів.

У сучасній теоретичній фізиці замість класичного поняття єдиної фундаментальної теорії з'являється поняття *ландшафту теорій*, а з ним – ландшафту теоретичних рішень найважливіших фізичних проблем [9]. Тим самим втрачається класичне поняття перевірки теорії або поняття здатності теорії бути верифікованою. Справді, навіть якщо обмежитися тими теоріями з ландшафту, які напевне узгоджуються зі спостереженнями, їх буде така гігантська кількість, що деякі з них завжди будуть давати бажану (інакше кажучи, яку завгодно!) відповідь. Звідси випливає можливість величезної кількості герменевтично породжених (з огляду на ейнштейнівську сутнісну складову Всесвіту, методологічно прийняту сучасною космомікрофізикою) "реальностей".

Звичайно, цієї дивовижної неоднозначності і теорії, і об'єкта пізнання не було б, якби ми могли дослідити, скажімо, так званий струнний масштаб відповідних явищ і добути свідчення на користь існування одномірних фундаментальних об'єктів – суперструн, які прийшли у фізику замість донедавна звичного об'єкта фізичного пізнання – елементарних частинок. Але ми технічно не можемо, і навряд колись зможемо, провести такі експерименти на прискорювачах у межах необхідних для цього енергій.

Мета дослідження – показати формування нових основ фізики, потужний вплив цих процесів на сучасне розуміння Всесвіту, методологію наукового дослідження.

Виклад основного матеріалу. Виникає проблема, яка полягає в тому, що в деяких областях людина втрачає здатність теоретично формулювати її істинні (однозначні) закони і експериментально фіксувати здобуті знання. Фундаментальні фізичні теорії стають переважно герменевтичними у сучасному значенні цього слова – як осмислене тлумачення *варіантів* уявної онтології. До того ж, залишається стара проблема поширення на Всесвіт вже знайденого фізичного знання. На сьогодні у фізиці існує ніби дві основоположні реальності – релятивістська і квантова, які за сучасними мірками експериментально об'єктивовані. Вважається, що дійсність нашого світу насправді є і релятивістською, і квантовою. Але ж ці дві фундаментальні концептуальні схеми не вичерпують всієї «справжньої» реальності. Теорія відносності має межу у вигляді так званої області сингулярності на початку всіх початків, позначених Великим вибухом, тоді як квантова механіка має нездоланну для неї планківську межу надмалого. Фізика не може сказати експериментально-теоретичною мовою нічого певного про фізично осмислені сутності за цими, недоступними нам, межами.

Нова методологія розв'язання цих проблем, запропонована сучасною космомікрофізикою, полягає у *смысловому* узгодженні *герменевтично введених* фізичних сутностей і механізмів їх дії і так само *герменевтично побудованої* за їх допомогою (тобто такою ж уявною!) історією Всесвіту з реальними фактами теперішньої епохи. Інакше кажучи, герменевтично (за певним раціональним смыслом сьогодення) введені фізичні сутнос-

ті повинні діяти так, щоб їхнє фізично обґрунтоване (відповідно до нашого сучасного рівня знань) історичне розгортання привело від факту існування Великого вибуху до утворення реальності сьогоденного Всесвіту. Такі герменевтичні сутності і механізми фігурують, наприклад, в інфляційних моделях Всесвіту [5].

Отже, сучасна космомікрофізика не має звичного базового об'єкта дослідження і вибудовує свій теоретичний фундамент, замінюючи звичну експериментально «прошиту» фізичну реальність багатоваріантними, герменевтично винайденими зображеннями її «онтології», яке допускає, що, можливо, вони ніколи не будуть експериментально закріплені. Фізична реальність на кшталт одинадцятивимірного простору-часу, згорнутих вимірів просторів Калабі-Яу, «атомарних» суперструн (замість традиційних точкових частинок), багатовимірних бран тощо стає лише «онтологічним матеріалом», «онтологічним ескізом», придатним хіба що для чисто теоретичних роздумів.

З іншого боку, експериментальні дослідження і спостереження в галузі астрономії і астрофізики також підштовхують вчених до нетрадиційних шляхів теоретизування, до відкидання усталених методологічних і навіть світоглядних стереотипів, які заважають рухатися вперед. Епохальні відкриття темної енергії і темної матерії, які за підрахунками спеціалістів становлять приблизно 96% усього матеріального субстрату Всесвіту, свідчать про те, що переважна частина матеріального складу Всесвіту нам невідома. Перед наукою вперше постала така пізнавальна ситуація, коли більша частина Світу виступає як *глобальний невідомий об'єкт дослідження*. Усвідомлення цієї принципово нової ситуації потребує створення нових концептуальних засобів опису і вироблення нових теоретико-методологічних підходів до її вивчення. Герменевтичне насичення концептуальними хитрощами сучасних теорій часто-густо потребує відмови від усталених методологічних і світоглядних стереотипів свідомості [4].

Магістральні шляхи створення ідейних основ новітніх теорій космомікрофізики, на кшталт петлевої квантово-гравітаційної або суперструнної методологічної стратегії, за допомогою нових герменевтичних імплементацій пролягають через контекст глибокого розуміння універсальних законів Великого Космосу і переосмислення законів його пізнання. Радикально настроєні фізики вважають, що для вирішення проблем, які постали перед космомікрофізикою ХХІ ст., потрібне нове концептуальне оснащення цієї галузі знань. Наприклад, на їхню думку, найбільш "застарілими" базовими елементами цієї оснастки є поняття простору і часу, радикальний перегляд суті і ролі яких, розпочатий Ейнштейном, повинен бути обов'язково завершений [3, с. 1].

Загалом нинішній стан космомікрофізики можна охарактеризувати як *онтологічно і гносеологічно проблематичний*. У космологічному сегменті ми стоїмо перед нерозпізнаними темною матерією і темною енергією, антигравітацією і проблемами їх багатовимірного просторово-часового оформлення, поєднання зі світлою матерією і звичайною гравітацією. У мікроскопічному сегменті космічних процесів ми зупинилися пе-

ред невирішеними проблемами народження Всесвіту з так званого несправжнього вакууму, який, до того ж, ставить низку інших проблем – можливість існування Мультивсесвіту, де кожен Всесвіт має свою космомікрофізику. Можна сказати, що сучасна космомікрофізика, з її «темними» субстратними проблемами Всесвіту, вимушеним відходом від інтуїтивно ясних просторово-часових уявлень теорії відносності, введенням петлевих квантово-гравітаційних та суперструнних квантово-релятивістських уявлень тощо, знову впритул наблизилась до «метафізики буття», до нової грандіозної революції.

Нинішні герменевтично-онтологічні проєкції Космосу поки що слугують своєрідним епістемологічним демпфером: у випадку виникнення проблем, які не можуть бути усунуті на даному етапі пізнання, вони поглинають їх як такі, що не мають смислу, і тим самим зберігають цілісність реальності нової світобудови, сформованої в межах панівного в суспільстві способу мислення і дії. Наприклад, донедавна просторові чарунки, менші за планківську довжину, вважалися такими, що не мають смислу. Сьогоднішня некомутативна геометрія петльової квантової гравітації, навпаки, навіть за планківською межею намагається вибудувати принципово нову онтологію [9]. Так само те, що рівняння теорії струн вимагають, щоб Всесвіт мав десять просторових і один часовий виміри і при цьому три просторових і один часовий виміри були розгорнутими, а всі інші – згорнутими (саме такої математичної експлікації онтології), відкриває перспективу дослідження нових варіантів розуміння реальності Всесвіту, причому без втрати набутого раніше знання.

Відмова штурмувати проблему «в лоба» дозволяє ввести контекст варіативної онтології Всесвіту. Так, конструктивність струнної багатовимірної онтології полягає в тому, що вона відкриває нові сценарії і способи дослідження Всесвіту, кожен з яких призводить до глибоких наслідків. Простір з додатковими вимірами дозволяє розробляти уявлення про фізику світів, сусідніх у додаткових вимірах, докорінно перебудувати нашу інтуїцію, створити зовсім іншу фізичну мову, що, у свою чергу, дає несподівані онтологічні проєкції Всесвіту, а головне – бажані експериментальні контакти з реальністю [2]. Так само сучасна теорія петльової квантової гравітації намагається знайти конструктивні перспективи на шляху створення онтології, в якій фундаментальним було б саме поняття часу, а все інше, включаючи простір, було б вторинним матеріалом [9].

Тривалий час не вдавалося узгодити спостережуваний Всесвіт із жодним варіантом стандартної моделі Великого вибуху. Наприклад, за дивовижних густин матерії й енергії у надранні моменти історії Всесвіту гравітація повинна була домінувати над всіма іншими силами саме як сила притягання. А між тим, події цієї епохи говорять про існування спрямованої назовні надпотужної сили, яка змусила Всесвіт до розширення. Це космологічне питання було розв'язане на основі нової інфляційної онтології та ідеї Ейнштейна про те, що внесок у силу гравітаційного поля дають також енергія і тиск. Позитивний тиск збільшує звичайну гравітацію, тоді як від'ємний тиск робить внесок у "від'ємну" (відштовхуючу) гравітацію. Це

докорінно змінює онтологічний статус гравітації і уявлення про космологічну константу. Хоча концепція космологічної константи нині відкинута [1; 8], саме закладена в неї ідея відштовхувальної гравітації, пов'язана з ідеєю переохолодженого хіггсового поля (ХГП), дала змогу більш конструктивно поглянути на Великий вибух і розширення Всесвіту [2; 3].

Нова онтологічна раціональність полягає в тому, що ХГП діє подібно до космологічної константи протягом надзвичайно короткої миті. Дійсна теоретична оцінка внеску ХГП в енергію і від'ємний тиск у 10^{100} разів більша за обрану Ейнштейном величину. Нова величина забезпечує колосальне розштовхування простору Всесвіту. В новій онтології саме цей, миттєво генерований феномен, і стає тим гігантським короткоживучим, спрямованим назовні вибухом, опису якого уникає стара онтологія теорії Великого вибуху. Інфляційно-антигравітаційна концепція ХГП «забезпечує» Великий вибух Вибухом, виключивши його появу як акт творення. Ця обставина дає нове життя стандартній моделі Великого вибуху, пропонуючи модифікації її тверджень про події надраннього Всесвіту і переводячи її в зовсім інше русло – інфляційне. Вона вирішує ключові онтологічні проблеми стандартної моделі Великого вибуху, робить ряд передбачень, які можна експериментально перевірити. Герменевтичні методи дозволяють, не порушуючи фізичного смислу явищ, розв'язати або уникнути багатьох космологічних проблем, залишаючись у межах відомих фундаментальних теорій.

Онтологічний каркас для більшості теорій сучасної космофізики забезпечують три види полів [3, с. 158]. Найбільш відомі і звичні нам – електромагнітне і гравітаційне поля. Серед інших, менш звичних, силових полів маємо ядерну і слабку ядерну взаємодії або поля Янга-Міллса, які діють тільки на атомних і субатомних масштабах. Онтологічна польова основа застосовна також і до матерії. У цьому випадку квантові імовірнісні хвилі мисляться як поля, що заповнюють простір і забезпечують імовірність того, що дана частинка матерії знаходиться у тому чи іншому місці. Нарешті, має бути третій тип полів, що ніколи експериментально не спостерігався, але який упродовж останніх десятиліть відігравав стрижневу роль як у новітніх космологічних теоріях, так і у фізиці елементарних частинок. Йдеться про поля Хіггса або, як висловився Б. Грін, про океан Хіггсових полів. Згідно з гіпотезою Хіггса, увесь Всесвіт пронизаний невидимим полем (пізніше його назвали хіггсовим), яке складається з особливих частинок – бозонів, за допомогою яких матерія і набуває маси. Інтуїтивно-образний механізм набуття маси уявляється таким: коли елементарні частинки рухаються крізь це поле, бозони ніби «прилипають» до деяких з них, збільшуючи їхню масу. Проте не до всіх частинок «прилипають» бозони. Наприклад, фотони не зазнають впливу ХГП і їхня маса залишається нульовою.

Вважається, що за рахунок виникнення в усьому просторі постійних класичних скалярних ХГП відбувається і спонтанне порушення симетрії між всіма відомими типами взаємодії. Так, побудований опис Всесвіту за допомогою калібрувальної теорії слабких, сильних та електромагнітних

взаємодій. Онтологія проста: за відсутності ХГП ці поля стають нерозрізними. Спонтанна ж поява в усьому просторі ХГП означає таку перебудову вакууму, яка надає частині векторних (калібрувальних) полів великої маси. Взаємодії, які здійснюються векторними полями, стають короткодійними, що й призводить до порушення симетрії між різними типами взаємодій. Ключова онтологічна сутність (раціональність) придуманих ХГП полягала в тому, щоб змінювати співвідношення між векторними та скалярними полями. Спонтанне порушення симетрії (калібрування) дозволяло дати єдиний фізично осмислений теоретичний опис дуже різних взаємодій у широкому діапазоні енергій.

ХГП вважаються холодним слідом Великого вибуху, який у нашу епоху історії Всесвіту відповідає за чисельні властивості частинок матерії. За задумом, фундаментальна онтологічна специфіка ХГП полягає в тому, що в той час, коли енергія звичайних полів, що наповнюють якусь область простору, стає нульовою, ХГП може стати нульовим по величині тільки в тому разі, якщо воно до цього запасло достатньо енергії. Як парадоксально це не звучить з точки зору інтуїції, видалення ХГП (зменшення його величини до нуля) рівносильно величезному додаванню енергії в дану область. І ще: простір настільки порожній, наскільки він наповнений океаном ХГП. Процес формування океану Хіггса називається спонтанним порушенням симетрії, і це одна з найважливіших онтологічних ідей теоретичної фізики останніх десятиліть ХХ століття.

Ще одна інтуїція, закладена в ідею ХГП, полягає в тому, що воно надає об'єкту інерції. Тривалий час вчені шукали справжній стандарт спокую, стосовно якого визначалося б прискорення. Для Ньютона це був абсолютний простір; для Маха – зірки; а для Ейнштейна це був спочатку абсолютний простір-час СТО, потім гравітаційне поле ЗТВ. Але ніхто так і не зміг пояснити, чому об'єкти «опираються» прискоренню, який механізм, за допомогою якого об'єкт набуває своєї маси, інерції, властивості боротися з прискореннями. Онтологія ХГП дає раціональну відповідь на ці питання.

Океан Хіггса, в який ми всі занурені, взаємодіє з кварками й електронами, будь-якими частинками, заважає їхньому прискоренню. Через це гальмування всі ми відчуваємо океан Хіггса. Сили, що ми прикладаємо для того, щоб змінити швидкість того чи іншого об'єкта, є силами, що долають опір океану Хіггса. Всюдисущий океан Хіггса заповнює весь простір, і немає способу звільнитися з-під його впливу; всі частинки мають маси незалежно від того, де вони знаходяться. ХГП опирається тільки прискореному руху. Об'єкти, які рухаються через простір з постійною швидкістю, «не відчувають» ХГП. Воно виявляє свою присутність лише через силу, яку ми прикладаємо до об'єкта. Пояснення онтології розмаїття мас полягає в тому, що різні види частинок взаємодіють з океаном Хіггса по-різному. Якщо частинка слабо взаємодіє з океаном Хіггса, то частинка має малу масу або не має її зовсім. Якщо ж частинка сильно взаємодіє з океаном Хіггса, вона має велику масу. Проте істинність хіггсівського моделювання врешті-решт упирається в експериментальне підтвердження існування бозона Хіггса або, як його назвали, «божественної частинки». Спо-

стереження цього бозона свідчило б про реальність хіггсівської онтології і відповідного моделювання історії Всесвіту.

Без перебільшення можна сказати, що *на хіггсівській онтології і хіггсівській герменевтиці тримається вся сучасна космомікрофізика*. Грін Б. писав: «Якщо Хіггсів океан не знайдеться, це змусить нас до глобального переосмислення теоретичної схеми, яка розроблялася понад тридцять років. Але якщо він знайдеться, ця подія буде тріумфом теоретичної фізики: це підтвердить силу симетрії для точного оформлення наших математичних міркувань, коли ми ризикуємо вторгтися у невідоме» [3, с. 167]. Наше інтуїтивне поняття порожнього простору як кінцевого результату видалення абсолютно усього з нього повинно бути замінене уявленням про простір, який ніколи не може бути абсолютно порожнім і в якому, навіть після видалення «всього», залишатимуться принаймні різні хіггсівські поля.

Висновки. Методологічне відкриття, приховане у герменевтиці класичної фізики і плідно використане у квантовій, полягає у тому, що *дозволено і має сенс усе те, що не суперечить відомим законам фізики*. Новітня герменевтика фізики йде ще далі, дозволяючи все те, що не суперечить навіть ще не відкритим (уявлюваним), але логічно обґрунтованим законам. Онтологія суперструн здатна описати фізику Великого вибуху і квантові схеми, що реалізуються у цей час. Оскільки струни можуть рухатися більш складними способами, ніж точкові частинки, існує й інша форма симетрії – *T-дуалізм*, який виражається в тому, що маленькі і великі додаткові виміри еквівалентні [2; 3]. Якщо пристосувати цю онтологію до розширення нескінченного простору так, щоб розташовані в ньому галактики могли віддалятися одна від одної, то набуває значення не розмір простору в цілому, а його масштабний коефіцієнт, відповідно до якого відбувається зміна відстаней між галактиками та їх скупченнями. Відповідно до принципу T-дуалізму, Всесвіти і з малими, і з великими масштабними коефіцієнтами еквівалентні. У рівняннях Ейнштейна такої симетрії немає; вона є наслідком уніфікації, досягнутої в теорії суперструн. Квантово-струнна онтологія свідомо побудована на вилученні парадоксів нескінченності. А якщо ця корінна проблема герменевтично усунута, далі можна легко придумувати за фізичним смыслом подій різні довеликовибухові і післявибухові сценарії.

Всесвіт нескінченний і пізнання його теж ніколи не закінчиться. Методологія руху, яка дозволяє зробити черговий осмислений крок у цю нескінченність, полягає у подоланні застиглих світоглядних і пізнавальних стереотипів, що переконливо і наочно демонструє сучасна космомікрофізика, яка черговий раз знаходить вихід із, здавалося б, безнадійних ситуацій.

Список літератури

1. Вайнберг Стивен. Мечты об окончательной теории: физика в поисках самых фундаментальных законов природы / Стивен Вайнберг. – М. : УРСС, 2004. – 254 с.
2. Грин Брайан. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории : пер. с англ. / Брайан Грин ; общ. ред. В. О. Малышенко. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

3. Грин Брайан. Ткань космоса: пространство, время и текстура реальности : пер. с англ. / Брайан Грин. – 2006. – 411 с.
4. Гросс Дэвид. Грядущие революции в фундаментальной физике [Электронный ресурс] / Дэвид Гросс. – Режим доступа : http://window.edu.ru/window/catalog?p_mode=1&p_rid=54451
5. Линде А. Д. Многоликая Вселенная [Электронный ресурс] / А. Д. Линде. – Режим доступа : <http://elementy.ru/lib/430484?context=2455814>
6. Большое, малое и человеческий разум / [Пенроуз Р., Шимони А., Картрайт Н., Хокинг С.] / пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Ю. А. Данилова. – М. : Мир, 2004. – 191 с.
7. Рубаков В. А. Темная материя и темная энергия во Вселенной [Электронный ресурс] / В. А. Рубаков. – Режим доступа : <http://elementy.ru/lib/25560>
8. Рыков А. В. «Тёмная» энергия и «тёмная» материя [Электронный ресурс] / А. В. Рыков. – Режим доступа : http://scorcher.ru/art/theory/rykov/dark_matter.php
9. Smolin Lee . The trouble with physics: the rise of string theory, the fall of a science, and what comes next / Lee Smolin. – Houghton Mifflin, Boston, 2006. – 365 p.
10. Хван М. П. Неистовая Вселенная: от Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн / М. П. Хван. – М. : ЛЕНАНД, 2006. – 408 с.
11. Хлопов М. Ю. Космомикрофизика / М. Ю. Хлопов. – М. : Знание, 1989. – 64 с.
12. Хокинг С. Мир в ореховой скорлупке / С. Хокинг. – СПб : Амфора, – 2007. – 218 с.
13. Хокинг С. Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг. – СПб : Амфора / Эврика. – 2001. – 268 с.
14. Хокинг С. Крупномасштабная структура пространства-времени / С. Хокинг, Дж. Эллис. – М. : Мир, 1977. – 432 с.

Показано формирование новых основ физики, мощное влияние этих процессов на современное понимание Вселенной, методологию научного исследования.

Методология, мировоззрение, космомикрофизика, современная теория.

It is shown the forming of new bases of physics, powerful influence of these processes on the modern understanding of Universe, methodology of scientific research.

Methodology, world outlook, cosmomicrophysics, modern theory.