

построения, требующих немислимых и недостижимых энергий, обратило ученых к герменевтико-номологичной методологии.

Методология, герменевтика, номология, космомикрo-физика, современная теория.

The basic hermeneutic-nomological problems of physics of the XXI century are outlined. The awareness of fundamental impossibility of experimental verification of the theory, along with either its basic entities or, at least, some basic steps of its construction discovered, which requires unimaginable and unattainable energies, has drawn the attention of scientists to the hermeneutics-nomologichnoi methodology.

Methodology, hermeneutics, nomology, cosmomicrophysics, modern theory.

УДК 125

ІНФЛЯЦІЙНА ТЕОРІЯ ВИНИКНЕННЯ ВСЕСВІТУ: ДО ПОСТАНОВКИ ПРОБЛЕМИ

Т. В. Горбатюк, кандидат філософських наук

Проаналізовано сучасні тенденції в розумінні виникнення та розвитку Всесвіту. Зважаючи на стрімкий прогрес космології, найближчими роками можуть відбутися значні відкриття, які кардинально вплинуть на світогляд науковців щодо розуміння структури та будови світу.

Всесвіт, теорія Великого вибуху, інфляційна космологія, гравітаційні хвилі, світогляд.

Кожна історична епоха розвитку людства ставила собі на меті пояснити, що таке світ? Що таке Всесвіт? Як він виникає? Яка його структура? Чи є в нього початок і кінець? Але, водночас, кожна епоха давала свою відповідь на ці запитання.

Сучасна фундаментальна наука формує уявлення про світ як систему, що самоорганізується. Але, якщо торкнутися проблеми конкретизації виникнення та будови Всесвіту, ми одразу потрапимо в коло уявлень «теорії Великого вибуху» – відкритої системи, що знаходиться в постійному розвитку.

Останніми роками в сучасній фундаментальній науці відбулося кілька епохальних відкриттів, які отримали визнання світової наукової спільноти, а їх відкривачі – Нобелівські премії. Зокрема, це відкриття в 2011 році прискореного розширення Всесвіту [2] та відкриття бозону Хіггса у 2012 році [1]. Але, поряд із цим, у світі існує ще багато незвіданого, що потребує свого наукового узагальнення чи підтвердження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій дає нам змогу говорити про те, що сучасне осягнення та розуміння історії виникнення та розвитку Всесвіту стоїть на порозі новітніх відкриттів космології, космофізики та астрофізики, які можуть дати емпіричне підтвердження вже існуючих теорій, а також стати основою для формування нових. Постановка й вирішення даної проблематики присутня в роботах багатьох сучасних вчених, серед яких А. Лінде, В. Рубаков, В. Лук'янець, О. Кравченко, Д. Ковач, Ж. Пуже та багато інших.

Мета дослідження – проаналізувати еволюцію уявлень щодо теорій виникнення Всесвіту та їх емпіричного підтвердження.

Виклад основного матеріалу. Теорія Великого вибуху виникла в середині ХХ століття на основі теорії зародження та еволюції Всесвіту, яку 1931 року запропонував бельгійський астроном Ж. Леметр. Його ідея полягала в екстраполяції в минуле факту розбігання небесних тіл за законом Хаббла та на моделі Всесвіту, запропонованій О. Фрідманом. Таким чином, екстраполяція астрономічних спостережень у минуле свідчить про те, що Всесвіт розширився з початкового стану, в якому вся матерія та енергія мали величезну температуру й густину. Науковці не мають єдиної думки про те, що саме передувало початковому стану. Однією з можливих гіпотез є так звана гравітаційна сингулярність.

Одним із наслідків «великого вибуху» є те, що умови нинішнього Всесвіту відрізняються від умов у минулому і майбутньому. На основі цієї моделі, 1948 року Д. Гамов якісно спрогнозував існування космічної мікрохвильової фонові радіації, яку було виявлено в шістдесятих роках ХХ століття і яка стала підтвердженням теорії «Великого вибуху».

Водночас, пояснюючи чимало результатів астрономічних спостережень, теорія «Великого вибуху» не дає відповіді на всі запитання, пов'язані з еволюцією Всесвіту: вона незавершена і, безумовно, буде розвиватися далі.

Одним із елементів такого розвитку постало формування найбільш перспективного напрямку, що реконструює квантове народження Всесвіту за допомогою флуктуації вакууму. Саме в цей період формується така гносеологічна установка, коли перевага віддається тій теорії, що вирішує невирішені проблеми попередньої

теорії Фрідмана-Леметрі. Цим теорія-претендент здобуває можливість стати новою панівною космологічною теорією, зробивши Всесвіт, що еволюціонує, адекватно описуваним у межах попередньої теорії Фрідмана, тільки лише обмеженою стадією у своєму універсальному описі Всесвіту. Цим дотримується наступність у динаміці космологічного знання, тобто, виконується принцип «відповідності». «Теорія, що була добре підкріплена, може бути перевершена тільки теорією більш високого рівня універсальності, тобто теорією, що краще перевіряється й котра, до того ж, містить стару, добре підкріплену теорію або принаймні гарне наближення до неї» [4, с. 224]. Таким чином, відбувається утвердження інфляційної теорії.

В інфляційній моделі не йдеться про евереттовське розщеплення. Паралельні всесвіти в нашому сенсі – це просто дуже відлучені один від одного частини того самого фізичного світу. Для ілюстрації можна уявити собі якийсь резервуар, заповнений водою у всіх можливих агрегатних станах. Там будуть рідкі зони, брили з льоду й міхури пари, їх і можна вважати аналогами паралельних всесвітів інфляційної моделі. Вона представляє світ як величезний фрактал, що складається з однорідних шматків із різними властивостями. Пересуваючись цим світом ви зможете плавно переходити з одного всесвіту в інший, тільки подорож триватиме надто довго.

Уперше А. Лінде дійшов таких висновків ще в 1983 році, а остаточна концепція сформувалася трьома роками пізніше й продовжувала розвиватися. Її новітній етап – це його стаття, яку в 2003 році було опубліковано в співавторстві з Ренатою Каллош (Renata Kallosh), Шамітом Качру (Shamit Kachru) і Сандіпом Триведі (Sandip Trivedi) [6]. У ній використана теорія суперструн, що з повною підставою вважається найкращим кандидатом на «теорію Всього» – елементарних часток, гравітації, Космосу. Їм уперше вдалося описати нинішній процес розширення Всесвіту з погляду теорії струн. Після цього, інші теоретики з'ясували, що в струнній теорії може виявитися 10^{1000} різних вакуумних станів.

Звичайно, інфляційна теорія не вирішує всіх проблем сучасної космології, однак відповідає на безліч запитань, які раніше не мали вирішення, а деякі з них навіть не вдавалося розумно сформулювати. У старій теорії Всесвіт після Великого вибуху дуже швидко вистигав. Тому процес його розширення повинен був виявитися дуже коротким, йому просто бракувало часу дорости до нинішніх розмірів. До того ж, для Великого вибуху була потрібна енергія, яка незрозуміло звідки береться. Більше того, інфляційний процес породжує ланцюгову реакцію виникнення все нових і нових всесвітів, що й називається вічною інфляцією.

Навесні 2014 року в Гарвард-Смітсонівському центрі астрофізики американська група дослідників, яка працює над проектом BICEP2, заявила про Відкриття гравітаційних хвиль. Гравітаційні хвилі вперше передбачив Альберт Ейнштейн ще 100 років тому в своїй знаменитій загальній теорії відносності. Їх відкриття може надати емпіричного підтвердження істинності інфляційної теорії.

Згідно із сучасними уявленнями, наш Всесвіт заповнюють реліктові гравітаційні хвилі, що з'явилися в перші моменти існування – після Великого вибуху. Таким чином, інфляційна модель Всесвіту передбачає, безпосередньо після народження світу, появу гігантських гравітаційних хвиль, які повинні залишити слід у реліктовому мікрохвильовому випромінюванні, що вже давно виявили астрономи. Їх реєстрація дозволить отримати інформацію про процеси на початку народження Всесвіту. Попутно, відкриття гравітаційних хвиль дало змогу отримати ще один переконливий доказ загальної теорії відносності.

Результати можливого відкриття гравітаційних хвиль отримала група дослідників, що працює над проектом BICEP2. Їм вдалося опрацювати дані радіотелескопа на Південному полюсі, який безперервно реєструє небесні сигнали. Астрономи виявили сліди гравітаційних хвиль у реліктовому випромінюванні, які можуть підтвердити інфляційну модель Всесвіту. Саме ці сліди, тобто поляризація магнітної моди (B-моди) випромінювання, виявили дослідники в процесі експерименту BICEP2. Вчені, задіяні в експерименті, вважають, що тільки гравітаційні хвилі, які виникли в результаті інфляційної фази розширення Всесвіту, могли залишити подібну мітку в реліктовому випромінюванні.

Дослідники стверджували, що їм вдалося зареєструвати небесний сигнал, який виник унаслідок надшвидкого розширення Всесвіту після Великого вибуху.

Ці хвилі хотіла знайти велика кількість вчених, а йдеться тут про хвилі з довжиною хвилі в гігапарсек і періодом – кілька мільярдів років! Це хвилі, які неможливо вивчати на Землі. Це хвилі, які були народжені в епоху інфляції приблизно через 10^{-37} секунди після Великого вибуху, і їхні характерні масштаби є різними. Після інфляції там були представлені всі довжини хвиль, потім короткі хвилі мали зменшуватися за амплітудою, а великі залишалися постійними. Ці хвилі дають відбиток на температурі й поляризації реліктового випромінювання. Шукали їх за допомогою супутникових експериментів WMAP і Planck, а також і наземних досліджень, в яких спеціально вимірювали поляризацію. Відкриття гравітаційних хвиль постає завданням фундаментальної науки і, звичайно, задачею нобелівського рівня.

Іншими словами, гравітаційні хвилі – це свого роду підземні поштовхи в просторі-часі, викликані гравітацією. Команда Гарвардського центру наполягала на тому, що знайшла докази первинних гравітаційних хвиль – тих, які сформувалися під час першої трильйонної секунди Всесвіту. Первинні гравітаційні хвилі розглядаються як свого роду емпіричний доказ для теорії космічної інфляції. Створена у своєму первісному вигляді більш ніж 30 років тому А. Гуттом, ця теорія стверджує, що раній Всесвіт пережив приголомшливий вибух розширення. Стрибок зростання тривав лише доли секунди, при цьому згладжуючи нерівності в просторі, зробивши простір однаковим у будь-якому напрямі. Унаслідок цього, виникає ефект первинних гравітаційних хвиль, які можуть бути виявлені дослідниками. Без епохи інфляції, вплив цих хвиль у просторі-часі буде занадто незначним і його неможливо буде виявити завдяки сучасним технологіям.

Але телескопи не можуть побачити гравітацію, вони можуть побачити тільки ефект від гравітації. Науковці звернули увагу на те, що первинні гравітаційні хвилі, що залишилися від Великого вибуху, можуть бути відображені в слабкому світлі. Це стародавнє світло заповнює Всесвіт, і відоме як космічний мікрохвильовий фон. Таким чином, гравітаційні хвилі можна виявити, вивчаючи простір, оскільки вони поширюючись, роблять деякі частинки простору трохи теплішими, ніж інші. Ці теплі плями поляризації світлових хвиль означають, що світлові хвилі коливаються в одному напрямку більше, ніж інші. У цьому випадку, коливання світлових хвиль від Великого вибуху скупчені і виробляють особливий фон зображень космічної позагалактичної поляризації світла. При цьому сигнал фону занадто слабкий, а ступінь його поляризації лежить на рівні 10^{-7} – 10^{-8} .

Крім того, у фону є поляризація, пов'язана з проходженням фотонів через галактики і пил, тому виділити сигнал із цього шуму надзвичайно складно. Рубаков В. вважає, що відкриття гравітаційних хвиль було б дуже сильним експериментальним досягненням команди вчених BICEP2, тому що вони поліпшили результати інших команд багаторазово [5]. Хоча тут є тонкий момент. Раніше, за даними досліджень супутника Planck, було видано обмеження на амплітуду реліктових гравітаційних хвиль, амплітуда яких не може бути більше, ніж 0,15, а результати BICEP виявилися помітно вищими, ніж це обмеження – 0,2.

Однак, незабаром після оприлюднення сенсаційних даних, навесні стали висловлюватися заперечення, що поляризація, яку бачать астрономи, викликана не первинними неоднорідностями в ранньому Всесвіті, а всього лише пилом, через який проходять

фотони реліктового фону, летячи крізь товщу нашої Галактики. Нібито цей ефект підрахований гарвардською командою WMAP2 неакуратно, мовляв, вони просто використовували для цього дані зі «слайду», який демонстрували на одній з презентацій космічної місії Planck.

Відповідно до думки В. Рубакова, оскільки телескоп WMAP спрямований в бік галактичного полюса, а не в товщу диска галактики, учені сподівалися, що на промені зору потрапляє мало пилу і він не буде особливо спотворювати. Оскільки ми уявляємо, яку поляризацію пил повинен вносити на різних частотах, то результати Планка повинні прояснити дану ситуацію [5].

З оприлюдненням результатів місії Planck астрономи й пов'язують швидке вирішення дискусій, проте, ще до цього один із представників команди Планка вперше офіційно фактично поставив під сумнів результати WMAP2. У своїй доповіді лідер найбільш результативного приладу HFI на супутнику Planck, член Французької академії наук Ж. Л. Пуже ще раз озвучив відому верхню межу супутника на параметр поляризації $r < 0,1$ (при цьому, за даними WMAP, r оцінюється в 0,2) і сказав, що команда Планка опублікує результат, заснований з урахуванням усього обсягу даних, восени цього року. Крім того, професор Пуже продемонстрував результати супутника Planck, які свідчать про те, що міжзоряний пил у нашій галактиці також дає істотний внесок у поляризацію В-моди у фонового випромінювання, що спостерігається в різних напрямках на небі. Стає зрозумілим, що інтерпретація нашумілих даних WMAP2 потребує врахування вкладу міжзоряного пилу в спостережуваний сигнал, який до цього вважався малим. Ковач Д., керівник експерименту WMAP, визнав ці аргументи відразу й запропонував команді Planck об'єднати зусилля та опрацювати дані двох експериментів разом.

Зрозуміло, що з інтерпретацією та освітленням даних експерименту WMAP2, учасники експерименту та наукові журналісти трохи поквапилися. Додаткова інформація, що міститься в даних супутника Planck, дасть нам усім змогу дізнатися, яку частину сигналу, виявленого в експерименті, забезпечує міжзоряний пил. Слід зазначити, що ніхто поки не висловлює сумнівів у самій величині поляризації В-моди. Питання лише в тому, яка частина сигналу приходить від часу інфляції, а яка – від звичного всім астрономам міжзоряного пилу, якого, як вважалося, надто мало в напрямку постору, який сканували протягом декількох років в експерименті WMAP2.

За період від оголошення відкриття гравітаційних хвиль до вересня 2014 року команда Гарвардських науковців зазнала сильної

критики. Так П. Стейнхардт [8] стверджує, що новий і незалежний аналіз викликає серйозні сумніви щодо результатів Гарвардської команди. Дослідження, на чолі з Д. Спергелом [7], виявили, що ті моделі світла, які були виділені під час роботи телескопа Вісер2, можуть бути створені завдяки всюдисущому космічному пилу. Тому пошук гравітаційних хвиль потрібно починати заново.

Проблема полягає в тому, що ці ефекти, в тому числі в розсіювання світла від пилу і синхротронного випромінювання, що генерується електронами, які рухаються навколо галактичного магнітного поля в нашій Галактиці, можуть також виробляти такі вигини світла. Експеримент ВІСЕР2 розпізнає випромінювання тільки на одній частоті, тому не може віділити частку з інших джерел. Щоб зробити це, команда ВІСЕР2 використовувала дані вимірювань галактичного пилу, зібрані завдяки WMAP і Planck, кожен з яких працює в діапазоні різних частот. Коли команда ВІСЕР2 зробила свій аналіз, карта космічного пилу, створена завдяки супутнику Planck, ще не була опублікована, а було взято попередні результати, представлені кілька місяців тому.

Проведений повторний аналіз вченими Принстонського університету та Інституту перспективних досліджень, який також знаходиться в Принстоні, дав змогу зробити висновок, що дослідження командою ВІСЕР2 (В-моди) не виявляють ефектів, які були б із гравітаційними хвилями.

Хоча, слід зазначити, що пошук гравітаційних хвиль триває. Щонайменше вісім експериментів, у тому числі ВІСЕР3, Keck Array і Planck, зосереджені на цій меті, і цього разу команди дослідників можуть бути впевнені, що світ науковців буде приділяти особливо пильну увагу результатам їхніх досліджень.

Будь-які досягнення в сучасній фундаментальній науці, у тому числі й у пошуку гравітаційних хвиль, будуть, як і раніше, потребувати численних перевірок, але згодом, пройшовши всі тести на свою істинність, вони здійснять вагомий вплив на розвиток уявлень про будову Всесвіту. Тому можна говорити про те, що розвиток наук найближчими роками буде доволі цікавим. Саме за допомогою цих майбутніх результатів у науці буде здійснено виклик теоретикам, чи зможуть вони сформулювати по-справжньому пояснювальну і прогностичну наукову парадигму, яка описує виникнення, розвиток і майбутнє Всесвіту.

Тому на даному етапі розвитку наукового знання варто з обережністю ставитися до результатів досліджень і поки не можна сказати, що це однозначне відкриття – слід дочекатися його незалежного підтвердження або спростування.

Висновки. Але, слід зазначити, що у сучасній космології недолік спостережної бази, на думку деяких дослідників, заповнюється занадто сильними гіпотезами й навіть спекулятивними припущеннями. Вони вважають, що навіть такі видатні вчені, як А. Д. Сахаров і Я. Б. Зельдович, легко висували в космології «найсмівливіші» гіпотези (які неможливо перевірити), хоча, працюючи в більш «земних» галузях фізики, ніколи собі цього не дозволяли. Прихильники цих переконань, обговорюючи інфляційну теорію, вважають, що цілий ряд постульованих у ній фізичних фрагментів і концепцій не може сприйматися всерйоз і є «понадфантастичним» [3; 74–92].

На нашу думку, прогрес космології настільки стрімкий, що найближчими роками може привести до більш впевнених оцінок теорії Всесвіту, що роздувається. На користь цієї впевненості вже зараз свідчать нещодавні дослідження реліктового випромінювання, у зв'язку з виявленням у ньому точкових температурних плям, що підтверджують раніше зроблені в інфляційній теорії проорокування щодо особливостей цих плям.

Список літератури

1. Горбатюк Т. В. Відкриття бозону Хіггса як новий етап розвитку знання про природу мікросвіту: світоглядний аспект / Т. В. Горбатюк // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Філософія. Соціологія. Політологія». – Дніпропетровськ, 2013. – Т. 21. – № 9/2 – Вип. 23 (2). – С. 68–73.
2. Горбатюк Т. В. Формування нової парадигми світоосягнення в сучасній фундаментальній науці / Т. В. Горбатюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Гуманітарні студії». – К., 2014. – Вип. 203, ч. 1. – С. 109–116.
3. Зельдович Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. – М. : Наука, 1975. – 736 с.
4. Поппер К. Логика и рост научного знания / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983. – 606 с.
5. Рубаков В. Это круче, чем бозон Хиггса [Электронный ресурс] / В. Рубаков. – Режим доступа : http://www.gazeta.ru/science/2014/03/25_a_5962693.shtml
6. Linde A. Triverdi model / A. Linde, R. Kallosh // Phys. Rev. D 74. – 2006.
7. Spergel D. Toward an Understanding of Foreground Emis-sion in the BICEP2 Region [Електронний ресурс] / D. Spergel, R. Flauger, J. Hill. – Режим доступу : <http://arxiv.org/abs/1405.7351>
8. Steinhardt P. Big Bang blunder bursts the multiverse bubble / P. Steinhardt // Nature. International weekly journal of science. – Vol. 510. – P. 9.

Проанализированы современные тенденции в понимании возникновения и развития Вселенной. В связи со стремительным прогрессом космологии, в ближайшие годы могут произойти значительные открытия, которые кардинально повлияют на мировоззрение ученых относительно понимания структуры и строения мира.

Вселенная, теория Большого взрыва, инфляционная космология, гравитационные волны, мировоззрение.

The current trends in the understanding of the origin and development of the universe were analyzed. Due to the rapid progress of cosmology, the coming years may bring significant discoveries that fundamentally affect the scientific worldview, the understanding of the structure of the world.

Universe, the Big Bang theory, inflationary cosmology, gravitational waves, worldview.

УДК 101.1.001.76 (075.8)

ФІЛОСОФСЬКЕ ОСМИСЛЕННЯ ФЕНОМЕНА НАУКИ ТА ІННОВАЦІЇ

***А. Г. Супрун, кандидат філософських наук
С. І. Діденко, магістр***

Зосереджено увагу на проблемах та розумінні сутності сучасного буття науки й усвідомлення її як важливого первісного елемента – основи інноваційної системи суспільства. Здійснено філософський аналіз поняття «інновація», визначено історико-філософські передумови формування основних функцій науки, охарактеризовано взаємозв'язок філософії, науки та інноваційної діяльності як логічного результату безпосереднього розвитку науки.

Інновація, наука, економічний розвиток, продуктивна сила, інноваційний розвиток, рефлексія, інноваційна діяльність, філософія науки.

Важливим аспектом розуміння сутності буття науки є усвідомлення її як важливого первісного елемента – основи інноваційної системи суспільства. До цієї системи входить не тільки