**Реферат на тему:**

Теорія

“інфляційного Всесвіту”

У принципі, мабуть, можна побудувати скільки завгодно різних «сценаріїв» еволю­ції Всесвіту. Але претендувати на серйозне визнання можуть лише ті з них, які здатні встановити причинний зв'язок між минулим і теперішнім.

Як відомо, у XX сторіччі було розроблено теорію гаря­чого Всесвіту, що розширюється, згідно з якою фор­мування його сучасної структури було наслідком роз­ширення початкової надщільної і надгарячої плазми. Однак при розробці моделей різних стадій розширення вчені зіткнулися а цілою низкою труднощів і загадок. Деякі властивості сучасного Всесвіту явно суперечили теоретичним припущенням про попередні фази його еволюції.

Про які ж властивості світобудови, що не вклада­ються в сценарій гарячого розширюваного Всесвіту, йде мова? Насамперед про однорідність і ізотропію. У су­часному Всесвіті властивості будь-яких його досить великих ділянок приблизно однакові, а всі просторові напрями рівноправні. Проте в межах теорії Всесвіту, що розширюється, ця обставина виявляється вкрай загад­ковою. Насправді, у світі, в якому ми живемо, жодні фізичні взаємодії не можуть поширюватися з швидкістю, більшою за швидкість світла. З цього, між іншим, ви­пливає дуже важливий висновок: безпосередньо спосте­режувана нами ділянка Всесвіту завжди скінченна, в ній існує «обрій», поза який ми неспроможні зазирнути. Об'єкти, розташовані за цим «обрієм», перебувають від нас на таких величезних відстанях, що електромагнітні хвилі не встигли подолати їх за той час, впродовж якого наш Всесвіт існує.

Мало того, у Всесвіті є такі точки, які перебувають одна від одної на відстанях, що перевищують віддале­ність оптичного «обрію». Між ними не може бути жод­ної причинної залежності. Образно кажучи, одна з по­дібних точок не може «знати», що відбувається в іншій. Неважко підрахувати, що до таких «незалежних» точок можна віднести, наприклад, точки, розташовані на межах спостережуваної частини Всесвіту, які віддалені одна від одної на кутову відстань, більшу за 30°.

Водночас спостереження показують, що матерія, що міститься біля меж спостережуваного Всесвіту, скрізь має приблизно однакові властивості. Як таке могло ста­тися, коли у Всесвіті, що рівномірно розширюється, немає і не може бути жодного механізму, здатного ви­рівнювати неоднорідності на відстанях, які перевищують відстань оптичного «обрію»? Виникає і таке запитання: як погодити однорідність Всесвіту у великих масштабах з наявністю в ньому численної кількості «згущень» — галактик? І як з'явилися ті первинні неоднорідності, що з них ці зоряні острови утворилися?

Ще одна загадка пов'язана з так званою критичною густиною речовини, значення якої (3 • 10~29 г/см3) ви­пливає з рівняння загальної теорії відносності. Якщо середня густина більша за критичну, то розширення Всесвіту з часом повинне змінитися стисканням. У то­му ж разі, коли середня густина менша від критичної або дорівнює їй, розширення Всесвіту триватиме необмежено. При цьому в останньому випадку простір Всесвіту не викривлений, і геометрія такого світу близь­ка до евклідової геометрії на площині. Розуміти це слід не так, що чотиривимірний «простір — час» теорії від­носності е плоским, а що певні його перетини площина­ми мають евклідову геометрію.

Фактична середня густина речовини у нашому Все­світі (якщо не враховувати можливості існування маси спокою у нейтрино) є дуже близькою до критичного значення. Подібний збіг уявляється досить дивним.

І ще: чому простір, у якому ми живемо, має три виміри — не більше і не менше? Нині розробляються різні теорії, згідно з якими ми насправді живемо в про­сторі із значно більшою кількістю вимірів. Однак у всіх напрямах, крім трьох взаємно перпендикулярних — *X, У і Z,* наш простір «згорнуто», «скомпактифіко'вано». В зв'язку з цим наш простір уявляється нам тривимір­ним, а ми можемо переміщатися в ньому тільки у трьох напрямах. Але питання про те, чому простір «згорнув­ся» саме таким, а не якимось іншим чином, залишається без відповіді.

Є й інші питання, наприклад: що було до початку розширення, до початкового моменту £=0? Іншими сло­вами: з чого наш Всесвіт утворився?

Спроби знайти відповіді на всі ці питання і встанови­ти причинний зв'язок між гаданим початковим станом Всесвіту і його сучасними властивостями шляхом фор­мально-логічних висновків із класичного «сценарію» га­рячого Всесвіту, що розширюється, до успіху не при­вели.

Чи не означає це, що такий «сценарій» повинен бути забракований? Однак не слід забувати про те, що зв'я­зок минулого і майбутнього в реальному світі має діа­лектичний характер. Це означає, що еволюція матерії зовсім не обов'язково повинна проходити плавно і по­ступово — у процесі розвитку будь-якої матеріальної системи можуть відбуватися глибокі якісні стрибки. Чи не було такого «стрибка» в історії нашого Всесвіту?

Останніми роками ряд фізиків-теоретиків зайнялися розробкою досить незвичайної теорії: мета її полягає в тому, щоб з'ясувати фізичну природу того «стрибка», про який йде мова. В основу цієї теорії покладене при­пущення про те, що Всесвіт виник внаслідок квантової флуктуації вакууму.

Вакуум — прихована форма існування матерії, здат­на за певних умов породжувати матеріальні частинки без порушення законів збереження. Подібні умови мо­жуть складатися як під впливом зовнішніх сил, так і спонтанно, довільно. Завдяки одному з таких спонтан­них «сплесків» і утворився початковий об'єм Всесвіту розміром не більше 1033 см3, що містить не більше 10~5 г речовини.

Отже, на дуже ранній стадії своєї еволюції Всесвіт міг перебувати у вакуумоподібному стані, що мав вели­чезну густину енергії. В такій ситуації, як це випливає з рівнянь Ейнштейна, Всесвіт повинен був через 10~33 с після початку розширення пережити стадію надзвичай­но швидкого експоненціального роздування за законом *ех,* де *х=Н.* Величина Я —так звана стала Хаббла — характеризує швидкість розширення залежно від від­стані. При цьому треба враховувати, що *Н* змінюється з часом. У нашу епоху ця стала на десятки поряд­ків нижча, ніж була в період експоненціального розши­рення.

Розширення за законом *е\** відбувається подібно до того, як у сучасних капіталістичних країнах зростають ціни відповідно до швидкості інфляції. Тому іноді сце­нарій Всесвіту, що «роздувається» чи «розпухає», на­зивають сценарієм «інфляційного Всесвіту».

Стадія роздування тривала протягом 10~30 с, і за цей час першопочатковий об'єм Всесвіту зріс приблизно в 1050 разів.

Фізична сутність описуваних подій така. Згідно з існуючими теоретичними уявленнями вакуум має гра­вітаційні властивості. Однак ця «гравітація» породжує не притягання, а відштовхування, яке на відміну од звичайної гравітації зростає із збільшенням відстані пропорційно її першому степеню. У сучасному Всесвіті гравітація вакууму або зовсім відсутня, або е надзви­чайно малою. Але у початковий період розширення при колосальній температурі вона повинна була сягати вели­чезних значень. Такий стан дістав назву «несправжнього вакууму».

Спочатку гравітація вакууму була нижчою, ніж гра­вітація звичайної речовини. Проте у процесі розширення настав момент, коли вона її перевищила. Саме ця обста­вина і повинна була спричинити експоненціальне «роз­пухання» Всесвіту, яке відбувалося із швидкістю, що у багато разів перевищувала швидкість світла. Це «розпухання» супроводжувалося різким зменшенням густини звичайної речовини і не менш різким знижен­ням температури.

За теорією ця стадія тривала близько ІО"30 с, після чого внаслідок розвитку нестійкостей стався фазовий перехід від стану «несправжнього вакууму» до стану «справжнього вакууму», в процесі якого утворилася величезна кількість реальних частинок речовини з за­гальною масою близько 1058 г. При цьому вся енергія вакууму перейшла в енергію випромінювання, і Всесвіт розігрівся до надзвичайно високої температури. З цього моменту його еволюція описується стандартною теорією гарячого Всесвіту, що розширюється.

Теорія «інфляційного Всесвіту» здатна розв'язати багато з тих загадок, про які йшлося вище, наприклад проблему формування однорідності й ізотропії сучас­ного Всесвіту. До початку роздування всередині загаль­ного «горизонту» в близьких точках повинні були вста­новитися приблизно однакові температура й інші фізичні умови. Але в період роздування, що відбувалося з надсвітловою швидкістю, ці точки виявилися стрімко рознесеними на величезні відстані одна від одної.

Водночас абсолютна однорідність не виникла завдяки квантовим флуктуаціям деяких фізичних величин. Ці флуктуації зумовили виникнення невеликих неоднорідностей густини, які й стали центрами формування га­лактик.

Природне пояснення дістала й близькість середньої густини речовини в сучасному Всесвіті до критичного значення. Справа в тому, що згідно з теорією густина «несправжнього вакууму» у Всесвіті, що «розпухає», точно дорівнює критичній. Тому й густина речовини, яка виникає при розпаді «несправжнього вакууму», також має дорівнювати критичній густині.

Існує ще один цікавий наслідок інфляційного роз­дування. З теорії випливає, що після стадії «роздуван­ня» в районах, які в «доінфляційний» період були до­сить віддалені один від одного, могли сформуватися різні фізичні умови. І між такими районами—«доме­нами» — у процесі інфляційного розширення повинні були виникнути «доменні стінки».

У процесі дальшого розширення з таких районів утворилися «міні-всесвіти», а стінки, що розділяють їх, віддалилися одна від одної, зокрема і від нас,— за від­стань «оптичного горизонту». В цих досить віддалених один від одного регіонах, що різняться своїми фізични­ми властивостями, могли по-різному відбуватися і про­цеси компактифікації багатовимірного простору. Вна­слідок цього у різних «міні-всесвітах» могли сформува­тися простори різної розмірності.

Цілком логічні пояснення дістають у межах теорії «інфляційного Всесвіту» і деякі інші властивості світо­будови.

На сьогодні існує кілька варіантів сценарію «Всесві­ту, що роздувається», які дуже відрізняються один від одного. Однак усі ці варіанти збігаються в головному: в кожному з них існує стадія експоненціального або майже експоненціального розширення.

Поява і дальша розробка теорії Всесвіту, що розду­вається, мають виключно важливе значення для космо­логії. Ця теорія показала, що цілком можливо з єдиної точки зору пояснити цілий ряд реальних властивостей нашого Всесвіту, які раніше задовільного пояснення не знаходили.

Більше того, уявлення про однорідний і ізотропний Всесвіт, яким вичерпується весь матеріальний світ, змі­нилося картиною світобудови острівного типу, світобу­дови, в якій існує безліч локальних однорідних і ізо­тропних міні-всесвітів. Ці міні-всесвіти можуть різнити­ся властивостями елементарних частинок, розмірністю простору й іншими фізичними характеристиками.

Теорія «інфляційного Всесвіту», що зв'язала його виникнення з квантовою флуктуацією вакууму, значно розширила еволюційні межі наукової картини світу. Завдяки цій гіпотезі, ідея еволюції, яка в другій поло­вині XX сторіччя пронизала всі наші уявлення про Всесвіт, поширилася нині на значно більші просторово-часові масштаби. Уперше в космології ми дістали прин­ципову можливість поширювати поняття часу в минуле не тільки до моменту початку розширення, а й до «мінус нескінченності».

У новій картині світу змінюються і наші уявлення про місце людини й людства у світобудові. Не виключе­но, що життя і розум існують тільки в нашому міні-всесвіті, а властивості інших міні-всесвітів для життя непридатні.

Методичні міркування. Необхідно звернути увагу учнів на те, що однією з характерних особливостей не-класичної науки XX сторіччя є парадоксальний харак­тер багатьох її положень, який суперечить звичайному здоровому глузду і класичним уявленням природознав-

ства недавнього минулого. Найяскравішим виразом цієї обставини може бути відоме висловлювання Нільса Бора з приводу однієї запропонованої кимось з фізинів нової теорії: «Ця теорія недостатньо божевільна, щоб бути істинною».

Ще і в наш час, в останню чверть XX сторіччя, деякі вчені, зокрема і досить відомі, що тяжіють до класично­го напряму, не можуть примиритися з принципами некласичної фізики й астрофізики. От що, наприклад, пише відомий астрофізик Альвен з приводу загально­прийнятої в сучасному природознавстві космологічної теорії «Всесвіту, що розширюється» і «великого вибу­ху»: «Чим менше існує наукових доказів, тим більш фанатичною стає віра в цей міф. Як вам відомо, ця космологічна теорія вкрай абсурдна — вона твердить, нібито весь Всесвіт виник у якийсь певний момент, по­дібно до вибуху атомної бомби, що має розміри (більші чи менші) головки від шпильки. Схоже на те, що в су­часній інтелектуальній атмосфері величезна перевага космології «великого вибуху» полягає в тому, що вона зневажає здоровий глузд: credo, quia absurdum («вірю, бо це абсурдно»)! Коли вчені воюють з астрологічним безглуздям поза «храмами науки», годилося б пригада­ти, що саме в цих стінах подеколи культивується ще гірше безглуздя».

Подібні висловлювання, зв'язані з недостатнім розу­мінням діалектики розвитку природознавства, дають зайвий привід сучасним релігійним теоретикам проводи­ти паралелі між релігійною системою поглядів і некла-сичною наукою XX сторіччя, полегшуючи тим самим богословам розв'язання завдання, яке вони перед собою поставили,— виправдати релігію, прикриваючись авто­ритетом науки.

Проблема сингулярность Знайомлячись з теоретич­ними моделями Всесвіту, не можна не ввернути увагу на те, що багато які з них приводять до так званої сингулярности Іншими словами, згідно з цими моделями у початковий момент розширення, тобто при t = 0, гу­стина речовини була нескінченно великою! Проблема сингулярності є однією з центральних проблем сучасної космології. З одного боку, ейшптейнівська загальна тео­рія відносності неминуче зумовлює сингулярність. Про­те, з другого боку, стани з нескінченною густиною фізич­но нездійсненні. Складається враження, що поява сингулярності в загальній теорії відносності є наслідком того, що ця теорія незастосовна до станів з дуже вели­кою густиною, що вона тут виходить за межі своєї застосовності.

Яким чином може бути усунена суперечність, що ви­никає? Над розв'язанням цього завдання наполегливо працюють сучасні теоретики — фізики і астрофізики. Можливо, вдасться показати, що виникаюча з точки зору загальної "теорії відносності в процесі еволюції Всесвіту сингулярність не є все ж у межах цієї теорії абсолютно неминучою, що за певних умов її можна позбутися. Дру­гий напрямок пов'язаний з можливістю існування так званої «фундаментальної довжини», тобто якоїсь міні­мальної протяжності, яка визначає межі застосовності відомої нам фізики. Можливий, проте, і третій варіант: не виключено, що межі застосовності загальної теорії відносності визначаються виникненням квантових явищ. За існуючими уявленнями такими межами є часовий ін­тервал близько 10~43 с, протяжність близько 1,6 • Ю"33 см і густина близько 5 • 1093 г/см3. У зв'язку з цим робля­ться спроби створення квантової гравітаційної теорії і квантової космології. Саме цей напрям теоретичного пошуку зараз є основним.

Нестаціонарні явища. Одним з найважливіших від­криттів другої половини XX ст., яке значно розширило

наші уявлення про Всесвіт, було відкриття радіогалак­тик. З'ясувалося, що багато зоряних систем — джерела досить інтенсивного радіовипромінення.

Дослідження космічних радіостанцій за допомогою радіотелескопів показало, що джерелом радіовипромі­нювання у цих об'єктів, як правило, є не сама галакти­ка, а два плазмових утворення — «плазмони», симетрич­но розташовані по обидва її боки. Саме в таких плазмо­нах, або, як їх прийнято називати, радіокомпонентах, і відбуваються ті фізичні процеси, які породжують потужне радіовипромінювання.

Яка ж природа цих фізичних процесів, які протягом багатьох мільйонів років підтримують радіовипроміню­вання радіогалактик?

Багато даних свідчать про те, що джерелом енергії радіовипромінювання, очевидно, є активні фізичні про­цеси, що відбуваються в центральних частинах деяких галактик — так званих ядрах. Нерідко ці процеси су­проводжуються викидом значних мас речовини, виді­ленням величезних енергій, а також вибуховими явища­ми. Так, ядро нашої власної Галактики протягом року викидає значні маси водню. Ядра деяких інших галак­тик проявляють набагато більшу активність.

Але навіть потужні енергетичні сплески, які відбу­ваються в ядрах галактик, блякнуть порівняно з проце­сами, що мають місце в об'єктах, які були вперше вияв­лені у 1963 р. і дістали назву квазарів. Ці об'єкти роз­ташовані на колосальних відстанях від нашої галакти­ки біля меж спостережуваного району Всесвіту, і за даними астрофізичних спостережень є компактними утвореннями. Якщо поперечник нашої Галактики дорів­нює 100 тис. св. років, то поперечники квазарів станов­лять усього лише кілька світлових тижнів або місяців. Порівняно з галактиками це «порошинки». Але кожна така «порошинка» випромінює в сотні разів більше енер­гії, ніж найбільші відомі нам галактики!

Так, наприклад, світність! усієї нашої Галактики становить близько 1037 Вт. У квазарів вона приблизно в 10 тисяч разів більша! А загальна кількість енергії, що її виділяють квазари, оцінюється в 10м Дж. Це в 10 трильйонів разів більше, ніж виділило Сонце протя­гом усього свого існування. Такої кількості енергії ціл­ком достатньо, щоб підтримувати спостережуване енерговиділення квазарів — 1041 Вт упродовж сотень тисяч років.

Деякі квазари випромінюють не тільки в оптичному, радіо та інфрачервоному діапазонах електромагнітних хвиль, а й мають потужне рентгенівське і навіть гамма-випромінювання. Так, у квазарів ЗС-273 рентгенівська світність досягає 2 • 1039 Вт.

Систематичні дослідження в рентгенівському і гамма-діапазонах електромагнітних хвиль, що проводяться останніми роками, привели до виявлення кількох косміч­них об'єктів, випромінювання яких на цих довжинах хвиль зазнає різких короткочасних коливань. Мова йде, зокрема, про потужні спалахи гамма-випромінювання. І хоч фізичну природу цих явищ до кінця ще не розкри­то, вони, безперечно, є відбиттям якихось нестаціонар­них процесів, що відбуваються у Всесвіті.

На початку нашого століття будь-які прояви нестаціонарності у Всесвіті, скажімо, пульсації змінних зір цефеїд або спалахи нових і наднових зір, розгляда­лися вченими як своєрідні відхилення від нормальних станів.

«Пульсація цефеїд,— писав, наприклад, фізик-теоретик Артур Еддінгтон,— різновид хвороби, що ура­жує зорі в певний період дитинства; пройшовши через нього безболісно, вони далі існують без пульсацій. На­пади цієї хвороби можуть траплятися й у пізніші періоди життя; зорі зазнають іноді катастрофічних вибухів, які викликають появу нових зір»*.*

Однак астрономічні відкриття XX сторіччя, особливо другої його половини, з усією очевидністю виявили не­спроможність уявлень, що панували свого часу, про стаціонарність Всесвіту і об'єктів, які його населяють. Стало ясно, що не тільки Всесвіт як ціле змінюється з часом, але буквально на всіх рівнях існування матерії відбуваються нестаціонарні процеси, якісні перетворен­ня матерії, глибокі якісні стрибки.

Цей висновок цілком відповідає точці зору діалектич­ного матеріалізму на процес розвитку.

«...Розвиток стрибкоподібний, катастрофічний, рево­люційний; — «перериви поступовості»; перетворення кількості в якість... взаємозалежність і найтісніший, не­розривний зв'язок *всіх* сторін кожного явища (причому історія відкриває все нові й нові сторони), зв'язок, що дає єдиний, закономірний світовий процес руху,— такі є деякі риси діалектики».

У світлі цього висловлювання В. І. Леніна важлива роль нестаціонарних процесів у розвитку космічних форм матерії постає цілком природною й закономірною. Зараз вже ясно, що ці явища — не випадкові відхилен­ня від норми, а закономірні «поворотні пункти» у роз­витку космічних об'єктів, де здійснюються переходи матерії з одного якісного стану в інший, виникають нові небесні тіла.

Відповідно до цього змінилося і головне завдання сучасної астрофізики: вона перетворилася в еволюційну науку, що вивчає закономірності походження і розвитку космічних об'єктів. При цьому однією з найважливіших проблем сучасної астрофізики стало питання про джерела енергії нестаціонарних процесів, які відбуваються у квазарах і ядрах галактик.

Зараз, мабуть, уже ніхто не сумнівається в тому, що між квазарами і ядрами галактик існує генетичний, тоб­то родинний зв'язок. Однак щодо питання про характер цього зв'язку існують дві точки зору. Згідно з однією з них у центрі галактики в сукупності великої кількості зір і газу утворюється порівняно невелике (розміром 1016—1017 см), але гігантське за масою (близько 108— 109 мас Сонця) ядро. Якщо галактика повільно обер­тається, то формування такого ядра уявляється досить природним: газ і зорі «стікають» у «потенціальну яму». З точки зору подібної гіпотези колосальна світність квазарів пояснюється виділенням при гравітаційному стисненні величезної кількості енергії.

За іншою гіпотезою, квазари — давніші утворення, ніж галактики. Квазари в середньому розташовані далі, ніж галактики з активними ядрами. А це означає, що вони виникли раніше зоряних систем (адже чим далі знаходиться від нас космічний об'єкт, тим у більш від­даленому минулому ми його спостерігаємо) і вже потім «обростали» зорями, стаючи ядрами зоряних систем, що формуються навколо них. На користь такого припущен­ня говорить і подібність фізичних процесів, що відбува­ються в квазарах і ядрах деяких зоряних систем. Крім того, останнім часом виявлено ряд квазарів, оточених зорями.

Що ж стосується джерел енергії, які «працюють» у квазарах і активних ядрах галактик, то щодо цього є ряд припущень. Дуже цікавою е гіпотеза «чорних дір». «Чорна діра» — досить своєрідний об'єкт, теоретична можливість існування якого випливає із загальної тео­рії відносності. За певних умов компактний згусток ре­човини може під дією власного тяжіння зазнати ката­строфічного стиснення й перетворитися на об'єкт, який відзначається настільки потужним притяганням, що його не зможе здолати жоден фізичний сигнал. Ні про­мінь світла, ні радіохвиля, ні крихта не зможуть «ви­рватися» з такого утворення назовні. Це і є «чорна діра».

Водночас «чорна діра» здатна втягувати у себе нав­колишню речовину. При цьому кінетична енергія па­даючої речовини в гравітаційному полі «чорної діри» може перетворюватися на інші види енергії. Вислов­люється припущення, за яким у центральних частинах квазарів і ядер галактик знаходяться надмасивні «чорні діри». Вони інтенсивно «всмоктують» навколишню речо­вину, при цьому виділяється величезна енергія.

Це теоретичне припущення нещодавно дістало цікаве спостережне підтвердження. У безпосередній близькості від центра галактики М-87 з дуже активним ядром було виявлено слабосвітний компактний згусток, маса якого становить 6 млрд, сонячних мас. Не виключено, що це і е надмасивна «чорна діра», впливом якої пояснюється висока фізична активність ядра галактики М-87.

Хоча це може виявитися утворенням і якоїсь іншої фізичної природи. Так, ще у 1958 р. академік В. А. Амбарцумян висловив думку про те, Що до складу ядер галактик входять надмасивні згустки дозоряної матерії, що мають колосальний запас енергії і масу в сотні мільйонів чи навіть у мільярди мас Сонця, їх розпад і зумовлює активність ядер і потужні викиди речовини. На думку Амбарцумяна, саме існування галактики навколо ядра є результатом активності надмасивного тіла. Не ядро утворилося в уже існуючій галактиці, а галактика виникла в результаті активності ядра, а та­кож вторинних центрів активності, що виділилися *а* нього.

Проте яка з існуючих гіпотез виявиться більш близь­кою до дійсності, покажуть тільки майбутні дослідження.

Зокрема, що стосується «чорних дір», то поки що жодна реальна «чорна діра» у Всесвіті ще не виявлена.

Згідно з теорією «чорні діри» можуть бути завершальними етапами в житті зір з масою у 3—5 і більше мас Сонця. Якщо такий об'єкт входить до складу подвій­ної системи, то його можна виявити за деякими непря­мими ознаками, зокрема за рентгенівським випроміню­ванням. Найбільш вірогідним кандидатом такого роду е рентгенівське джерело в сузір'ї Лебедя. А втім хоч результати спостережень цього об'єкта і не суперечать гіпотезі про «чорну діру», але повної впевненості в тому, що це справді «чорна діра», поки що немає. Картина, яка спостерігається, може мати і інші пояснення.

Слід зазначити, що припущення про те, що до складу ядер галактик і квазарів входять «чорні діри», теж є тіль­ки гіпотеза, яка повинна бути підтверджена спостере­женнями. З точки зору теорії компактний згусток речо­вини досить великої маси справді повинен колапсувати і може перетворитися на «чорну діру». Але чи є,такий кінець колапсу практично неминучим, поки що невідо­мо. У всякому разі, досі астрономічні спостереження реальних підтверджень щодо існування «чорних дір» як у ядрі нашої Галактики, так і у ядрах інших зоряних систем, не дали. Та й з точки зору теорії є ряд факторів, які можуть заважати утворенню в процесі колапсу масивних «чорних дір». Колапсуючі згустки можуть, на­приклад, фрагментувати — розпадатися на частини. На певній стадії стиснення можливе виникнення ядерних процесів, здатних спричинити розлітання газових частин. Ці та деякі інші фізичні явища можуть перешкодити «колапсу до кінця» чи, принаймні, сильно його уповіль­нити, настільки, що стадії «чорної діри» буде досягнуто лише через кілька мільярдів років. А коли це так, то утворення «чорних дір» у квазарах і ядрах галактик має бути досить рідкісним явищем, і, таким чином, високу активність і величезне енерговиділення цих об'єктів наявністю «чорних дір» пояснити важко.

У процесі вивчення Всесвіту нерідко виявляються незвичайні об'єкти і явища, які тривалий час не дістають задовільного пояснення з точки зору існуючих фундаментальних фізичних теорій. До подібних ситуацій може бути три підходи.

Так, наприклад, явища, які не укладаються в межі відомих фізичних закономірностей, можна прийняти за такі, що не підпорядковані природним закономірностям взагалі, тобто за надприродні. Це найпростіше «розв'я­зання» проблеми, що не потребує ні доказів, ні якихось подальших досліджень. Саме з цих позицій релігійні теоретики намагаються тлумачити незвичайні явища, які ще не знайшли досить повного пояснення в сучасній фізиці, зокрема і явища космічні, як свідчення обмеже­них можливостей науки і божественної суті природних процесів.

Однак наука не визнає подібних підходів, її багато­віковий досвід переконливо свідчить про те, що будь-яке, навіть найзагадковіше явище, кінець кінцем дістає природне пояснення.

Другий шлях полягає в тому, щоб, незважаючи на труднощі і невдачі, прагнути до зведення незвичайних явищ до вже існуючого знання.

Зрозуміло, що аналіз будь-яких нових фактів, тим більше незвичайних, з точки зору загальноприйнятих фундаментальних фізичних теорій не тільки бажаний, а й абсолютно необхідний. Проте, з іншого боку, це аж ніяк не виключає правомірності спроб узагальнення цих теорій, оскільки може виявитися, що факти, про які йде мова, лежать поза межами їх застосування. Можна на­вести чимало прикладів з історії природознавства, коли подібні узагальнення виявлялися не тільки абсолютно необхідними, а й великою мірою плідними.

Тим більше не можна погодитися з твердженням, що його висувають деякі вчені на Заході, начебто фізична наука по суті «завершилася». На їхню думку, все роз­маїття існуючих у природі фізичних умов, явищ і об'єк­тів може бути зведене до скінченної кількості фундаментальних законів, і ці фізичні закони, що керують рухом матерії у Всесвіті (за винятком лише закономірностей явищ, які відбуваються в ультраневеликих ділянках і за дуже великих густин), до нинішнього часу вже відкри­то і вивчено, і будь-яке щойно виявлене явище безпе­речно можна описати за допомогою цих законів.

Проте така точка зору не має під собою жодних під­став. Ще на початку цього сторіччя В. І. Ленін, аналі­зуючи новітні фізичні відкриття того часу, підкреслю­вав, що «електрон є так само *невичерпний,* як і атом, природа безконечна...» *1.* Так само нескінченний і процес пізнання матеріального світу, що оточує нас. Наші знан­ня про нього стають дедалі глибшими і різнобічними, ніколи не досягаючи межі.

З визнанням нескінченної різноманітності матеріаль­ного світу пов'язаний третій підхід до вивчення-незви­чайних явищ, який допускав можливість того, що ці явища лежать за межами застосовності існуючих фунда­ментальних фізичних теорій, і для їх пояснення знадо­биться розробка нових, загальніших теорій. Але це трапляється порівняно рідко — у більшості випадків нові факти рано чи пізно знаходять пояснення в межах існуючих знань. І все ж у процесі наукового дослідження час од часу обов'язково зустрічатимуться і такі факти, які вимагатимуть виходу за межі звичних теорій.

Отже, та обставина, що наука, «прориваючись» у но­ві зони дослідження, виявляє незвичайні «дивні», «ди­вовижні» з точки зору існуючих поглядів явища, ніякою мірою не спростовує наших діалектико-матеріалістичних уявлень про навколишній світ. Навпаки, подібні відкрит­тя є наочним підтвердженням одного з основоположних принципів діалектичного матеріалізму — про нескінчен­ну різноманітність і якісну невичерпність матеріального світу.

Як ми знаємо, у вченні М. Коперника стверджувало­ся, що центром нашої планетної системи є не Земля, а Сонце, і цим було завдано нищівного удару по церковно-релігійним уявленням про світобудову. Ця карди­нальна зміна астрономічної картини світу становила зміст локальної революції — першої революції в астро­номії.

Однак цим зміст наукової революції Коперника не вичерпується. Вчення Коперника утвердило новий над­звичайно важливий методологічний принцип: світ може бути не таким, яким ми його безпосередньо спостерігаємо, і завдання науки полягає в тому, щоб пізнати справжню сутність явищ, сховану за їх зовнішньою видимістю. Цей принцип визначив зовсім нове бачення світу, докорінним чином змінив характер наукової ді­яльності і став тим методологічним фундаментом, на який спирався весь подальший розвиток природознав­ства. Тим самим революція Коперника в астрономії переросла у глобальну революцію в природознавстві.

На рубежі XIX і XX сторіч відбулася велика рево­люція у фізиці, що ознаменувалася створенням прин­ципово нових фундаментальних фізичних теорій — кван­тової механіки і теорії відносності. Ця революція роз­горнулася саме тоді, коли класична картина світових явищ, побудована на основі фізики Ньютона з її заліз­ним зв'язком причин і наслідків, здавалася майже пов­ністю завершеною і здатною пояснити будь-які явища.

Проте розвиток фізики показав неспроможність по­дібних уявлень. З'ясувалося, що механічні явища — це лише окремий, граничний випадок набагато складніших процесів, які підпорядковуються зовсім іншим законам. Класична механіка виявилася граничним випадком теорії відносності ари швидкостях, значно менших від швидкості світла, і не надто великих масах. Це була локальна революція у фізиці. Але вона принесла з собою не тільки нові загальніші теорії, а й викликала перегляд багатьох звичних уявлень, що мають першорядне сві­тоглядне й методологічне значення.

Цілий ряд положень класичної фізики, які до певного часу служили настільки добре, що вони почали здавати­ся" «абсолютними», зазнали повного краху. Цей крах ви­кликав у багатьох природодослідників велику розгубле­ність, набрав у їхніх очах характеру загальної катастро­фи науки взагалі. Якщо наші знання про матерію, роз­мірковували вони, знання, якими прекрасно користува­лися протягом сторіч, раптом виявилися неспроможними, якщо навіть найфундаментальніші уявлення про природу піддаються кардинальному перегляду, то з цього випливає, що ніякої матерії не існує, а існують лише наші уявлення про неї.

У XX сторіччі відбулася друга революція в астроно­мії. На початку сторіччя і сам Всесвіт, і небесні тіла, що його населяють, за рідкісними винятками здавалися майже незмінними, стаціонарними; вважалося, що ко­смічні об'єкти еволюціонують надзвичайно повільно, плавно, поступово переходячи від одного стаціонарного стану до іншого стаціонарного стану.

Однак XX сторіччя внесло в ці уявлення кардинальні зміни. Перш за все виявилось, що ми живемо в .неста­ціонарному Всесвіті, що розширюється. Потім були відкриті численні локальні нестаціонарні явища, що супроводжувалися виділенням колосальної енергії, по­тужними вибуховими процесами. Стало ясно, що не тільки Всесвіт як ціле змінюється з часом, і його минуле нетотожне його сучасному стану, а й буквально на всіх рівнях існування матерії йдуть нестаціонарні процеси, відбуваються якісні перетворення матерії, глибокі якісні стрибки.

Відповідно до цього змінилося і головне завдання сучасної астрофізики: вона перетворилася на еволюційну науку, яка вивчає закономірності походження й розвит­ку космічних об'єктів.

Таким чином, астрономічні відкриття XX сторіччя принесли з собою зовсім нове бачення астрономічного світу: на зміну картині незмінного, стаціонарного Все­світу прийшла картина еволюціонуючого Всесвіту — не тільки такого, що розширюється, а й буквально «вибу­хає». Ця обставина дає всі підстави розглядати сукуп­ність відкриттів у галузі вивчення Всесвіту, зроблених

у нашому столітті, а також супутну їм радикальну перебудову системи знань про Всесвіт як чергову рево­люцію в астрономії.

Нова революція в астрономії увійшла як надзвичайно важлива складова частина у науково-технічну револю­цію, що розгорнулася у другій половині цього століття і охопила майже всі галузі сучасної науки та їх прак­тичне застосування.

Головним підсумком цієї революції можна вважати новий погляд на сутність пізнавальної діяльності люди­ни, розуміння того, що процес наукового пізнання «віту є суб'єкт-об'єктною взаємодією. Матеріальний світ по­став перед нами як сфера прикладення практичної діяльності людей.

Цей висновок має колосальне методологічне і філо­софське значення, він також надзвичайно важливий для організації всієї практичної пізнавальної діяльності сучасного людства.

Методичні міркування. Як ми вже неодноразово за­значали, бурхливий прогрес природознавства змусив захисників релігії змінити ставлення до науки. Врахо­вуючи, що в наші дні вступати в спір з природознав­ством у конкретних питаннях світобудови безглуздо й безперспективно, сучасні богослови змінили тактику. Замість того, щоб нападати на науку, вони прагнуть тлумачити наукові дані на користь релігійних уявлень, не зупиняючись при цьому перед прямою фальсифіка­цією науки. Зокрема, вони намагаються ототожнити крах класичної картини світу з крахом матеріалістич­ного світогляду, твердячи, що нова фізика начебто вже однією своєю появою свідчить на користь релігійних уявлень. Зокрема, для цього широко використовується розвиток нової, «некласичної» фізики XX сторіччя.

«Фізика веде нас до брами релігії»,— заявляв католицький єпископ О. Шпюльбек. Приблизно те саме твердив в одному із своїх творів з богослів'я архієпископ Лука, праці якого дістали офіційне схвалення Руської православної церкви. На його думку, найбільші наукові відкриття початку XX сторіччя розхитали матеріалі­стичні підвалини природознавства і змусили перегляну­ти на користь ідеалізму (а значить, і релігії) основні положення фізики і математики '.

Насправді ж усі ці широкомовні заяви не мають під собою, зрозуміло, ніяких підстав. Так, класична фізика, як ми вже зазначали, створила струнку картину світу з причинним взаємозв'язком усіх явищ, виключивши тим самим можливість втручання у хід світових процесів надприродних сил.

Революція у фізиці показала неспроможність пре­тензій класичної фізики на те, щоб дати вичерпне опи­сання всіх явищ з позицій механіки. Але чи означає це, що тим самим наука зробила крок у бік релігії? По­дібний висновок зовсім неправильний. Справа в тому, що матеріалізм класичної фізики був вульгарним, меха­ністичним, метафізичним матеріалізмом, що намагався звести всі світові процеси до однієї найпростішої форми руху. Нова, некласична фізика XX сторіччя завдала удару не по матеріалізму класичної фізики, а по її пре­тензіях на пояснення всього існуючого з механістичної точки зору. Сама ж некласична фізика є не менш мате­ріалістичною, ніж класична, але це матеріалізм вищого порядку — матеріалізм діалектичний. І нова фізика не має потреби в гіпотезі бога, вона також розкриває при­родну причинність й закономірність явищ, хоча відкриті нею закономірності і не зводяться до механістичних.

Слід згадати основоположне висловлювання В. І. Ле­ніна, яке має безпосереднє відношення до питань сві­тогляду: «Це, звичайно, чиста нісенітниця, ніби матеріалізм стверджував... обов'язково «механічну», а не електромагнітну, не яку-небудь ще незмірно складнішу картину світу, як *рухомої матерії»*.

Нерозуміння цієї фундаментальної обставини часто призводить до того, що проти тих чи інших конкретних природничонаукових гіпотез, теорій або концепцій як головний, а іноді й єдиний аргумент, висувається зви­нувачення, буцімто вони суперечать матеріалістичному світогляду. Так було, наприклад, коли прихильники класичної ньютонівської космології вели боротьбу з но­вою релятивістською космологією, абсолютно безпідставно зображуючи цю боротьбу як боротьбу світоглядів, боротьбу матеріалізму проти ідеалізму.

Геометрія Всесвіту. Згідно з загальною теорією від­носності геометричні властивості простору залежать від розподілу речовини. Будь-які згустки речовини викрив­люють простір, і оскільки ми живемо в непорожньому Всесвіті, то його простір викривлений, він неевклідів.

У викривленому світі необмеженість не збігається з нескінченністю. Під необмеженістю в даному випадку мається на увазі відсутність «матеріальних» меж. Такий необмежений світ, проте, у певному, наприклад метрич­ному розумінні, може виявитися скінченним, може мати скінченний об'єм, бути «замкненим у собі».

Питання про необмеженість матеріального світу — це принципове філософське питання. Якщо ми визнаємо, що матеріальний світ обмежений чимось нематеріаль­ним, то це призведе до принципової суперечності з ма­теріалістичною точкою зору на світ, до фактичного визнання релігії.

Що ж до геометричних властивостей нашого Всесвіту, зокрема його скінченності або нескінченності, то це пи­тання можна розв'язати лише шляхом відповідних астрономічних спостережень і досліджень.

Свого часу деякі філософи-матеріалісти намагалися пов'язувати припущення про скінченність Всесвіту з ре­лігійними уявленнями про світ, а про нескінченність — в матеріалізмом. Однак подібна постановка питання в зовсім неправомірною. Питання про скінченність чи нескінченність Всесвіту — конкретно наукове питання. І якщо виявиться, що наш Всесвіт скінченний, це жод­ною мірою не суперечитиме нашим матеріалістичним уявленням.

До речі, сучасні захисники релігії аж ніяк не вва­жають, що можлива нескінченність Всесвіту спростовує релігію. Навіть навпаки. Характерним є висловлювання в цього приводу релігійне настроєного англійського астронома Є. Мідна: «Для створення нескінченного Все­світу потрібен більш могутній бог, ніж для створення скінченного: аби створити простір для нескінченної три еволюційних сил, потрібен більш великий бог, ніж для того, щоб завести механізм раз і назавжди. Ми звіль­няємо ідею бога від дрібності, що вона була йому при­писана песимістичною наукою минулого» '.

Слід зазначити, що сучасні захисники релігії за кож­ної зручної нагоди висувають як аргумент на користь релігійного світорозуміння релігійні висловлювання відомих учених. Хід міркувань приблизно такий: якщо вже видатні дослідники, які безпосередньо пов'язані з наукою, мають релігійні погляди, то що може перекон­ливіше свідчити про існування бога?

Проте ми вже знаємо, що деякі особливості процесу пізнання можуть сприяти формуванню хибних, релі­гійних уявлень про світ, незважаючи на його фактичну матеріальну єдність. І саме цим пояснюються релігійні погляди деяких буржуазних учених, а не тим, що в про-

цесі наукових досліджень їм відкрилася «божественна істина».

Загальна теорія відносності дає точний числовий кри­терій замкненості простору нашого Всесвіту, що зале­жить від середньої густини речовини. Якщо ця густина перевищує певне критичне значення (3- *І0~2д* г/см3), то простір нашого Всесвіту замкнений і скінченний. У про­тивному разі він незамкнений і нескінченний. Відповідно до астрофізичних даних, що існували до недавнього часу, середня густина оцінювалась трохи нижче або близько до критичного значення. Однак останніми рока­ми в науковій пресі з'явилися повідомлення про те, що в елементарної частинки нейтрино, яка, як вважалося, не має маси спокою, насправді така маса є. Як гадають, ця маса приблизно в ЗО—40 тисяч разів менша від маси електрона. А якщо це так, то виявиться, що загальна маса нейтрино у Всесвіті в десятки разів перевищує масу «звичайної» речовини. Це означатиме, що середня густина набагато більша за критичну. І, отже, наш Все­світ замкнений і скінченний, і його розширення че­рез багато мільярдів років повинне змінитися стис­ненням.

Множинність всесвітів. Останнім часом у фізиці й астрофізиці дедалі більшу увагу привертає до себе ідея множинності всесвітів — різновпорядкованих світів. Суть цієї ідеї полягає в тому, що поряд з нашим Всесвітом у матеріальному світі може існувати незліченна кіль­кість інших всесвітів, які мають різні властивості і складним способом межують один з одним (частково про це вже говорилося у розділі про теорію «інфляцій­ного» Всесвіту).

Коли ми порівнюємо розміри різних природних об'єктів, то простежується певна ієрархія — від елемен­тарних мікрочастинок до галактик і Метагалактики. Су­часна фізика високих енергій за допомогою велетен­ських прискорювачів проникла в глибини мікросвіту.

А якщо збільшити потужність експериментальних при­строїв? Чи вдасться тоді зазирнути ще далі, виявити ще дрібніші частинки матерії? І взагалі, наскільки далеко можна просуватися подібним шляхом?

Багато вчених припускають, що простір не можна ділити нескінченно, що цю операцію можна здійснювати лише до певної межі. На певному етапі «поділу» власти­вості простору настільки змінюються, що про нього вже не можна говорити, як про такий, що складається з мен­ших частин. Справа в тому, що в результаті досліджень у галузі мікропроцесів, проведених останніми роками, виявлено дивовижні факти. Наприклад, елементарна частинка може містити як свої складові кілька точно таких самих частинок, що й вона сама. Так, протон на дуже короткий час розпадається на протон і ще пі-ме-зон. А кожний пі-мезон у свою чергу ще на три пі-мезо-ни. Мало того, випустивши свій пі-мезон, що входить до його складу, протон може перетворитися у важчий нейтрон!..

Отже, у мікросвіті звичайні уявлення про просте й складне, про ціле й частини втрачають свій звичний зміст. Частина може виявитися масивнішою за ціле і не менш складною щодо своєї будови.

Звичні уявлення про частину і ціле останнім часом піддаються перегляду і стосовно мегакосмосу, щоправда, на відміну від фізики мікросвіту поки що тільки в суто теоретичному плані. В одному з попередніх підрозділів цього розділу ми ознайомилися з «чорними дірами» — об'єктами, з яких назовні не може «вирватися» ні ча­стинка, ні випромінювання. Але якщо згусток речовини, що стиснулася у «чорну діру», мав електричний заряд, навіть такий малий, як заряд електрона, то повна ізоля­ція «чорної діри» від усього навколишнього не відбу­деться. Цьому стане на заваді електростатичне поле, лінії напруги якого обов'язково повинні виходити назовні і закінчуватися на якому-небудь іншому заряді. В ре-

зультаті сторонній спостерігач замість величезного ма­сивного об'єкта побачить лише маленьку горловину, що з'єднує простір, який викривився і майже замкнувся з нашим звичайним простором. І, можливо, найвражаюче полягає в тому, що при досить великій масі подібну горловину не відрізнити від звичайної елементарної частинки. Таким чином, сторонньому спостерігачеві увесь Всесвіт може здаватися маленькою частинкою, скажімо, протоном чи електроном.

А звідси виникає ще екзотичніша ідея: чи не є всі спостережувані нами елементарні частинки гігантськими всесвітами — всесвітами, які проявляють себе в нашому світі як елементарні частинки? Теоретична можливість такої ситуації була кілька років тому показана відомим радянським фізиком, академіком М. О. Марковим. Він висловив ідею множинності «всесвітів» — різних світів, пов'язаних надзвичайно складними відношеннями, які не зводяться до звичайних просторово-часових відно­шень, характерних для «нашого» Всесвіту. Що ж до реалізації подібних «конструкцій» у матеріальному сві­ті, то поки що це питання залишається відкритим, хоч у принципі така можливість не суперечить відомим сучасній фізиці законам природи.

Таким чином, якщо академік Марков має рацію, то і в цьому випадку менше може складатися з більшого. Якщо елементарна частинка, наприклад електрон, є ли­ше якоюсь спостережуваною частиною гігантського сві­ту, то це означає, що наш Всесвіт фактично складається з безлічі інших подібних йому всесвітів. І не тільки Всесвіт, але, хоч як це й не дивно, і взагалі будь-який об'єкт нашого світу, в тому числі й сама людина.

З позицій подібної гіпотези світ — це не ієрархія по­слідовно вкладених один в одного об'єктів, а система, що складається з взаємопроникаючих і взаємообумовлю-ючих один одного світів, де мегакосмічні і мікроскопічні явища існують у тісній єдності й взаємозв'язку.

**«Велике об'єднання».** Одним з основних положень матеріалістичної діалектики є уявлення про загальний взаємозв'язок і взаємозалежність явищ природи.

Розвиток фізики не раз підтверджував плодотвор­ність цієї ідеї. Так, наприкінці минулого сторіччя Дж. Максвелл вивів свої знамениті рівняння, з яких випливав взаємозв'язок електричних, магнітних і оптич­них явищ.

У XX сторіччі було створено так звану квантову теорію поля, що являла собою синтез спеціальної теорії відносності Ейнштейна і квантової механіки. Потім на основі квантової теорії поля було розроблено квантову електродинаміку, що описує взаємодію електронів і фо­тонів.

А в останні роки з'явилася теорія (електрослабка теорія), яка об'єднує електромагнітні і слабкі фізичні взаємодії (взаємодії за участю нейтрино).

Нарешті, в наш час інтенсивно розробляється ще загальніша теорія — теорія «Великого об'єднання», яка повинна об'єднати електромагнітні і слабкі взаємодії із сильними (ядерними). З цієї теорії (а вона вже дістала кілька вражаючих експериментальних підтверджень) випливає один досить важливий наслідок: висновок про нестабільність протона — однієї з основних елементар­них частинок — ядра атома водню. Іншими словами, протони час від часу мають самочинно розпадатися.

На щастя, як показують розрахунки, період напівроз­паду протона на багато порядків вищий, ніж вік нашого Всесвіту. Якби це було не так, усі атомні ядра, а отже, і всі навколишні предмети давним-давно розпалися б на легші частинки.

Нині для перевірки завбачення про нестабільність протона проводять спеціальні експерименти. І якщо вони дадуть позитивний результат, це, можливо, проллє світ­ло на одну з найбільших загадок Всесвіту — відсутність у ньому скільки-небудь помітної кількості антиречовини.

Відповідно до одного з основних законів сучасної фізики елементарні частинки завжди народжуються парами — народження частинки завжди супроводжуєть­ся появою відповідної античастинки. Тим часом усі космічні об'єкти, які ми спостерігаємо, складаються з ре­човини.

Якщо є правильною теорія «Великого об'єднання» і протони насправді нестабільні, то не виключено, що вже в найперші моменти космологічного розширення приблизно за 10-3 б с розпади надважких частинок, по­дібні до розпаду протона, спричинилися до утворення певного надлишку частинок порівняно з античастинка­ми, який зберігся і до нашої доби.