

ЗМІСТ

<i>Передмова</i>	7
<i>Вступ</i>	11
<i>Хронологія</i>	20
 Частина перша · КОСМОС	
1. Що було на початку: поріг № 1	25
2. Зорі й галактики: пороги № 2 і 3	46
3. Молекули й місяці: поріг № 4	63
 Частина друга · БІОСФЕРА	
4. Життя: поріг № 5	81
5. Дрібне життя й біосфера	104
6. Велике життя й біосфера	129
 Частина третя · МИ	
7. Люди: поріг № 6	161
8. Землеробство: поріг № 7	191
9. Аграрні цивілізації	213
10. На порозі сучасного світу	238
11. Антропоцен: поріг № 8	260

ПЕРЕДМОВА

Ми розповідаємо історії, щоб розібратися.
Це у нас у крові.

Лія Гілз. Повернення до серця

Дея сучасної праісторії вже давно висить у повітрі. У мене вона з'явилася, коли я вперше почав викладати курс історії світу в Університеті Маккуорі в Сіднеї 1989 року. Я вважав, що саме через такий курс буде найкраще підійти до вивчення історії людства. Я тоді досліджував і викладав російську та радянську історію, і мене турбувало, що навчання національної та імперської історії (Росія була як нацією, так і імперією) підсвідомо закладає думку, буцімто на базовому рівні людство просто складається з племен-суперників. Чи корисно розповідати про це у світі, який має ядерну зброю? Під час Карибської кризи я ще навчався у школі і яскраво пам'ятаю відчуття завислості на краю апокаліптичної прірви. Люди от-от могли знищити світ і себе. Я пам'ятаю, як часто міркував, чи є «там», у Радянському Союзі, діти, яким так само страшно. Зрештою, всі ми люди. У дитинстві я жив у Нігерії. Саме там у мене з'явилося дуже сильне відчуття суцільного й надзвичайно різноманітного людського співтовариства — почуття, яке посилилося, коли я підлітком вступив до Атлантичного коледжу, міжнародного вишу в Південному Уельсі.

Декілька десятиліть по тому, вже у статусі професійного історика, я почав міркувати над уніфікованим підходом до навчання історії людства. Чи міг я розповідати про спадок усього людства з пафосом і побожним благоговінням, притаманним історіям великих націй? Згодом я впевнився, що нам потрібна історія, де

палеолітичні пращури й неолітичні фермери відігравали б таку саму важливу роль, як і керманічі, завойовники та імператори, які захопили історичний дискурс.

Зрештою я зрозумів, що моя ідея не нова. У 1986 році великий історик Вільям Макнілл обстоював думку про те, що писати історію «злетів і падінь усього людства» — «моральний обов'язок кожного професійного історика наших часів»¹. Ще раніше, але в тому самому дусі Герберт Уеллс написав історію людства, як відповідь на бійню Другої світової війни.

Ми вже розуміємо, що не може бути миру для кожного окремо — може бути лише мир для всього світу, і не може бути індивідуального добробуту — лише добробут для всіх. Але спільного миру й добробуту не буде без спільних історичних ідей... Не маючи нічого, крім вузьких, егоїстичних і суперечливих націоналістичних традицій, раси й народи приречені на постійні конфлікти й руйнацію².

Уеллс зрозумів іще дещо: тому, хто хоче викладати історію людства, найімовірніше, доведеться викладати історію всього на світі. Саме тому його «Нарис з історії» перетворився на історію Всесвіту. Щоб зрозуміти історію людства, доведеться зрозуміти, як виникли такі дивні створіння, — отже, дізнатися про еволюцію життя на планеті Земля — отже, дізнатися про еволюцію самої планети Земля — отже, дізнатися про виникнення й розвиток зір і планет — а отже, дізнатися й про виникнення та розвиток Усесвіту. Сьогодні ми можемо розповісти цю історію з науковою точністю, немислимою за часів Уеллса.

Уеллс шукав спільного знання, яке б об'єднало різні дисципліни й народи. Усі праісторії поєднують у собі багато знань — навіть праісторії націоналістичних історіографій. Найосяжніші з них можуть провести різними часовими осями через численні концентричні кола розуміння та ідентичності: від самого себе до родини й роду, далі до народу, мовної чи релігійної групи, до найширших кіл людства і життя й зрештою до ідеї про належність до Всесвіту або космосу.

Вступ

Форми, що з'являються і зникають — і твоє тіло лише одна з них — це лиш відблиски танцю моїх кінцівок. Коли впізнаєш Мене в усьому, чого тобі тоді боятися?

*Уявні слова індуїстського бога Шиви з книжки
Джозефа Кемпбелла «Герой із тисячею облич»*

Усі ці зовсім неможливі події, напевно, такі ж імовірні, як ті, що могли б коли-небудь статися, й будь-які інші, що зроду не ставалися.

Джеймс Джойс. Фіннеґанові поминки

Ми з'явилися в цьому Всесвіті не за власним бажанням, у часі й місці, яких теж не вибирали. Якусь мить ми, такі собі космічні світляки, летітимемо разом з іншими людьми, зі своїми батьками, з сестрами й братами, з дітьми, із друзями і ворогами. Ми подорожуватимемо разом з іншими формами життя від бактерій до бабуїнів, зі скелями, океанами й полярними сьйвами, з місяцями й метеорами, планетами й зорями, кварками й фотонами, надновими і чорними дірами, разом зі слимаками й мобільними телефонами в неймовірних просторах порожнечі. Ця кольорова різноманітна какофонічна і таємнича кавалькада продовжуватиме свій рух, навіть коли ми її полишимо. У віддаленому майбутньому до неї приєднуватимуться і залишатимуть її вже інші подорожні. Зрештою учасників меншатиме. За газильйони років від сьогодні вона розтане, як привид на ранішній зорі, розчиниться в океані енергії, з якої народилася.

Що ж це за дивний натовп, із яким нам доводиться подорожувати? Яке наше місце в цій кавалькаді? Звідки вона з'явилася, куди прямує і як зрештою зникне?

Сьогодні ми, люди, можемо розповісти про історію цієї кавалькади набагато більше, ніж будь-коли. Ми можемо з дивовижною точністю визначити, що розташовано ген-ген за мільярди світлових років від Землі й що відбувалося мільярди років тому. Нам це під силу, бо ми зібрали вже багато шматочків мозаїки знань і можемо уявити всю картину. Це дивовижне й дуже недавнє досягнення. Багато шматочків мозаїки нашого походження знайшли своє місце за мого життя.

Ми можемо скласти масштабні карти Всесвіту і його минулого завдяки, поміж іншим, своєму великому мозку — і, як усі тямущі організми, користуємось ним, аби створити внутрішні карти світу. З них складається певна віртуальна реальність, яка допомагає нам знайти власний шлях. Ми не здатні побачити світ безпосередньо в усіх його деталях; для цього потрібен мозок завбільшки з Усесвіт. Але ми можемо створити прості карти фантастично складної реальності, знаючи, що вони відповідають важливим аспектам реального світу. На всім відомій схемі лондонського метро немає більшості поворотів, але нею успішно користуються мільйони людей, щоб потрапити з одного кінця міста в інший. Ця книжка — своєрідна схема метро Всесвіту.

Люди відрізняються від усіх інших розумних тварин мовою — надзвичайно потужним засобом комунікації, що дає змогу обмінюватися індивідуальними картами світу й таким чином формувати більші, детальніші карти, створені спільними інтелектуальними потужностями. Такий обмін дозволяє порівнювати деталі своїх карт із деталями мільйонів інших. Саме так кожна група створює світогляд, де поєднуються спостереження, ідеї та думки багатьох поколінь, які жили протягом тисяч років. Піксель за пікселем завдяки колективному навчанню люди вибудовували все детальніші карти Всесвіту протягом 200 тисяч років свого існування як виду. Це означає, що одна маленька частка Всесвіту почала роздивлятися себе саму, — ніби Всесвіт почав поволі

ХРОНОЛОГІЯ

У цій таблиці ви знайдете деякі фундаментальні дати сучасної праісторії. Ми вказали як приблизні абсолютні, так і перераховані дати, тобто такі, які б вийшли, якби Всесвіт виник 13,8 року, а не 13,8 мільярда років тому. Так легше збагнути хронологію. Зрештою, природний добір готував нас не до мільйонів чи мільярдів, і ми вирішили, що коротшу хронологію сприймати і розуміти буде набагато простіше.

Більшість дат, які стосуються подій, що відбулися понад кілька тисяч років тому, були встановлені лише в останні п'ятдесят років за допомогою сучасних хронометричних технологій, найважливішою з яких є радіометричне датування.

Подія	Приблизна абсолютна дата	Дата, поділена на 1 млрд років
Поріг № 1. Великий вибух: народження нашого Всесвіту	13,8 млрд років тому	13 років 8 місяців тому
Поріг № 2. Почали сяяти перші зорі	13,2 (?) млрд років тому	13 років 2 місяці тому
Поріг № 3. У велетенських умирущих зорях з'явилися нові елементи	Постійно від порога № 2 і до наших днів	Постійно від порога № 2 і до наших днів

1 Що було на початку: поріг № 1

Щоб зробити яблучний пиріг з нуля, потрібно спочатку винайти Всесвіт.

Карл Саган. Космос

Так, мабуть, і було, коли народилась зоря,
У первісних обертах вихору зачаровані коні теплим по-
ступом,
Іржучи тихо й радісно, зі стаєнь зелених своїх
Повиходили в поле співати хвалу.

Ділан Томас. Ферн Гілл

Ривковий початок праісторії

Бутстрепінг (від *bootstrap* — петля на заднику черевика) — це карколомне підважування самого себе, дуже-дуже сильно тягнучи за цю петлю. Ідея, що увійшла в жаргон комп'ютерників (через слова *booting* і *rebooting* — «завантаження» і «перезавантаження»), описує, як комп'ютер воскресає з мертвих і завантажує інструкції, котрі підкажуть користувачеві, що з ним робити далі. У прямому сенсі, звичайно, витягнути себе за петлю на черевіку неможливо, оскільки, аби щось підняти, потрібен важіль. «Дайте мені важіль і точку опори, — казав грецький філософ Архімед, — і я переверну Землю». Але що могло підважити створення нового Всесвіту? Як можна підважити Всесвіт? Або ж, якщо на те пішло, — цілу історію виникнення нового Всесвіту?

Підважувати праісторії не легше, ніж народження Всесвіту. Один із легких шляхів — проігнорувати проблему початку і вва-

жати, що Всесвіт існував завжди. Тоді не треба нічого ні за що витягувати. Багато праісторій пішли саме цим шляхом. Так само зробило багато сучасних астрономів, серед яких ті, хто в середині ХХ століття підтримував теорію стаціонарного Всесвіту. Ця теорія полягає в тому, що Всесвіт загалом завжди був приблизно таким самим, як ми його бачимо зараз. Подібна, але трохи інша ідея: так, у момент створення велетенські сили буття таки рухали Всесвітом і творили все довкола, але відтоді мало що змінилося. Старійшини з озера Мунґо, мабуть, саме так і дивилися на Всесвіт — вони казали, що світ був створений їхніми пращурами десь таким, як зараз. Ісаак Ньютон вважав Бога «першопричиною всього» і стверджував, що Він був усюдисущим. Саме тому Ньютон думав, нібито Всесвіт загалом не дуже змінився, й написав, що Всесвіт — це «чуттєвий центр Створіння безтілесного, живого і розумного»¹¹. На початку ХХ століття Ейнштейн був настільки впевнений, що у великих масштабах Усесвіт залишається незмінним, що додав до своєї теорії відносності спеціальну константу, аби можна було його таким прогнозувати.

Чи задовольняє нас ідея вічного або незмінного Всесвіту? Не зовсім — особливо якщо доводиться втягувати туди якогось творця, щоб запустити процес. «Спочатку не було нічого, а потім Бог створив...» Логічний збій очевидний, але деяким особливо мудрованим головам знадобилося багато часу, щоб це зрозуміти. Бертран Рассел у 18 років відкинув ідею бога-творця після того, як прочитав у автобіографії Джона Стюарта Мілля: «Мій батько вважав, що запитання “Хто мене створив?” відповіді не має, оскільки вона негайно викликає наступне запитання “А хто створив Бога?”»¹².

Є ще одна загадка. Якщо бог достатньо могутній, щоби створити Всесвіт, то він напевне складніший, ніж цей Усесвіт. Отже, уявити творця — значить пояснити фантастично складний Усесвіт, просто уявивши дещо складніше, що просто... його створило. Схоже на обманку.

Стародавні індійські гімни, Веди, дещо перестраховалися. «І не було тоді ані буття, ані небуття; і не існувало ні тверді зем-

2 ЗОРІ Й ГАЛАКТИКИ: ПОРОГИ № 2 І 3

Людство зліплене із зоряного пилу.

Гарлоу Шейплі. Краєвид з далекої зорі

Завдяки Великому вибуху ми отримали Всесвіт, але впродовж кількох сотень мільйонів років він був дуже простим. Під поверхнею тим часом юрмилися нові цікаві можливості, й зрештою в темряві почали світитися зорі й галактики. Вони додали до нашої п'єси нових персонажів з особливими властивостями й формами складності, які поведуть Усесвіт через другий поріг підвищення складності. Щоб пояснити, як з'явилися ці величні нові об'єкти, повернімося до початку.

Вільна енергія: рушійна сила складності

У перші секунди і хвилини Великого вибуху Всесвіт був у вільному термодинамічному падінні. У ці кілька яскравих моментів енергії вистачало, щоб утворити і знищити будь-які екзотичні форми енергії та речовини. Але від різкого падіння температур енергія і речовина завмерли в кількох простих структурах. У печі Великого вибуху сили й частинки стабілізувалися, як випалені глиняні горщики. Завдяки шаленій енергії Великого вибуху і кільком простим правилам виникли такі структури, як протони та електрони, що виявилися наддивовижу стійкими, оскільки температури, за яких вони виникли, навряд чи коли з'являться знову в охололому Всесвіті.

Потім швидкий спуск уповільнився — так ніби Всесвіт падав із термодинамічної гори в долину. Кут нахилу вирівнявся, темпе-

ратури почали падати не так різко, а темп змін знизився, бо скелясте термодинамічне обличчя раннього Всесвіту поступилося місцем рівному горбкуватому ландшафту, де температури могли як рости, так і падати. Закріпити структури в одному стані стало дуже важко, оскільки вони могли змінитися навіть за невеликого потепління. Атоми всередині перших зір, приміром, розщепилися, коли температура піднялася вище 10 000 °С.

У таких не вельми передбачуваних умовах комплексні структури потребували для стабілізації додаткового закріплення. Таке закріплення забезпечували контрольовані не випадкові потоки енергії. Зорі тримаються купи завдяки потокам енергії, що генерується в їхніх ядрах. Живі організми, такі як ми з вами, тримаються купи завдяки тонким і точним потокам енергії, керованим складними метаболічними процесами в наших клітинах. Після вибухового Всесвітові необхідні були неабиякі зусилля, щоб творити й підтримувати нові складні структури. Ось чому між формою, складністю і спрямованими або структурованими потоками енергії існує глибокий зв'язок.

Структуровані потоки енергії — це швидше інтуїтивний опис, ніж науковий жаргон. Але він приводить нас до ось якої ідеї: теорія термодинаміки розділяє абсолютно хаотичні, випадкові енергетичні потоки та енергетичні потоки, в яких є напрямки, структура і когерентність, — здатні виконувати певну роботу. Структуровані потоки енергії ще називають *вільною енергією*, а неструктуровані — *тепловою*. Різниця нечітка. Насправді йдеться про різні ступені когерентності або хаотичності/випадковості. Втім, різниця між вільною й тепловою енергією фундаментальна для нашої праісторії.

За першим законом термодинаміки ми знаємо, що загальна кількість енергії у Всесвіті не змінюється. Вона стала. Здається, наш Усесвіт при народженні отримав фіксований *потенціал для утворення нових речей*. Отже, перший закон насправді говорить нам про первинний океан можливостей. Другий закон термодинаміки говорить, що все виникле з океану можливостей може бути більш або менш структурованим, наче брижі на поверхні