

нальної среды. Психосинергетическая концепция / И. В. Ершова-Бабенко // Украинский вестник неврологии. – 2002а. – Т. 10, вып. 1 (30). Додаток. – С. 81. – (Матеріали 2-го Нац. конгр. неврологів, психіатрів та наркологів України).

29. Ершова-Бабенко И. В. Концептуальная модель психики и специальный механизм пространственно-временной организации как самостоятельной, не сводимой к ге-

нетической программе / И. В. Ершова-Бабенко // 3-и чтения В. В. Подвысоцкого. Одесса, 27–29 мая 2004 г. : тез. докл. науч. конф. – Одесса : Одес. гос. мед. ун-т, 2004. – С. 37–39.

30. Аршинов В. И. «Сетевой путь» современной нано-техно-научной практики / В. И. Аршинов // Постнеклассические практики и социальные трансформации. – М. : МаксПресс, 2009. – С. 63–73.

УДК 159.955

І. С. Добронравова, д-р филос. наук, проф.

РОЗУМІННЯ ЧАСУ ПІСЛЯ ПРИГОЖИНА

Київський національний університет ім. Т. Г. Шевченка, Київ, Україна

УДК 159.955

И. С. Добронравова

ПОНИМАНИЕ ВРЕМЕНИ ПОСЛЕ ПРИГОЖИНА

Киевский национальный университет им. Т. Г. Шевченко, Киев, Украина

Взгляды И. Пригожина на проблему времени рассматриваются в контексте современной революции в естествознании. В частности, введенное Пригожиным понятие внутреннего времени дополнено понятием комплексного времени.

Ключевые слова: самоорганизация, время, внутреннее время, комплексное время.

UDC 159.955

I. S. Dobronravova

UNDERSTANDING OF TIME AFTER PRIGOZHIN

The Kyiv National University named after T. G. Shevchenko, Kyiv, Ukraine

In this article I. Prigozhin's views on problem of time in context of today's scientific revolution are concerned. Particularly Prigozhin's notion of inner time is added by notion of complex time.

Key words: self-organization, time, inner time, complex time.

Ілля Пригожин вважав, що найважливіші зміни сучасної наукової революції пов'язані зі зняттям попередніх обмежень у науковому розумінні часу. Це відбулося завдяки зверненню точного природознавства — фізики і хімії — до теми становлення. Нелінійний світ включає у себе становлення і тому набуває рис темпоральності, тобто незворотності та минущості процесів і явищ. Самоорганізація при цьому розглядається як спонтанний процес становлення цілісних складних систем.

Саме завдяки неоднозначності вибору в точках біфуркації час у теоріях самоорганізації набуває справжньої незворотності. На відміну від лінійних динамічних теорій — класичних, релятивістських, квантових (де час зворотний), у термодинаміці дисипативних структур час перестає бути простим параметром, а стає поняттям, що виражає темп і напрямок подій.

І. Пригожин добре розумів, що звернення до теми становлення потребує перегляду філософських і, більш того, культурних засад наукової діяльності, відмови від класичного ідеалу наукової раціональності. Ось як описував він цей ідеал: «Для Бога все є даність. Нове, вибір або спонтанні дії відносні з нашої, людської точки зору. Подібні теологічні погляди, здавалось, повністю підкріплювались відкриттям динамічних законів руху. Як писав Ляйбніц, “в найменшій субстанції погляд, проникливий, як погляд божества, міг би прочитати всю історію Всесві-

ту”*. Таким чином, відкриття незмінних детерміністичних законів зближувало людське знання з божественною, позачасовою точкою зору» [10, с. 6].

Перехід до відкритого діалогу з природою призводить до відмови від класичного ідеалу раціональності, позбавляючи при цьому європоцентризм із його претензією на єдино вірну прогресивну цивілізаційну позицію будь-яких раціональних підстав. Проте людина перестає себе відчувати чужою світу природи. У книзі «Порядок з хаосу» Пригожин, говорячи про це відчуття відчуження, наводить слова Нобелівського лауреата Жака Моно (одного з біологів, які розшифрували генетичний код людини): «Людина повинна, врешті, прокинутись від тисячолітнього сну і, прокинувшись, вона опиниться в повній самотності, в абсолютній ізоляції. Лише тоді вона зрозуміє, що, подібно цигану, вона живе на краю чужого їй світу, світу, глухого до її музики, байдужого до її сподівань, як і до її страждань чи злочинів»** [11, с. 43].

Протиставлення минущості людського життя вічній природі, підкріплене зворотністю лінійних законів природи, приводило до думки про ілю-

* Цит. за: Предисловие к книге Лейбница «Новые опыты о человеческом разумении автора системы предустановленной гармонии». Русский перевод: Лейбниц Г. В. Сочинения в четырех томах. – М. : Мысль, 1983. – Т. 2. – С. 56.

** Тут і далі переклад українською наш — авт.

зорність часу, думки, абсурдної в устах смертної істоти. Однак цю думку поділяють кращі інтелектуали людства (відомо, що Ейнштейн писав удові свого кращого друга про нав'язливість ілюзії часу).

«Парадокс часу не був осмислений до другої половини ХХ століття, — вважав І. Пригожин. — До цього часу закони динаміки уже давно сприймалися як вираз ідеалу об'єктивного знання. А оскільки з цих законів випливала еквівалентність між минулим і майбутнім, будь-яка спроба надати стрілі часу деяке фундаментальне значення наштовхувалася на впертий спротив як загроза ідеалу об'єктивного знання. За різницю між минулим і майбутнім несемо відповідальність ми, бо в наш опис природи ми вносимо апроксимацію... Зараз ситуація інша. Ми знаємо, що незворотність ... відіграє істотну, конструктивну роль. Ми діти стріли часу, еволюції, а ніяк не її творці» [10, с. 5].

Спрямованість часу передбачалася ще класичною термодинамікою. Напрямок «стріли часу» задавався там зростанням ентропії. Ця так звана термодинамічна стріла часу — не єдина в класичній науці. «Електродинамічна стріла часу» була пов'язана з вибором серед розв'язків рівнянь Максвелла в класичній електродинаміці тільки тих, які описують спостережувані явища: розповсюдження з певною швидкістю електромагнітних хвиль, що запізнюються, тобто, наприклад, розходяться від лампи як джерела світла після її ввімкнення, а не сходяться до неї. Інші хвилі, так звані випереджуючі, у природі не помічені, отже, відповідний розв'язок теоретичних рівнянь виключається з розгляду. Таким чином, феноменологічно (тобто виходячи з наявних феноменів) розрізняється минуле і майбутнє, а отже, встановлюється напрямок «стріли часу».

Може здатися, що «термодинамічна стріла часу», на відміну від «електродинамічної», не феноменологічна, а теоретична. Та це не так. Справа в тому, що сама термодинаміка є феноменологічною теорією. Її принципи про збереження енергії та зростання ентропії в закритих системах, близьких до рівноваги, формулюються як висновок із виявленої на практиці неможливості створення вічних двигунів першого і другого роду. Пізніше Л. Больцман запропонував статистичну фізику, що створювала підґрунтя для термодинаміки на основі атомно-кінетичної теорії. У ній напрямок «стріли часу», пов'язаний зі збільшенням ентропії при наближенні до рівноваги, розглядався як найбільш ймовірний, а не необхідний. Тут і виникнув парадокс часу, на який посилається І. Пригожин у вищенаведеній цитаті.

Справа в тому, що динамічні закони руху атомів або молекул, які утворюють середовище, зворотні, тобто зберігають свій вигляд при зміні знаку часового параметра (відповідно, напрямку часу). На їх основі минуле і майбутнє не розріз-

ненні. Однак в імовірнісних рівняннях для середніх значень, що відповідають законам термодинаміки, присутня незворотність.

До останньої наукової революції суперечність між динамічним і термодинамічним способами опису дійсності та розумінням часу розв'язувалась у методології фізики, так би мовити, на користь динаміки. Тобто динамічний опис вважався фундаментальним, а друге начало термодинаміки — результатом наближених процедур, пов'язаних із макроскопічним розглядом. Така думка підтримувалася і тією обставиною, що динамічний опис у системах, розглянутих термодинамікою, здійснювався на мікроскопічному рівні. Стандартна ж пояснювальна схема пов'язувала пошуки сутності зі зверненням до більш низького рівня структурної організації матерії. Динамічний опис розглядався як більш фундаментальний ще й через його мікроскопічність.

У зв'язку з проблемою незворотності зауважимо, що дійсний розгляд історичної послідовності утворення скупчень елементів середовища показав би незворотність цієї послідовності, незважаючи на динамічні закони зіткнень цих елементів, що призводить до відповідних скупчень. Статистична інтерпретація працює з середніми значеннями, використовуючи правило Гіббса, за яким передбачається однакова ймовірність усіх мікроскопічних станів, що відповідають певному макроскопічному стану. Тобто якщо, згідно з розподілом, що описує стан системи при певних значеннях температури, тиску і об'єму, певна кількість молекул повинна мати одну швидкість, а друга — іншу, то які саме молекули будуть мати такі швидкості абсолютно неважливо. Таким чином, статистична інтерпретація пов'язана з мікроскопічною динамікою не за напрямком, а за правилом Гіббса. Уявлення про те, що зворотність динамічних законів означає зворотність описуваних ними мікроскопічних процесів, не коректне.

І. Пригожин, поділяючи думку про фундаментальність мікроскопічного підходу, проводив важливу роботу зі встановлення відповідності між термодинамікою і динамікою (у її класичному і квантовому варіантах). З цією метою він займався проблемою точного виводу основного кінетичного рівняння з динаміки. Сама можливість такого виводу обумовлюється введенням операторів, які явно порушують симетрію щодо обернення часу, тобто незворотність, спостережувану на макрорівні, і з самого початку передбачається й при мікроскопічному розгляді. Введення операторів ентропії і часу приводить до виділення «внутрішнього часу системи» [9, с. 234]. При цьому друге начало термодинаміки розглядається як фундаментальний динамічний принцип. Пригожин писав: «Застосування другого начала дозволяє нам визначити новий внутрішній час, який, у свою чергу, дає можливість сформулювати порушення симетрії, що лежить в

основі другого начала. Як було показано, введений нами внутрішній час існує тільки для нестійких динамічних систем. Його середнє узгоджується з динамічним часом (у відповідних ситуаціях)» [9, с. 246]. Однак І. Пригожин наголошував: «За своїм наручним годинником ми можемо виміряти свій середній внутрішній час, але поняття зовнішнього і внутрішнього часу зовсім різні» [9, с. 246]. Цікаво, що введення внутрішнього часу пов'язане з нелокальним описом системи і в просторі, і в часі. У ситуаціях динамічної нестійкості, коли можна ввести внутрішній час, поняття траєкторії у фазовому просторі стає незастосовним, а теперішнє перестає бути моментом, воно отримує тривалість, визначену характерним часом [9, с. 236, 241–243].

Розвиваючи уявлення про внутрішній і зовнішній час, можна скористатися їх розрізненням для визначення співвідношення між стійкими й нестійкими структурами [4, с. 65–87]. При цьому найбільш фундаментальні стійкі структури нашого світу — молекули, атоми, ядра — треба розглядати як результат попередньої самоорганізації.

Хоча структура нижчого рівня як елемент може брати участь у нерівноважному процесі утворення структури вищого рівня, тобто у процесі, характеризованому внутрішнім часом самоорганізації структури вищого рівня, для елемента цей час виступає як зовнішній. Внутрішні ж процеси у структурі, що відіграє роль елемента, є періодичними і тому не асоціюються з часом, зрозумілим як вираз темпу і спрямованості подій.

Для характеристики внутрішнього і зовнішнього часу Пригожин користується поняттями Аристотеля, який розрізняв рух як перетворення (метаболе) і переміщення (кінезис), і асоціює з першим типом руху внутрішній час системи, а з другим — зовнішній. Якщо врахувати, що внутрішній час системи є дійсним, тобто незворотним, лише для процесів її становлення, то можна вважати, що при періодичному відтворенні системою себе як цілого її внутрішній час набуває фіктивного, уявного характеру. Це означає, що для більш повного і точного розуміння процесів саморозвитку матерії можна використовувати поняття комплексного часу [1; 11]. Тоді ми можемо описувати події, що відбуваються у світі, як такі, що розгортаються не на лінії дійсного часу, а в площині комплексного часу.

Розглянемо конкретний приклад. Нехай сформувалося ядро заліза і температура знизилася до характерних атомних величин. Потіку енергії через ядерну систему, тобто взаємодії з середовищем на рівні ядерних величин, немає. Ядро застигло у своєму розвитку, це стійка форма. Хоча рух складових ядра (нуклонів) існує, у силу своєї періодичності він відбувається в уявному часі. Заповнюються атомні оболонки — виникає струк-

турування матерії на новому, атомному рівні. Поки відбувається обмін речовиною й енергією із зовнішнім світом, самоорганізація матерії на цьому рівні — спрямований процес. Це означає, що існує дійсний внутрішній час як тривалість процесу фазового переходу, який описується принципами самоорганізації. Ця тривалість «моменту» трансформації задає і масштаб часу, характерний для цього рівня і процесу. Із завершенням формування атомних оболонок знову ж таки залишається тільки періодичність руху субатомних структур. «Стріла часу» встановлюється впродовж уявної осі. Таким чином, періодичність руху, математично виражена періодичністю хвильової функції, є ознакою того, що, коли система стає цілим, її внутрішній час стає уявним, це й відображає високу стійкість даної цілісності.

Розгляд внутрішнього часу самоорганізовуваної системи як комплексної величини дає можливість віднайти межі застосовності ідеалізованих уявлень щодо зворотності часу лінійної науки з точки зору нелінійної науки. Ці уявлення працюють, допоки відповідні внутрішні процеси самовідтворення динамічно стійкої системи можна розглядати як періодичні. Процеси самоорганізації, що розуміються як становлення нового цілого, характеризуються розрізненням минулого і майбутнього, а отже, неінваріантністю відповідних нелінійних рівнянь при зміні знаку часового параметра. Так фізичною мовою виражається незворотність часу [7; 8; 12; 13].

Важливо, що ця незворотність присутня в теорії, а не є феноменологічно введеною, як це було зі «стрілою часу» і в класичній, і навіть у некласичній фізиці. Дійсно, і космологічна, і квантовомеханічна «стріли часу» в некласичній фізиці також вводяться на рівні явищ, а не укорінені в теорії, що стає зрозумілим, зважаючи на лінійність квантової та релятивістської механік. Квантовомеханічна «стріла часу» пов'язана з тим, що при вимірюванні відбувається незворотна редукція хвильового пакета, який описує потенційні можливості мікрочастинки. Мається на увазі та обставина, що коли при вимірюванні ми виявляємо частинку, скажімо, у якійсь точці простору, то інші її можливості перебування в просторі, задані хвильовою функцією, незворотно зникають. Космологічна «стріла часу» фіксує незворотність розширення простору Всесвіту (або розбігання Галактик у просторі), про яке свідчить зсув у спектрах випромінювання далеких зірок у червоний бік, тобто у бік зниження частот. Цей феномен трактується як ефект Допплера (зменшення частоти хвиль, джерелом яких є об'єкт, що віддаляється від спостерігача). Отже, і ці «стріли часу», виявлені некласичною фізикою, є феноменологічними.

У нелінійній науці розрізнення минулого і майбутнього можливе на рівні теорії. Нелінійні рівняння, на відміну від лінійних, мають більше ніж

один розв'язок. Графік розв'язку цих рівнянь розгалужується (у найпростішому випадку роздвоюється), коли відповідні параметри набувають певного критичного значення. Точки цього розгалуження у фазовому просторі називають особливими точками (якщо розгалуження є роздвоєнням, це точки біфуркації). Стрибкоподібну зміну однієї з пов'язаних нелінійною залежністю величин при плавній зміні іншої називають математичною катастрофою.

В особливих точках, де відбуваються математичні катастрофи, спонтанно порушуються вихідні симетрії. Так, порушуються внутрішні симетрії в нелінійних єдиних теоріях фундаментальних фізичних взаємодій. Але більш наочними є порушення часових і просторових симетрій у процесі самоорганізації. Можливість теоретично розрізнити минуле і майбутнє в особливих точках, тобто порушення симетрії між ними, виражає незворотність часу. На емпіричному рівні це проявляється в самоорганізації структур у середовищі, яке до цього було просторово однорідним. Ці новоутворення можуть мати власні просторові та часові симетрії, але вихідна однорідність простору і часу порушується. Отже, темпоральність як спрямованість часу є неодмінною рисою процесів, описуваних теоріями самоорганізації.

У філософії науки Нового часу розгляд понятійного змісту категорій простору і часу звичайно базувався на одній із двох концепцій простору і часу: субстанційній або реляційній. Тісний зв'язок між фізичними законами і просторово-часовими властивостями описуваних ними систем може трактуватися двояко. Або ми маємо такі, а не інші закони руху матерії, тому що такими є простір і час (це субстанційна концепція, історичним прикладом якої є абсолютний простір і час у механіці Ньютона), або простір і час як форми існування рухомої матерії виражають властивості цього руху, відносні до них. Така, реляційна, концепція обстоювалася Ляйбніцем, який розглядав простір як порядок співіснування речей, а час — як порядок зміни подій. Фізика ХХ ст. схилилася, скоріш, до реляційної концепції. Так, у загальній теорії відносності Ейнштейна викривленість простору-часу визначається наявністю в ньому гравітуючих мас.

Проте питання про природу «стріли часу» не мало остаточного розв'язання. Дійсно, можливо, що космологічна «стріла часу», яка пов'язує напрямок від минулого до майбутнього з розширенням простору Всесвіту, не визначає природи часу. Тоді в тих релятивістських космологічних моделях, де розширення простору змінюється його стисканням, при зміні напрямку розгортання процесів час не буде рухатися назад, а продовжуватиме послідовно розрізняти минуле і майбутнє, як і до цього. Так само можна розглянути й інші «стріли часу».

У філософії неklasичної фізики пропонувалося деякі процеси (наприклад, мікроскопічні) вважати фундаментальними, такими, що визначають природу простору і часу, а інші (наприклад, макроскопічні) розглядати як такі, що розгортаються в умовах, визначених певними властивостями простору і часу. Справа в тому, що перебіг багатьох подій у світі пов'язаний із властивостями простору і часу. Так, у просторі різних розмірностей неоднаковими є можливості утворення стійких структур із притяжним центром типу планетних систем або атомів. Такі системи не стійкі у просторі з розмірністю, більшою трьох. Розповсюдження невикривленого фронту хвилі неможливе у просторах із парним значенням розмірності простору і т. ін. Та обставина, що ми живемо у світі, влаштованому так, що ми можемо в ньому жити (зокрема, завдяки тривимірності простору в макромасштабах), врахована в антропному принципі в космології. До речі кажучи, дещо містичному, якщо вважати наш світ одним-єдиним.

Сучасна космологічна концепція множинності можливих світів [6] проливає нове світло на зазначену проблему співвизначеності простору-часу з локалізованою в ньому матерією. Ця концепція базується на застосуванні в космології нелінійних єдиних теорій фундаментальних фізичних взаємодій. Розуміння єдності світу як генетичної єдності, єдності за походженням, пов'язує просторово-часові обставини еволюції в світі зі специфікою самоорганізації самого світу. Фундаментальні обставини цієї самоорганізації визначаються історично спочатку на мікроскопічному рівні квантових флуктуацій первинного вакууму, а в подальшому — з роздуванням простору певного світу (дуже швидкого розширення, тому сучасна космологія зветься інфляційною) — масштаби становлення світу набувають мегаскопічного характеру.

Таким чином, історична визначеність (випадковий вибір) певних можливостей спонтанного порушення вихідних симетрій, а отже, певної диференціації матерії, створює умови її подальшої інтеграції (зокрема і просторово-часові умови). Так, багатомірність простору-часу, що має місце в теоріях суперструн для тих мікромасштабів і мегаенергій, за яких ще існувала в перші миті еволюції матерії в нашому світі вихідна симетрія між сильними й електрослабкими взаємодіями, при подальшому порушенні цієї симетрії змінюється в макроскопічних масштабах звичним чотиридимірним простором-часом. Таким чином, вибір із, здавалося б, альтернативних відповідей на питання про співвизначеність простору-часу з локалізованою в ньому матерією виявляється непотрібним, оскільки історичний підхід до еволюції Всесвіту знаходить місце і визначеності просторово-часових властивостей світу шляхом становлення конкретного варіанта елементного

складу матерії світу, і визначеності її подальшої еволюції цими просторово-часовими обставинами [2; 3; 5].

ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев Е. А. Проблема физических оснований целостности самоорганизующихся систем / Е. А. Андреев, И. С. Добронравова, С. П. Ситько // *Идея гармонии в научной картине мира*. – К., 1989. – С. 108–121.
2. Ахундов М. Д. Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы / М. Д. Ахундов. – М., 1982. – С. 36–37.
3. Вайнберг С. Первые три минуты / С. Вайнберг. – М., 1981. – С. 76.
4. Добронравова И. С. Синергетика: становление нелинейного мышления [Электронный ресурс] / И. С. Добронравова. – К., 1990. – Режим доступа: <http://www.philsci.univ.kiev.ua>
5. Линде А. Д. Раздувающаяся Вселенная / А. Д. Линде // *Успехи физических наук*. – 1984, окт. – Т. 144, вып. 2. – С. 81–82.
6. Линде А. Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология / А. Д. Линде. – М. : Наука, 1990. – С. 120.
7. Молчанов Ю. Б. Четыре концепции времени в философии и физике / Ю. Б. Молчанов. – М., 1977.
8. Николис Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. – М., 1990.
9. Пригожин И. От существующего к возникающему / И. Пригожин. – М., 1985.
10. Пригожин И. Время, хаос, квант / И. Пригожин, И. Стэнгерс. – М. : Прогресс, 1994.
11. Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин, И. Стэнгерс. – М., 1986.
12. Пригожин И. Время — всего лишь иллюзия? / И. Пригожин // *Философия. Наука. Цивилизация*. – М., 1999.
13. Рейхенбах Г. Направление времени / Г. Рейхенбах. – М., 1982.