

Просто про складне

Фазовий перехід: досягаючи глибинний зміст феномену

Л. Г. МЕЛЬНИК¹

На суд читача виносяться два есе, які умовно можна назвати казками: «Фазовий перехід» та «П'ятий вимір». У першому есе читач познайомиться із сутністю фазових переходів, які означають стрибкоподібну зміну стану системи. Розглядається роль фазових переходів у розвитку природи та суспільних систем. Читач також матиме змогу оглянути контури сучасного фазового переходу до нової соціально-економічної формації, який відбувається у ході Третьої і Четвертої промислових революцій. Зокрема, мають з'явитися нові види (альтернативної) енергії; нові технології (основані на використанні 3D-принтерів); повністю автоматизоване виробництво («інтернет речей», «розумні мережі»); нові комунікації (види транспорту і зв'язку); безпілотний транспорт; нові економічні відносини (солідарна економіка); нові потреби людей (використання інформації для особистісного розвитку людей); нова реальність глобального управління людською цивілізацією (на основі «хмари» як всепланетної системи пам'яті); новий стиль життя, спрямований на особистісний розвиток людини. Друге есе – «П'ятий вимір» – малює образну картину формування передумов до фазових переходів у суспільстві. Вони утворюються за рахунок накопичення нерозв'язаних проблем, які не здатне вирішити суспільство при існуючому рівні соціально-економічного розвитку. Саме це робить невідворотним процес фазового переходу до нової формації. В есе також розкривається роль соціального передбачення як основи обґрунтованого стратегічного управління суспільним розвитком. Це забезпечує так званий *сестейновий* стан соціо-природної системи, що залишає достатні можливості прийдешнім поколінням задовольняти свої соціальні та економічні потреби. Розглядається значення такої реальності, як «хмара», що наразі виконує функції глобальної системи пам'яті і еволюціонує у напрямку перетворення на всепланетний центр прийняття рішень – такий собі *метарозум*.

Ключові слова: фазовий перехід, соціально-економічна формація, суспільний розвиток, трансформація, «хмара».

УДК 330.111.66:316.3

JEL Codes: E00, E02

Наразі людство переживає черговий фазовий перехід до нової соціально-економічної формації. Сама сутність фазових переходів невід'ємно пов'язана із безпрецедентно високими темпами змін суспільного життя, що відбуваються в межах зазначеного явища. Це зумовлює використання нових форм підготовки широких мас людей до життя у нових умовах і адекватного сприйняття прийдешніх змін. Старі форми неспішного навчання людей у школі та вищих навчальних закладах не встигають за змінами у суспільстві та навколишньому середовищі. Зміни відбуваються набагато

¹ Мельник Леонід Григорович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування Сумського державного університету, директор Науково-дослідного інституту економіки розвитку МОН та НАН України в складі Сумського державного університету.



швидше, ніж процеси отримання відповідних знань про можливий стан суспільства та природи, а також адекватні методи управління соціально-економічними системами у нових умовах.

Одним із напрямів прискорення навчання є застосування популярної літератури, яка у доступній формі залучає масового читача до аналізу зміни навколишнього середовища та готує до реалій життя у зміненому середовищі.

Протягом багатьох років наш журнал займається популяризацією наукових знань, залучаючи у доступній формі читачів до осмислення найбільш актуальних проблем сьогодення.

Фазовий перехід

Сподіваюсь, друже, ти знаєш, що світ утворюється різними сутностями природи. Одні з них складаються із біологічних організмів – рослин і тварин. Інші – із фізичних об'єктів: частинок, атомів, молекул, великих тіл. А є такі, які являють собою різні явища, наприклад, сили взаємодії окремих об'єктів чи ефекти їх трансформації.

Як бачимо, сутності природи, як і люди, дуже різні. У кожній – своє призначення і рід занять. Взаємодіючи між собою, вони і утворюють спільно той світ, який ми бачимо довкола себе. Якби сутності були людьми, їх би розрізняли за видами діяльності, професіями і, звісно, прізвищами. Для тих, хто зміг уявити сутності, схожими на людей, розповімо одну історію.

Жила-була сім'я явищ на прізвище Фазовий Перехід. Утім, а що це ми говоримо про неї у минулому часі? Вона і зараз благополучно існує і працює всім на радість.

Як і інші природні сутності, сім'я Фазових Переходів живе і розвивається. Наразі вже можна говорити про цілу родину чи навіть рід сутностей із спільним прізвищем Фазовий Перехід.

Це прізвище веде в глибину віків, адже слово «фаза» грецькою означає *появу* чогось. Пращури теперішніх Фазових Переходів, мабуть, і з'явилися тоді, коли у різних природних об'єктів тільки-но почали з'являтися перші властивості. Побудуть об'єкти якийсь час, період (а по-науковому це вже стало називатися *фазою*) з певними властивостями, та й набридне їм така сталість – одне й те саме з ранку і до вечора. Звісно, хочеться чогось новенького, нову *фазу* спробувати. А Фазовий Перехід (правда, тоді ще його так не звали) – тут як тут: «Давайте я Вам допоможу у новий стан перейти, так би мовити, нову фазу випробувати». За це його потім Фазовим Переходом і прозвали. Так і закріпилося: спочатку як прізвище, а потім уже – як прізвище.

Із розвитком матерії багато Фазових Переходів народилося – великих і маленьких... Куди не кинь оком – скрізь вони, Фазові Переходи. Тут і там. Ніщо ніде без них не обходиться.

А коли на Землі з'явилася людина, вони і їй стали в пригоді. А потім і взагалі без них жодного кроку ступити не можна було, адже будь-які перетворення речовин відбуваються лише за їх участю: у фізиці, хімії, біології.

Люди давно вже приглядаються до Фазового Переходу. За довгі роки тісної співпраці фахівці вже чудово вивчили його характер, методи роботи, особливості і примхи. Основою його вмін є здатність легко і невимушено перетворювати одні види енергії на інші. Так, як це вміє робити Фазовий Перехід, ніхто у світі робити не здатний. Наслідком цього є вміння змінювати до невпізнанності різні форми предметів та явищ. Тверде тіло раптом перетворюється на рідину, а рідина – на пару. І з кожним таким перетворенням здатність речовини здійснювати роботу стрибкоподібно збільшується.

А іще фахівці відзначають важкий, вимогливий і навіть впертий характер Фазового Переходу. В будь-яких виробничих процесах вимагає бездоганного дотримання

необхідних параметрів. Варто порушити їх навіть незначно – як він тут же карає бракованою продукцією: металеві відливки виходять з раковинами, скляні – із дефектами, кулінарні – з неприємним присмаком та запахом.

Не обійшли увагою Фазові Переходи й економічні процеси, адже перетворення: «гроші – виробничі запаси – заготовки – товари – гроші» – це їх справа. Крім того, на їх рахунок є багато чого іще: зміна форм власності, трансакції, амортизація обладнання, різні види конвертацій, наприклад, часу у гроші і навпаки тощо.

Але бувають періоди, коли Фазові Переходи грають по-крупному, змінюючи не лише форми окремих речей чи активів, а і взагалі всі складові суспільства. І тоді людина, зокрема, раптом перетворюється із одного з представників фауни на соціальну істоту – особистість і учасника трудової системи. А навколо неї з'являються посіви сільгоспкультур, пасовища, поселення і міста.

А потім Фазовий Перехід, наче за помахом чарівної палички, перетворює недосвідчених ремісників і селян на кваліфікованих операторів машинного виробництва. Замість свічок і каганців їх помешкання заливає яскраве світло від електростанцій. З кінських візків люди пересаджуються у комфортабельні крісла пасажирських потягів, які зі швидкістю вітру переносять їх у просторі. В небо здіймаються металеві птахи, в яких сотні пасажирів за лічені години долають відстані між континентами. Ізольовані колись великими відстанями люди у різних куточках планети отримують можливість спілкуватися між собою у реальному часі.

О! Який всесильний цей Фазовий Перехід! Але не треба забувати, що він приходить лише туди, де самі люди створили необхідні передумови, почавши змінювати *матеріальну, інформаційну і синергетичну* основи свого буття. Решту довершить він – Фазовий Перехід. Ось і сьогодні він може принести на крилах III і IV промислових революцій:

- нові види (альтернативної) енергії;
- нові технології (основані на використанні 3D-принтерів);
- повністю автоматизоване виробництво («інтернет речей», «розумні мережі»);
- нові комунікації (види транспорту і зв'язку);
- безпілотний транспорт;
- нові економічні відносини (солідарну економіку);
- нові потреби людей (використання інформації для особистісного розвитку людей);
- нову реальність глобального управління людською цивілізацією (на основі «Хмари» як всепланетної системи пам'яті);
- новий стиль життя, спрямований на особистісний розвиток людини.

Так, Фазовий Перехід може дати все це людям, вчергове змінивши до невпізнанності світ навколо них.

Утім, для того, щоб стався будь-який Фазовий Перехід, включаючи зазначений, необхідна іще одна умова: система, яка змінюється, повинна пройти певний іспит – подолати фазовий бар'єр. Для випадку соціально-економічної системи це означає, що цей бар'єр повинна пройти сама людина, здійснивши фазовий перехід усередині самої себе – від пріоритету потреб біологічної істоти до пріоритету потреб соціальної особистості.

П'ятий вимірⁱⁱ

Йшла друга година прес-конференції із представниками планети Альфа-АРУ. Так вони самі назвали землянам свою планету. Журналісти зібралися у спеціальному прес-центрі. Інопланетяни ж кружляли у своєму космічному кораблі на орбіті Землі, спілкуючись із журналістами за допомогою спеціального автоматичного перекладача і синтезатора голосу, завдяки якому у прибульців були по-земному приємні голоси.

Гості вже встигли відповісти на різні питання про свою планету: її клімат, тривалість року, рослинний і тваринний світ і багато іще чого. Аж раптом одна журналістка приголомшила всіх несподіваним запитанням. Втім, відповідь на нього була іще більш несподіваною.

Запитання було таким: «Скільки вимірів існує на Вашій планеті?» Відповідь була: «П'ять».

У залі затамувала тиша, яку порушив голос гостя:

– Я розумію, що така моя відповідь, напевно, є неочікуваною в цій аудиторії, тому спробую пояснити на прикладах, зрозумілих мешканцям вашої планети, особливості якої ми встигли дещо вивчити.

Як відомо, будь-яка матеріальна система має чотири виміри свого існування. Три з них характеризують перебування її у просторі, а четверта – рух чи зміну в часі.

Цивілізація, що розвивається, – особлива система. Вона існує у просторі і змінюється у часі не лише як звичайне фізичне тіло. За тисячі років еволюційного розвитку вона накопичує стільки особливостей свого існування, що ми маємо всі підстави говорити (умовно, звичайно) іще про один вимір. Цей вимір характеризує процеси розвитку соціально-економічної формації у просторі й часі.

Звісно, цей вимір суто віртуальний. Його не знайдеш у жодній земній енциклопедії. На відміну від чотирьох фізичних вимірів він не має стандартної розрахункової шкали своєї оцінки. Проте *п'ятий вимір* не менш реальний, ніж решта згаданих, і має з ними безпосередній зв'язок. Саме цей вимір зв'язує три просторові виміри з четвертим – виміром часу.

Умовно цей новий, п'ятий, вимір можна було б назвати «відповідністю просторового стану суспільства вимогам часу». Досить важко передати зміст цього виміру, враховуючи його складний, абстрактний і відносний характер, але ми спробуємо це зробити.

Уявіть собі повинь, яка поступово заповнює перший поверх багатоповерхового будинку. Приміщення, де ви живете і працюєте, вже майже повністю заповнене каламутною рідиною. З останніх сил ви намагаєтеся триматися на поверхні під самою стелею, де ще залишається повітря, щоб дихати. Ви розумієте свою приреченість – фізично існувати вам залишилося лічені години.

І раптом відбувається диво. Комуś із ваших колег чи близьких вдається знайти сходи, драбину чи, може, мотузку, що веде на верхній поверх. І вся ваша компанія з поспіхом перебирається туди. Перевішивши подих, ви в захваті озираетесь довкола... О! Скільки тут простору, світла і свіжого повітря. Як легко дихається, працюється, мислиться! Як легко рухатися!

Зазначена картина – це візуальна модель прогресу цивілізації. Уявімо при цьому, що в'язка згубна рідина, яка заповнює простір існування людей, – це не вода, а продукт самої цивілізації, який утворюється наслідками нерозв'язаних нею суперечностей. Рятувальні ж сходи нагору будуються з інновацій, які дають можливість вирішення

ⁱⁱ Автор вдячний Даніелу ван Геерде за ідею есе.

накопичених проблем. Підйом на новий поверх символізує опанування вищого рівня розвитку цивілізації. Він знаменує фазовий перехід – революційний стрибок – до нових методів виробництва, нових засад суспільних відносин, нового стилю життя.

В історії людської цивілізації можна назвати чимало прикладів подібних трансформаційних явищ, які радикально змінювали уклад суспільства. Це дозволяло істотно полегшити умови життя і діяльності, подолавши чергову кризу, що було нездійснено в умовах попереднього устрою.

Так, неолітична революція і перехід до цілеспрямованої трудової діяльності (землеробства і скотарства) дали можливість вижити людству в умовах виснаження продуцентів (рослин, тварин), які годували первісну людину у її збиральництві й мисливстві.

Перша промислова революція, що подарувала машинне виробництво, дозволила розв'язати проблему дефіциту робочої сили. Ручна праця вже не встигала задовольняти потреби зростаючого населення.

Друга промислова революція дала широкий спектр технологій перероблення природних речовин, нові енергоносії, електрику, потокові лінії, стандарти. Загалом індустріальне виробництво склалося в цілісну систему. Завдяки цьому були вирішені проблеми ресурсної кризи. Подібний технологічний стрибок потребував і від людини колосального інформаційного зростання – підвищення рівня знань, навичок, світогляду, уміння командної роботи.

Кожна революція приносила істотне полегшення у виробництві і побуті, результатом чого було зростання населення планети. У такі періоди поліпшення добробуту позначки на шкалі *п'ятого виміру* набувають зеленого забарвлення. Ми знаємо, що на Землі це символізує сприятливий стан. У цей час при існуючій кількості населення і чинних потребах людей вплив на екосистеми задіяних засобів виробництва повною мірою відповідає можливостям природи постачати необхідні ресурси та знешкоджувати відходи виробництва і споживання продукції. Гальмується інноваційна діяльність людей: від добра – добра не шукають. Точніше, винахідники та інноватори продовжують працювати так само наполегливо (а, можливо, навіть іще краще), генеруючи нові ідеї. У цей час у суспільства вистачає коштів, зокрема, і на наукові дослідження. Проте воно не поспішає впроваджувати проривні результати досліджень, відкладаючи це до кращих часів. Хоча у цьому випадку точніше, безумовно, сказати: «до гірших обставин».

Утім, після нетривалого періоду процвітання простір діяльності людини поступово починає захаращуватися різним мотлохом наслідків уже нових невирішених проблем. (У нашому прикладі – це символізується затопленням простору життєдіяльності). Землеробство і скотарство спричиняють руйнування ґрунтів і цілих екосистем; ненажерлива машина починає знищувати ліси, які йдуть на дрова; індустріальне виробництво веде до виснаження ресурсної основи і тотального забруднення середовища. Позначки на шкалі *п'ятого виміру* змінюють своє забарвлення спочатку на жовтий колір, потім – на помаранчевий, далі – на рожевий – аж поки знову не починають горіти яскраво-червоним кольором тривоги. І тут знову таки виникає гостра потреба у рятівних інноваціях, щоб вибратися із «пекла» нерозв'язаних проблем.

До пори зображена картина повені стосується лише локальної частини суспільства, яка живе саме у даному умовному «будинку». Під ним ми розуміємо певну територію, а точніше певну екосистему. Окремі громади живуть іще відносно автономно, незалежно одна від одної, долаючи свої проблеми. Тому кожна з них має свої власні темпи розвитку, впливаючи нагору при черговій кризі чи надовго консервуючи себе у минулому. Звернімо увагу ось на що: чим гармонічніше суспільству вдавалося налагодити

стосунки із навколишнім середовищем, тим повільніше відбувався його соціальний розвиток.

Починаючи з кінця вашої індустріальної епохи, людство перетворюється на єдину глобальну суспільну систему зі спільними здобутками і невирішеними проблемами. Частина з них дала змогу вирішити Третя промислова революція, забезпечивши перехід на відновлювані ресурси, замкнені цикли їх використання й адитивні технології на основі 3D-принтерів.

Але це зумовило необхідність піднесення технологічної основи життєзабезпечення цивілізації до автоматичного рівня функціонування. Людина через обмеженість своєї матеріальної природи вже не здатна повною мірою контролювати перебіг фізичних процесів індустріального метаболізму, інтенсивність якого колосально зросла за останній період. Лише перехід на тотальне застосування кіберфізичних систем, який завершується в ході Четвертої промислової революції, дасть можливість мешканцям Землі певним чином вирішити назрілу проблему. Там, де не встигає реагувати людина, має встигати реагувати розумна машина, оснащена штучним інтелектом і керована системою глобального розуму – «Хмарою». Втім, лише цим роль останньої не обмежується. У неї, на наш погляд, є ще одна надважлива функція.

Для незрілих суспільств поштовх до розвитку дають лише реальні кризи, які трапляються у їх житті. Люди, на жаль, здатні реагувати лише на події, які відбуваються зараз. Лише наочні загрози змушують їх діяти і вживати заходи, що, як правило, буває вже занадто пізно.

Зрілі ж суспільства повинні діяти, жити і розвиватися, реагуючи не стільки на реальні, скільки на віртуальні, тобто можливі події, які можуть відбуватися далеко у майбутньому. Саме така система існує на нашій планеті. Ми контролюємо *п'ятий вимір* не тільки, а точніше не стільки у поточному, скільки у прийдешньому часі. Адже теперішнє – це те, що вже фактично відбулося. Воно – на межі переходу до минулого. А минуле – це вже область некерованого. Ми повинні враховувати минуле заради майбутнього, але змінити його – не в наших силах. Подіями треба управляти через майбутнє – лише так ми можемо контролювати теперішнє.

На нашій планеті існує система передбачення значень *п'ятого виміру* на сотні років уперед. Діють датчики, які показують параметри цього показника кожного дня зазначеного періоду. Тобто на кожен день ми маємо багато значень для різних сценаріїв розвитку суспільства. І якщо ми бачимо, що, скажімо, через 30 чи 50 років може виникнути загроза переходу якогось показника у помаранчеву зону, ми, по-перше, прораховуємо можливі варіанти нормалізації ситуації, а, по-друге, виділяємо необхідні для цього ресурси. Під словом «МИ» ми розуміємо нас, біологічних мешканців планети, «розумні» (тобто наділені штучним інтелектом) речі навколо нас та Всепланетний центр глобальної пам'яті і прийняття спільних рішень. Останній, переробляючи величезні масиви інформації, дозволив поєднати минуле, теперішнє і майбутнє нашої цивілізації. Завдяки йому нам вдалося реалізувати те, що тут на Землі колись назвали *сестейновим розвитком*. Це дозволяє жити теперішнім поколінням так, щоб не завадити розвиватися мешканцям планети у майбутньому.

Ми раді, що подібний Центр сьогодні формується і на вашій планеті. До речі, у нас, на відміну від вашого, він називається не «Хмарою», а «Метарозумом», оскільки це спільний розум усіх мешканців планети нового, більш високого метарівня...

Отримано 07.02.2019 р.

Фазовый переход: постигая глубинный смысл феномена

ЛЕОНИД ГРИГОРЬЕВИЧ МЕЛЬНИК*

** доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедры экономики, предпринимательства и бизнес-администрирования Сумского государственного университета, ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина, тел.: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

На суд читателя выносятся два эссе, которые условно можно назвать сказками: «Фазовый переход» и «Пятое измерение». В первом эссе читатель познакомится с сущностью фазовых переходов, которые означают скачкообразное изменение состояния системы. Рассматривается роль фазовых переходов в развитии природы и общественных систем. Читатель также сможет осмотреть контуры современного фазового перехода к новой социально-экономической формации, который происходит в ходе Третьей и Четвертой промышленных революций. В частности, должны появиться новые виды (альтернативной) энергии; новые технологии (основанные на использовании 3D-принтеров); полностью автоматизированное производство («интернет вещей», «умные сети»); новые коммуникации (виды транспорта и связи); беспилотный транспорт; новые экономические отношения (солидарная экономика); новые потребности людей (использование информации для личностного развития людей); новая реальность глобального управления человеческой цивилизацией (на основе «облака» как всепланетной системы памяти); новый стиль жизни, направленный на личностное развитие человека. Второе эссе – «Пятое измерение» – рисует образную картину формирования предпосылок к фазовым переходам в обществе. Они формируются за счет накопления нерешенных проблем, которые не способно решить общество при существующем уровне социально-экономического развития. Именно это делает неизбежным процесс фазового перехода к новой формации. В эссе также раскрывается роль социального предвидения как основы обоснованного стратегического управления общественным развитием. Это обеспечивает так называемое сестейновое состояние социо-природной системы, оставляющей достаточные возможности будущим поколениям удовлетворять свои социальные и экономические потребности. Рассматривается значение такой реальности, как «облако», которое сейчас выполняет функции глобальной системы памяти и эволюционирует в направлении превращения во всепланетный центр принятия решений – некий метаразум.

Ключевые слова: фазовый переход, социально-экономическая формация, общественное развитие, трансформация, «облако».

*Mechanism of Economic Regulation, 2019, No 1, 109–116
ISSN 1726-8699 (print)*

Phase Transition: Comprehending the Deep Meaning of the Phenomenon

LEONID Hr. MELNYK*

** Dr. (Economics), Professor, Head of Department of Economics, Entrepreneurship and Business-Administration, Director of Research Institute for Development Economics (IDE) at Sumy State University, Ministry of Education and Science of Ukraine, National Academy of Science of Ukraine, R.-Korsakova Str., 2, Sumy, 40007, Ukraine, phone: 00-380-542-332223, e-mail: melnyk@econ.fem.sumdu.edu.ua*

Manuscript received 07 February 2019

A reader will meet two essays, which can be conventionally called the fairy stories: “Phase transition” and “Fifth dimension”. In the first essay, the reader will get acquainted with the essence of

Л. Г. Мельник.

Фазовий перехід: осягаючи глибинний зміст феномену

phase transitions, which mean a jump-like change in the state of a system. The paper considers the role of phase transitions in the development of nature and social systems. The reader will also be able to view the contours of the modern phase transition to the new socio-economic formation that takes place during the Third and Fourth Industrial Revolutions. In particular: new things should appear, new types of alternative energy; new technologies (based on the use of 3D printers); fully automated production (“Internet of things”, “smart networks”); new communications (modes of transport and communication); unmanned transport; new economic relations (solidary economy); new needs of people (use of information for personality for development of people); a new reality of global management of human civilization (based on the “cloud” as a planetary system of memory); a new style of life, aimed at the personality development of man. The second essay – “Fifth Dimension” – depicts a figurative picture of forming the prerequisites for phase transitions in society. They are formed by the accumulation of unresolved problems that cannot be solved by society at the existing level of socio-economic development. This is precisely what the inevitable process of the phase transition to a new formation makes. The essay also reveals the role of social prediction as the basis of justified strategic management of social development. This ensures sustainable state of the socio-natural system, leaving sufficient opportunities for future generations to meet their social and economic needs. The paper shows the significance of such reality as the “cloud”, which at the moment serves as a global system of memory, is evolving in the direction of transformation into a planetary center of decision-making – a kind of meta-intelligence.

Keywords: phase transition, socio-economic formation, social development, transformation, “cloud”.

JEL Codes: E00, E02

Language of the article: Ukrainian