

І. ЮХНОВСЬКИЙ

## БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА Закономірності буття у контексті стаціонарної термодинаміки

*Життя людей на Землі тісно пов'язане з Природою, дією Сонця і Космосу. Людству притаманні активне мислення, перетворювальна діяльність й інтенсивний, навіть агресивний, вплив на Природу.*

*Тож накреслюючи Програму майбутнього України, корисно мати на увазі певні загальні твердження природознавства. У різні часи їх висловлювали великі мислителі, зокрема в Україні це були вчення В. Вернадського, С. Подолінського, С. Мороза, важливі праці інших учених.*

*Автор розглядає загальні закономірності буття, сучасні проблеми глобалізації, принципи сталого розвитку і циклічність процесів у формуванні демократичних суспільств, ґрунтуючись на дії законів стаціонарної термодинаміки.*

Такий підхід може бути виправданий з позиції як головного закону філософії — закону подібності, що твердить: «будь-що у Всесвіті розвивається за тими самими законами» [1], так і з аналізу сучасних напрямів математичної [2] і фізичної [3] економіки. Для цього використовують складні математичні методи знаходження оптимальних зв'язків рівнянь балансу пропозиції і попиту, а також рівняння переносу нерівноважної термодинаміки — з метою визначення ефективних організаційних заходів, необхідних для створення стійкої і справедливої соціальної системи.

Сформульовані твердження — це загальна «оболонка», у рамках якої можуть функціонувати результати розрахункових дослі-

джень, оскільки більшість процесів, що відбуваються на Землі, є відносно повільними і стаціонарними, тобто такими, які піддаються певному описові за допомогою кількісних співвідношень.

### ПРИНЦИПИ БУТТЯ

На Землі діють два принципи буття: вдосконалення і знищення.

**Принцип удосконалення** можна визначити так: *якість енергії, що її Земля отримує від Сонця, є вищою, ніж якість енергії, яку Земля випромінює у Космос, хоча їхні величини однакові. Завдяки цьому форми буття на Землі стають дедалі складнішими і досконалішими.*

© ЮХНОВСЬКИЙ Ігор Рафаїлович. Академік НАН України. Перший заступник Голови Комітету Верховної Ради України з питань науки і освіти (Київ). 2006.

«Якість енергії» з погляду її продуктивності (працездатності) характеризується ентропією  $S$ . Потік енергії, яку Земля одержує від Сонця, несе потік ентропії, що дорівнює  $S_c = Q/T_c$ , де  $Q$  – густина потоку енергії, яка за 1 сек падає на  $1 \text{ м}^2$  поверхні Землі ( $Q = 1,36 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2\text{сек}$ ,  $T_c$  – температура Сонця  $\approx 10^4 \text{ К}$ ).

Потік енергії, яку Земля виділяє у Космос, несе потік ентропії, що дорівнює  $S_3 = Q/T_3$ , ( $T_3 \approx 2,9 \cdot 10^2 \text{ К}$ ). В обох випадках  $Q$  однакове, інакше б Земля або розігрілася, або замерзла б. **У результаті в середньому на кожному квадратному метрі нашої планети щосекунди ентропія змінюється на величину:**

$$\Delta S = (Q/T_c) - (Q/T_3) = Q(T_3 - T_c/T_c T_3) \approx -Q/T_3.$$

За традиційним визначенням ентропія  $S$  характеризує ступінь безладу, а протилежна до неї за знаком негентропія ( $-S$ ) – ступінь упорядкованості. Також негативний внесок в ентропію системи є інформацією  $I$ , яка надається системі [4]:  $(-S)=I$ ; передачі негентропії ( $-\Delta S$ ) відповідає передача інформації  $I$  [5].

**Отже, Земля одержує від Сонця потік негентропії або інформації, що дорівнює  $Q/T_3 \text{ м}^2\text{сек}$ . Засвоєння цього потоку і є універсальним джерелом процесів удосконалення на нашій планеті.**

**Принцип знищення:** у замкнутій нерівноважній системі спонтанно зростає безлад, або ентропія<sup>1</sup>.

Чим більша ентропія нерівноважної замкнутої системи, тим невпорядкованішою є ця система і меншою інформацією вона володіє.

У замкнутій стаціонарній системі робота виконується за рахунок її *внутрішньої енергії*, яку позначимо літерою  $E$ .

Далі під запасом внутрішньої енергії будемо розуміти запас енергії, яка накопичена у певних джерелах, наприклад, у корисних ко-

палинах (вугіллі, нафті, газі), тілі людини і тварини, у піднятій над землею вазі і т.д. Стаціонарний процес в ізольованій системі називають адіабатичним.

## ТЕРМОДИНАМІЧНІ АНАЛОГІЇ

Енергія, як і робота, має вартість. Наприклад,  $1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$  енергії електричного струму коштує (в Україні)  $15 \text{ коп}$ . Тому енергію можна оцінювати в кіловат-годинах, джоулях і гривнях.

Величина  $T(-\Delta S)$  виражає виконану корисну роботу. Її можна вимірювати як у джоулях, так і гривнях, якщо відома ціна одиниці роботи.

Добуток  $T(-\Delta S)$ , виражений у гривнях, може визначати корисну роботу, виконану суспільством: валову додану вартість чи валовий внутрішній продукт.

Зменшення ентропії дорівнює набутій інформації  $-\Delta S = I$ . Щоб добуток  $T(-\Delta S)$  виражав додану вартість, **під «температурою»  $T$  слід розуміти кількість доданої вартості, що її можна одержати з одиниці інформації**. Чим досконаліша система, тим більшу додану вартість вона отримує з одиниці інформації. **Тому  $T$  характеризує «досконалість» системи**<sup>2</sup>.

Якщо у формулі  $TI$  інформація  $I$  виражається у бітах, то  $T$  – у гривнях доданої вартості на  $1 \text{ біт}$ <sup>3</sup>.

На противагу замкнутій існує поняття *відкритої системи*. Це система, оточена значно більшою від себе зовнішньою системою, яку називають тепловим резервуаром і з якою вона може вільно обмінюватися енергією та інформацією (ентропією). У результаті такого обміну стан резервуара, за визначенням, не змінюється, а у відкритій системі за рахунок відповідної зміни її внутрішньої енергії

<sup>1</sup> Ентропія є характеристичною функцією замкнутої системи. Замкнутою вважається система, ізольована від зовнішнього впливу.

<sup>2</sup> Легко переконатися, що співвідношення, які визначають температуру, будуть коректними і для визначення «досконалості».

<sup>3</sup> Див. додаток: Ентропія та інформація.

й ентропії (інформації) виконується робота. Тепловий резервуар має постійну температуру, а у соціальному аспекті — постійну *досконалість*.

Причому, які б процеси не відбувалися у розглядуваній *відкритій* системі, її «температура» або «досконалість» залишатиметься такою, як і «температура» або «досконалість» теплового резервуара.

Нижче, залежно від предмета розгляду під словом «температура» і позначенням  $T$  розумітимемо температуру як характеристику засвоєння тепла або *досконалість* — як характеристику ефективності у перетворенні інформації. Температура є одним із параметрів відкритої системи.

Процеси у відкритій стаціонарній системі відбуваються так, що температура системи не змінюється. Такі процеси, за аналогією, називаються ізотермічними. Робота тут здійснюється за рахунок зміни **вільної енергії**.

**Вільна енергія** — це така максимальна кількість енергії відкритої системи, яка може бути затрачена системою на виконання корисної роботи в ізотермічному процесі і поповнена притоком енергії від теплового резервуара.

Вільна енергія позначається буквою  $F$ . Вона є різницею двох доданків:

$$F = E - TS, \quad (1)$$

де  $E$  — внутрішня енергія системи,  $T$  — температура,  $S$  — ентропія. Зазвичай для довільної ізотермічної ( $T = const$ ) системи невідомі точні значення  $F$ ,  $E$ ,  $S$ . Для низки задач це не так суттєво. Важливо знати зміну вільної енергії  $\Delta F = \Delta E - T \Delta S$ , де  $\Delta F$  і  $\Delta S$  — зміна відповідно внутрішньої енергії та ентропії. Зміна ентропії дорівнює інформації:  $(-\Delta S) = I$ . Отже:

$$\Delta F = \Delta E + TI. \quad (2)$$

Чим більше значення  $\Delta F$ , тим працездатнішою стає система. У поданій формулі, звичайно, важливим є збільшення  $\Delta F$  за рахунок зростання внутрішньої енергії  $\Delta E$ , яке відображається у зростанні видобутку нафти, газу, вугілля, прирості фізичної робочої сили, роз-

ширенні площі врожайних полів, запасів лісу тощо.

Особливу увагу потрібно звернути на другий доданок у формулі (2) для  $\Delta F$ . Він дорівнює добутку *досконалості*  $T$  на інформацію  $I$ . Чим вищою є досконалість системи, чим більше інформації засвоює вона ззовні від резервуара, тим вищою стає її працездатність.

Висока досконалість  $T$  у формі агрегованого показника зміни доданої вартості на одиницю отриманої інформації; нарощення інформації  $I$  у формі зростання культури і знань, збільшення кількості знаючих і вмілих людей, приросту інвестицій, вдосконалення технологій може зробити систему дуже працездатною й ефективною.

Цінність суспільства визначають не тільки матеріальні блага, а й культура, інтелект і технологічність.

Необхідно знати, що  $F$  у формулі (1) — це максимальний запас енергії, яку система може витратити на виконання роботи за умови постійної температури. За універсальними законами термодинаміки неможливо витратити весь запас вільної енергії на виконання позитивної роботи без того, щоб у системі або навколишньому середовищі не сталися незворотні зміни. Неможливо в ізотермічному процесі виконати корисну роботу (за рахунок вільної енергії) і повернутися до вихідного стану. Ці твердження стосуються і функціонування соціальних систем. Види діяльності таких систем різноманітні. Знати доступну величину вільної енергії для кожного виду діяльності — одна з передумов успішного керівництва державою.

#### СТАЛИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА. ЦИКЛІЧНІ ПРОЦЕСИ

Сталий<sup>4</sup> розвиток суспільства передбачає наявність систем кругообігу людської

<sup>4</sup> Невдалий переклад з англійської слова «sustainable», яке буквально означає «рівноважений».

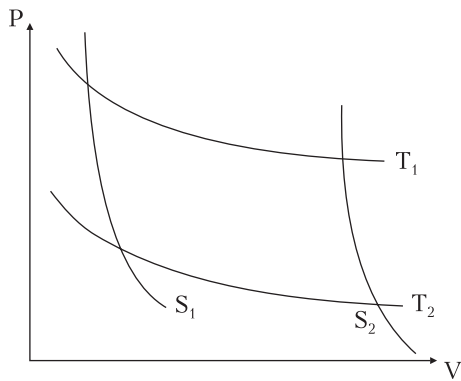


Рис. 1. Цикл Карно

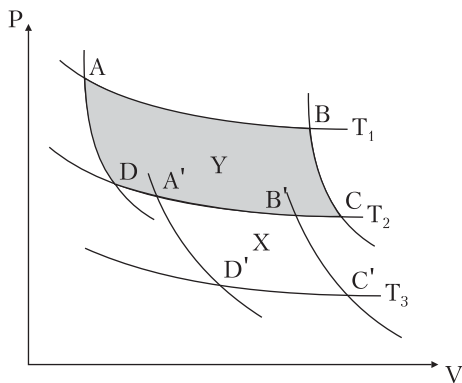


Рис. 2. Співіснування розвинутої і слабо-розвинутої країн

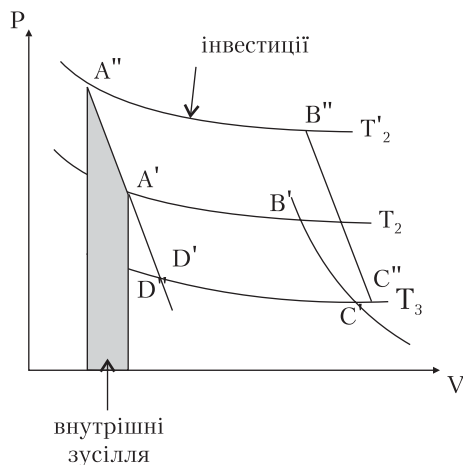


Рис. 3. Шлях розвитку слабкої країни

діяльності. Якщо в результаті виконання корисної роботи система повернулася до вихідного стану, то ми говоримо, що вона виконала циклічний робочий процес.

Життя суспільства являє собою перманентну систему майже циклічних процесів. У кожній країні дії її керівництва мають спрямовуватися на максимальну ефективність циклічних процесів, які відбуваються у внутрішньому житті і внутрішній політиці.

Прототипом циклічного процесу можна вважати відомий у термодинаміці цикл Карно для ідеального газу.

Нагадаємо, що цикл Карно складається з двох ізоTERM  $T_1$  і  $T_2$  і двох адіабат  $S_1, S_2$ , наведених на рис. 1.

Уздовж ізоТЕРми  $T_1$  система перебуває в контакті з нагрівачем, отримує тепло і виконує роботу. Уздовж ізоТЕРми  $T_2$  — у контакті з охолоджувачем і за рахунок частини виконаної роботи віддає тепло.

Уздовж адіабати  $S_2$  система продовжує розширюватися, виконуючи позитивну роботу за рахунок внутрішньої енергії, і переходить від ізоТЕРми нагрівача  $T_1$  на ізоТЕРму охолоджувача  $T_2$ . Уздовж адіабати  $S_1$  система, перетворюючи частину раніше виконаної роботи на внутрішню енергію, повертається до вихідного стану. Особливість циклу Карно полягає в його ідеальності. Серед усіх циклічних процесів, які відбуваються між температурою нагрівача  $T_1$  і температурою охолоджувача  $T_2$ , цикл Карно має максимальний коефіцієнт корисної дії  $\gamma = (T_1 - T_2) / T_1$ . Коефіцієнт  $\gamma$  є тим більшим, чим вище  $T_1$  і чим нижче  $T_2$ .

Дослідження циклічних процесів у житті держав з погляду другого закону термодинаміки може дати досить повчальні приклади. Як один з них розглянемо співіснування розвинутої і малорозвинутої держав (рис. 2).

ІзоТЕРмам циклу Карно беремо у відповідність: вищу «досконалість» ізоТЕРмі  $T_1$  і нижчу «досконалість» — ізоТЕРмі  $T_2$ . Уздовж «досконалість»  $T_1$  система отримує якіснішу

внутрішню енергію та інформацію. Вони формують її вільну енергію  $\Delta F$ , яка іде на використання корисної роботи. Вздовж «досконалості»  $T_2$  система виділяє відходи, використовуючи для цього частину виконаної на шляху  $AB$  і  $CD$  корисної роботи. Далі, знову таки використовуючи частину виконаної раніше роботи, вздовж адиабати  $DA$  повертається до попереднього стану. Нехай це буде один з робочих циклів системи  $Y$ , тобто розвинутої країни. Внутрішня ділянка чотирикутника  $ABCD$  визначає позитивну роботу системи  $Y$  у вказаному циклі. При цьому вона прагне до максимального коефіцієнта корисної дії. Тому досконалість  $T_2$  розміщена якомога нижче.

Країна  $Y$  щодо відсталої країни, тобто системи  $X$ , може відігравати роль енергетичного резервуара двох типів: який сприяє вдосконаленню країни  $X$  або який змушує країну  $X$  бути країною другого ряду. Розглянемо спочатку другий випадок.

Нехай система  $X$  у своєму житті і діяльності використовує **європейський секонд-хенд**. Цей випадок схематично показано на рис. 2.

Контур  $ABCD$  відповідає цикл життєдіяльності системи  $Y$ , контур  $A'B'C'D'$  — цикл системи  $X$ . На ізотермі  $CD$ , де розвинені країни — члени Європейського Союзу (система  $Y$ ), витрачаючи частину виконаної раніше роботи, скидають відходи, виникає гілка системи  $X$ , уздовж якої ця система купує секонд-хенд системи  $Y$ . Для виконання свого циклу система  $X$  працює між ізотермами  $T_2$  і  $T_3$  зі значно нижчою досконалістю порівняно з  $Y$ . Закінчуючи свій цикл, система  $X$  повертається на ізотерму  $T_2$ . І так може тривати досить довго, бо споживацьке співіснування вигідне для  $Y$  і допустиме для системи  $X$ . Остання стає певним довговічним сміттєзбірником. Із наведеного випливає багато тверджень гуманітарного характеру про необхідність інноваційної політики, розвитку інформатики, патріотизму, науки, освіти, культури, охорони

навколишнього середовища і здоров'я нації. Це все правильно.

Але щоб у прагненні до рівня  $Y$  почати досконаліший циклічний процес, необхідно у внутрішньому житті досягти рівня  $T_1$ . Це можливо здійснити лише таким шляхом: по завершенні кожного циклу повертатися до стану досконалішого, ніж був вихідний. На рис. 3 це точка  $A''$  на ізотермі вищої досконалості  $T_2'$ . Щоб її досягти, потрібні ресурси, які визначаються вартістю робіт, зображених площиною між відрізком кривої  $A'A''$  і віссю абсцис.

Зазначимо, що процес  $A'A''$  адиабатичний і виконується за рахунок внутрішньої енергії суспільства. Це означає, що система  $X$  повинна досконаліше використовувати свої внутрішні ресурси, мати чесну владу і законослухняне демократичне суспільство.

Іншим, більш ефективним шляхом наближення системи  $X$  до  $Y$ , є інвестиції у систему  $X$ . Отримати інвестиції, спрямовані на модернізацію, означає починати з вищої ізотерми досконалості  $T_2'$ . Розумно використовуючи модернізацію, маючи дешеву робочу силу, система  $X$  може здійснювати ефективніші цикли, ніж система  $Y$ , наприклад цикл  $A''B''C''D''$  (див. рис. 3). Але отримати інвестиції може лише країна, яка має «стале суспільство». А стале — це справедливе суспільство.

**Отже, від системи, яка не вчиться (не вдосконалюється) і в якій панує нечесна внутрішня політика, зовнішній світ ізольовується, і вона спонтанно переходить до стану з нижчою досконалістю.**

Система, що не вчиться і не набуває інформації, може збільшити свою вільну енергію тільки завдяки зростанню видобутку енергетичних речовин, запаси яких вичерпуються.

Система, у якій панує нечесна внутрішня політика, втомлюється і перестає бути творчою, вона знижує свою досконалість.

Щоб Україні досягти рівня країн Європейського Союзу, слід щоразу починати до-

сконаліший циклічний процес на вищому ступені досконалості  $T$ , тобто наприкінці кожного циклу повертатися до більш досконалого стану. І у швидкості переходу на рівні дедалі вищих досконалостей перегнати Європу, яка також буде постійно вдосконалюватися.

Лише за таких умов ми зможемо перейти на нові життєві цикли, на яких станемо конкурентоспроможними з країнами ЄС.

Для цього потрібно:

- ♦ ефективно навчатися на всіх рівнях життя і діяльності;
- ♦ дбати про здоров'я нації;
- ♦ будувати демократичну державу;
- ♦ якість усієї власної продукції визначати за європейськими стандартами;
- ♦ уніфікувати законодавство України у відповідності до законів ЄС;
- ♦ **вводити поступову заборону на ввезення вживаної техніки і «секонд-хенду»;**
- ♦ **закуповувати тільки найновіше обладнання (інвестиції), надавати пільги для його ввезення і використання;**
- ♦ особливу увагу звернути на специфічні для України галузі — освіту й науку, переробну промисловість на базі сільського господарства, машино- і приладобудування, пов'язані з використанням українських металів, транспортну систему;
- ♦ впровадити програму швидкої модернізації наукових і навчальних лабораторій інститутів НАН України, галузевих академій наук і національних університетів;
- ♦ створювати високотехнологічні середні та вищі навчальні заклади;
- ♦ Завдяки кредитам, допомозі ЄС і США, напливу позитивної інформації вдосконалювати готовність нації сприймати інформацію — створити в Україні низку досконалих, циклічно діючих систем в управлінні, науковій сфері, на телебаченні і в галузі зв'язку, на виробництві;
- ♦ інтенсивно формувати продуктивну частину нації, носія інформації та інноваційних упроваджень — середній клас суспільства.

## СТАЛИЙ РОЗВИТОК: ПРИНЦИПИ

Поступ земної цивілізації, що дуже нерівномірно розподілений по поверхні планети, надзвичайно прискорюється. Але й зростає кількість відходів, не створюються системи кругообігу продуктів життєдіяльності.

Так званого прогресу досягають за рахунок порушення рівноваги з навколишньою Природою. Увесь час потрібна додаткова енергія. Створюються нові незвичайні пристрої. Збільшується використання енергетичного поля Сонця. За неконтрольованого розвитку не виключене порушення космічної рівноваги між полями, що їх створює земна цивілізація, та полями Сонця і Космосу. Виникатиме непередбачуваність майбутнього.

**Людство має усвідомити необхідність політики сталого стійкого розвитку.**

Суть проблеми полягає ось у чому: чи ми — всі народи Землі — зуміємо домовитися щодо життя за принципами сталого розвитку, бо це загальноземна проблема, хоча починати її розв'язувати має кожна держава.

Культура, що охоплює науку, освіту, охорону здоров'я, громадську поведінку і чесну політику, є найбільш надійним показником досконалості. Наука — основа освіти і технологій, усвідомлене віддзеркалення навколишнього світу, вона об'єктивно глобальне поняття. Тому розвиток науки завжди був джерелом глобалізації. Але глобалізація означає і відкриту конкуренцію досягнень суспільств. У конкуренції програє той, хто продає гірше.

Успіх продажу товару чи послуг залежить як від їхньої якості та собівартості, так і від уміння продати. Торгівля товарами і послугами становить основну комунікаційну мережу, що покриває людське суспільство. Зрештою, за оптимального розвитку людської спільноти кожна рівно ефективна національна держава матиме своє визнане «товарне вікно» — вид її стаціонарного експорту у світовій системі розподілу праці і товарів.

Україна має надзвичайно врожайні землі, багаті поклади металевих та неметалевих руд, вигідне географічне розташування на шляху основних товарних потоків між Європою та Азією. Це у нас є і буде.

Отже, значну частину інноваційних зусиль необхідно спрямувати на досягнення:

- найкращого і найдешевшого у світі зерна й іншої продукції рослинництва;
- найкращих та найдешевших продуктів харчової і легкої промисловості;
- найдосконаліших машин і пристроїв;
- високої якості транспортних послуг;
- сучасного, співмірного з найрозвиненішими країнами рівня науки, освіти і технологій;
- добробуту населення.

Стійкість держави визначається передусім рівнем життя її населення порівняно з рівнем життя у розвинених країнах. Тому, дбаючи про стійкість України, основним гаслом розвитку українського суспільства має стати:

**«Кращий рівень життя для кожного тегер і для майбутніх поколінь».**

Сталий розвиток передбачає:

**принцип максимального використання суспільством відновлюваних джерел енергії, насамперед енергії Сонця.** Це можливо за умови збільшення поверхні, покритої рослинністю, бо йдеться не тільки про засвоєння енергії сонячного випромінювання, а й про виділення зеленню у процесі фотосинтезу кисню і поглинання вуглекислого газу;

**принцип наступності поколінь**, за яким нинішній рівень життєдіяльності має створити ще кращі умови для життєдіяльності прийдешніх поколінь;

**принцип розумної достатності і встановлення обмежень.** Це жорсткий принцип, який вимагає від дуже багатих країн і дуже багатих груп населення міри у збагаченні, а від бідних і відсталих країн — знати, що все досягається працею і культурою.

Згідно з цим технології мають розвиватися так, щоб стан природного довкілля поліпшувався.

У людському суспільстві сталий розвиток передбачає розвиток демократії як системи з найвищим коефіцієнтом ефективності. **Демократія — лад, що передбачає свободу людини і рівновагу суспільства.**

Демократія в Україні починатиметься зі створенням чесної, відповідальної, відкритої й ефективної влади та з розвитком національного державного патріотизму.

Циклічні процеси у демократичному суспільстві мають найвищі коефіцієнти корисної дії. Демократія — одна з рис досконалості  $T$ . Її не можна створити надовго в одній окремій державі, це надзвичайно складний лад. Демократія може бути створена тільки у глобальному масштабі.

**Перспективи використання сонячної енергії.** Кожна країна отримує від Сонця потік вільної енергії. Середня величина цього потоку, розрахована на одиницю часу і площі, дорівнює:

$$\Delta F = -T_3(S_c - S_3) = -T_3\left(\frac{Q}{T_c} - \frac{Q}{T_3}\right) \approx T_3\frac{Q}{T_3} = Q,$$

де  $S_c$  — густина потоку ентропії, який Земля отримує від Сонця;  $S_3$  — густина потоку ентропії, що його Земля випромінює у Космос;  $T_c$  — температура Сонця;  $T_3$  — температура Землі;  $Q$  — середня густина потоку енергії від Сонця на Землю,  $Q = 1,36 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2 \text{ сек}$ . Помноживши цю величину, наприклад, на площу України 603 тис. км<sup>2</sup>, отримуємо великий потік вільної енергії  $\Delta F_{\text{Сонця}} = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ Дж/рік}$ . Коефіцієнт корисної дії реакції фотосинтезу становить 10%.

Атомні станції виробляють корисну потужність вільної енергії обсягом 70 млрд кВт(год/рік чи  $2,5 \cdot 10^{14} \text{ Дж/рік}$ ). Вільна енергія від викопних джерел — газу, нафти, вугілля, урану — сумарно дорівнюватиме майже  $10^{15} \text{ Дж/рік}$ .

Отже, потік вільної енергії від Сонця на п'ять порядків перевищує приріст вільної енергії, яку отримують у результаті використання викопних запасів. Тому:

1. Принцип удосконалення має реальну матеріальну основу.

2. Збільшення площ, покритих рослинністю, є ефективним засобом енергозабезпечення. Потрібно знаходити нові можливості засвоєння потоку сонячної енергії.

3. У результаті реакції фотосинтезу як «відходи» отримуємо кисень, яким дихає усе живе. При використанні викопних джерел як відходи виділяються парникові гази й інші шкідливі речовини.

Звідси мораль: збільшуйте зелені насадження.

**Виїзд працездатного населення за кордон.** Упродовж останніх 13 років за межі України емігрувало 7 млн осіб працездатного віку. Нехай їхня середня заробітна плата в інших країнах становить 4 тис. дол./рік і нехай там електроенергія коштує 0,1 дол./кВт·год. Передана Україною і використана за кордоном вільна енергія дорівнює  $\Delta F = 7 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^3 / 0,1 = 280 \cdot 10^9$  кВт·год/рік. Це майже вдвічі більше всієї електроенергії, яку Україна виробляє за рік.

## ГЛОБАЛІЗАЦІЯ

Земля перебуває під постійною дією силового поля Сонця і ще не вивченого впливу Космосу. Космос є величезним холодильником, який «споживає» виділене у вигляді відходів випромінювання Землі.

Принцип вдосконалення має незворотню дію, як і принцип знищення. Розвиток цивілізації на Землі не був однорідним. Одні нації досягли у своїх державах більших успіхів, інші — менших, а ще інші — тільки починають створювати свою державність і цивілізацію у загальноприйнятому їй розумінні.

Країна, у якій зростають обсяги наукових, тобто достовірних даних, що стосуються різних сторін буття, підвищуватиме якість процесів своєї життєдіяльності, збільшуватиме коефіцієнт корисної дії у винайденні, використанні та перетворенні різних джерел енергії. Водночас у такій країні зростатимуть обсяги обов'язків, кількість об'єктів, а відповідно, і кількість команд, необхідних для управління.

При цьому слід мати на увазі, що процеси, які виникатимуть унаслідок реалізації нових команд, мають бути циклічними, система, виконавши позитивну роботу, повинна відновлюватися, вдосконалюватися.

На подачу і впровадження у життя команд потрібна енергія.

Чим більшу кількість команд було подано до системи і засвоєно нею, тим складніше здійснювати нові команди. Потрібна для цього додаткова енергія пропорційна до величини вже раніше затраченої енергії. З цього міркування випливає, що енергія  $E_N$  необхідна для реалізації  $N$  команд (при великих  $N$ ), залежатиме від  $N$  за законом:  $E_N = E_0 \exp \alpha(N - N_0)$ , де  $\alpha$  — специфічний показник  $\alpha > 0$ ,  $E_0$  — запас енергії, за допомогою якого можна оптимізувати  $N_0$  команд управління, тут  $N_0 \gg 1$ .

Таким чином, кожній соціальній системі притаманна певна множина команд  $N$ ,  $N \leq N_0$ , виконання яких система може оптимізувати, маючи запас енергії  $E_0$ .

**Коли  $N$  перевищує  $N_0$ , то  $E_N$  дуже швидко (експонентно) зростає. Енергії починає не вистачати.**

Подібне трапляється і у відкритій системі, коли суспільство перебуває у контакті з навколишнім світом. Вільна енергія, необхідна для впровадження  $M$  команд, змінюється згідно із законом:  $F_M = F_0 \exp \beta(M - M_0)$ ,  $\beta > 0$ ,  $M_0 \gg 1$ , де  $F_0$  — максимальна кількість вільної енергії, яку можна освоїти ззовні від теплового резервуара,  $M_0$  — число команд, що їх можна оптимізувати завдяки енергії  $F_0$ .

Відмінність від попередньої формули полягає у тому, що  $F$  може черпатися із зовнішнього оточення. Нагадаємо, що у будь-якому циклічному процесі система функціонує як за рахунок внутрішньої, так і вільної енергії.

Формула для  $F_M$  є віддзеркаленням другого закону термодинаміки, який твердить: якщо відкрита система витратить на виконання роботи запас вільної енергії  $F$ , більший за  $F_0$ , вона розпадеться.



Отож в обох випадках очевидно, що коли обсяг обов'язків стає завеликим, суспільству вигідніше передати частину команд управління більшій системі. Такою більшою системою є об'єднання держав, яке ми спостерігаємо в наші дні. Аналогічний процес відбувається і у виробничих системах.

Фактором глобалізації є усвідомлення необхідності розумних витрат запасів енергії шляхом розподілу команд на ті, що діють усередині держав, і на команди більш загального характеру, які спрацьовують в об'єднаннях держав. Бо серед рішень чи команд, що мають виконуватися, скажімо, в окремій державі, є такі, котрі стосуються її самої, і такі, які вигідно уніфікувати з іншими країнами.

Маючи запас енергії  $E_0$  і можливість отримання вільної енергії  $F_0$ , країна повинна усвідомити: сама вона може реалізувати число команд  $N$  і  $M$ , які значно менші від  $N_0$  і  $M_0$  кожна; що певну кількість команд потрібно віддати на управління більшій, колективній системі, організованій таким чином, що відносно цієї системи вона є тепловим резервуаром.

Суть проблеми полягає в тому, щоб визначити — які команди вигідно передавати, а які — оптимізувати самому. Сьогодні Євросоюз слід вважати оптимальним способом розподілу команд. **Щоб увійти до європейської спільноти, Україна повинна довести досконалість своєї держави до рівня досконалості європейських держав.**

Досконалість ЄС є набагато вищою від досконалості Росії. Здійснювати нам адміністративне об'єднання з Росією немає сенсу, адже все одно доведеться прямувати до більш досконалого рівня.

У всіх країнах має здійснюватися політика побудови екологічної держави, і це одне з основних завдань глобалізації.

Дуже багаті мають жити скромніше, бідні — отримати можливість краще працювати за кращу платню.

Сутність глобалізації полягає не тільки в об'єднанні держав, а й об'єднанні виробничих та інформаційних систем.

Згодом цивілізація і Земля під дією обставин, що впливають з принципу вдосконалення, і під загрозою розпаду від своєї земної замкнутості, згідно з принципом знищення, розширюватиме зону діяльності на Космос.

Ми висловили загальні принципи й аналогії, які слід мати на увазі, вибудовуючи програми довготривалої політики розвитку суспільства Української держави.

У короткосяжних аспектах планування придатнішими є динамічні моделі переходів між різними стаціонарними станами. Серед останніх виокремлюють високопродуктивні і низькопродуктивні стани. Два цикли Карно, подані тут для порівняння становища України відносно ЄС, є однією з можливих ілюстрацій високопродуктивного стану ЄС і низькопродуктивного — України. Виникає завдання змінити низькопродуктивне державне суспільство України на високопродуктивне. Програма роботи Тимчасової спеціальної комісії Верховної Ради з питань майбутнього має бути спрямована на досягнення цієї мети.

## ДОДАТОК ІНФОРМАЦІЯ ТА ЕНТРОПІЯ

### ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Якщо можуть відбуватися рівноймовірні події або ж система з однаковою ймовірністю може перебувати в різних станах і спочатку реалізуватися один з  $P_0$  варіантів, а потім — один з  $P_1$  ( $P_1 < P_0$ ), то **кількість інформації, необхідної для редукування числа варіантів**, визначається як:

$$I_1 = k \ln P_0 - k \ln P_1. \quad (1)$$

Найбільше інформації потрібно, щоб мати однозначний результат ( $P_1 = 1$ ):

$$I_1^{\max} = k \ln P_0. \quad (2)$$

При виборі константи нормування покла-  
дається  $k = 1 / \ln 2$

$$I_1^{\max} = \ln P_0 / \ln 2 = \log_2 P_0, \quad (3)$$

що задає інформацію у двійковій системі — у бітах (один біт характеризує інформацію, яка відповідає реалізації одного з двох можливих варіантів,  $P_0 = 2$ ).

**Інформація  $I$  чисельно дорівнює кількості бітів, необхідних, щоб  $P_0$  рівномірних варіантів розв'язання задачі звести до одного. 1 біт — це інформація, потрібна для того, щоб два рівномірних варіанти звести до одного. Інформація задається у двійковій системі числення.**

#### СТАТИСТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТРОПІЇ У ФІЗИЦІ

Нехай термодинамічна система <sup>5</sup> може реалізуватися в одному із сукупності  $\Delta_\gamma$  станів типу  $\gamma$ . Вона описується ентропією:

$$S_\gamma = k \ln \Delta_\gamma \quad (4)$$

де  $k$  — стала Больцмана.

При переході від початкової можливості реалізуватися в одному з  $(\Delta_\gamma)_0$  станів до кінцевої можливості реалізуватися в одному з  $(\Delta_\gamma)_1$  станів зміна ентропії дорівнює:

$$S_1 - S_0 = k \ln (\Delta_\gamma)_1 - k \ln (\Delta_\gamma)_0.$$

Нехай  $(\Delta_\gamma)_1 < (\Delta_\gamma)_0$ , тоді:

$$\Delta S = S_1 - S_0 < 0.$$

Чим сильніше змінюється ентропія (внаслідок зменшення кількості можливих станів), тим більшою є інформація про систему. За визначенням:

$$-(S_1 - S_0) = I \quad (5)$$

або

$$I = k \ln [(\Delta_\gamma)_0 / (\Delta_\gamma)_1]. \quad (6)$$

Одиниця виміру інформації визначається розмірністю сталої Больцмана, розмірність  $k$ :

$$[k] = \text{кал/град} \cdot \text{моль}.$$

<sup>5</sup> Система є термодинамічною, якщо процеси, які відбуваються у ній, супроводжуються виділенням чи поглинанням тепла.

Якщо початковий стан ізольованої системи характеризується ентропією  $S_0$ , а  $S_1$  відповідає стану, який виникає внаслідок вільної (спонтанної) еволюції ізольованої системи, коли ентропія  $S$  прямує до свого максимального значення і  $\max S = S_1$ , тоді у цьому незворотному процесі

$$S_1 > S_0 \text{ і } \Delta S = S_1 - S_0 > 0, \quad (7)$$

$$\Delta I = -(\Delta S) < 0 \quad (8)$$

інформація про систему зменшується.

Отримання інформації про систему відповідає зменшенню ентропії системи. Ентропія може трактуватися як міра недостатності інформації про стан системи.

П р и к л а д и :

1. Якщо система частинок розширюється, тобто об'єм системи  $V$  зростає з  $V_1$  до  $V_2$ ;  $V_2 > V_1$ , то зміна ентропії дорівнює:

$$S_2 - S_1 = k \ln V_2 / V_1 > 0. \quad (9)$$

Розширення системи означає збільшення ентропії і зниження інформації про розташування частинки в об'ємі.

2. Зміна ентропії в реакції фотосинтезу. У реакції фотосинтезу, що відбувається на Землі на зеленому листі за участю молекул вуглекислого газу і води, завдяки поглинанню двох квантів сонячного світла, продукти фотосинтезу, глюкоза і кисень отримують додаткову інформацію. Ентропія продукту фотосинтезу ( $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ ) є меншою від ентропії вихідних реагентів ( $6CO_2$  та  $6H_2O$ ) на 40 кал/град·моль. У кожному акті фотосинтезу продукується додаткова інформація у 40 кал/град·моль, що має порядок  $10^{17}$  біт. Коefіцієнт корисної дії реакції фотосинтезу — 10%.

#### ЗАГАЛЬНЕ ІМОВІРНІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТРОПІЇ

$$S = -k \sum_{i=1}^p w(A_i) \ln w(A_i); \quad \sum_{i=1}^p w(A_i) = 1, \quad (10)$$

де  $w(A_i)$  — імовірність події  $A_i$ .

Для рівномірних подій  $w(A_i) = 1/p$ , де  $p$  — число можливих реалізацій події  $A_i$ .

Тоді з формули (10) випливає:

$$S/k = -p \frac{1}{p} \ln \frac{1}{p} = \ln p, \quad (11)$$

що відповідає формулі (1), якщо  $k=1/\ln 2$ , або ж є термодинамічним визначенням ентропії (4), якщо  $k=1,36 \cdot 10^{-16}$  кал/град·моль – стала Больцмана.

Якщо подія, можлива у варіантах  $A_1, A_2, \dots, A_p$ , реалізується за умов, коли настала подія  $B$ , то можна запровадити **умовну ентропію**:

$$S = -k \sum_{i=1}^p w_B(A_i) \ln w_B(A_i),$$

де  $w_B(A)$  – умовна імовірність події  $A$ , коли настала подія  $B$ .

1. Гермес Трисмегист и герметическая традиция Востока и Запада / Сост., коммент., пер. с др.-греч., лат., фр., англ., нем., польск. К. Богуцкого. – К.: Ириси; М.: Алетея, 1998.
2. Михалевич В.С., Михалевич М.В., Подолев И.В. Моделирование некоторых переходных процессов в экономике Украины. – К., 1993. – 19 с. (Препр. / АН Украины, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова); Гончар Н.С. Финансовая математика, экономический рост. – К.: Рада, 2000.
3. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. О проблемах физической экономики // УФН – 2002. – Т. 172. – № 9.
4. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. – М.: Мир, 1966. – 271 с.
5. Терлецкий Я.П. Статистическая физика. – М.: Высш. шк., 1994.

*I. Юхновський*

## БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА

Закономірності буття у контексті  
стаціонарної термодинаміки

### Резюме

Ґрунтуючись на відомих законах термодинаміки, автор подає низку тверджень стосовно принципів функціонування природних і соціальних систем, стало-го розвитку суспільства, успішного керівництва державою, розгортання процесів глобалізації у сучасному світі. Особливу цінність становлять конкретні пропозиції автора щодо програми досягнення українським суспільством рівня досконалості, співмірного з рівнем досконалості країн Європейського Союзу.

*I. Yukhnovsky*

## BASIC PRINCIPLES OF UKRAINIAN SOCIETY PERFECTION

Principles of existence from stationary  
thermodynamics law standpoint

### S u m m a r y

Based on the well-known thermodynamics laws, the author presents a number of statements regarding principles of natural and social systems, sustainable society development, state successful governing, globalisation processes expansion in the modern world. The particular value is concrete authors proposals in the program of achievement by Ukrainian society of perfection level comparable to that of European Union countries.