

О. КСЕНЖЕК

## СОЦІАЛЬНІ РЕАЛІЇ З ПОЗИЦІЙ ТЕРМОДИНАМІКИ

*Життя суспільства, особливо на переломних етапах, висуває безліч складних запитань. І, мабуть, найболючішими і найчастіше повторюваними є два. Як досягти соціальної справедливості? Чи можливо подолати протиріччя між багатством і бідністю? Відповіді на них шукають передусім економісти, соціологи, політики. З цього приводу багато дискутують. Втім, майже ніколи сторони не доходять згоди. Одна з причин цього полягає в тому, що йдеться про визначення, які є скоріш сигналами, що генерують емоції, ніж чітко визначеними термінами, придатними для раціонального логічного аналізу відповідних соціальних явищ. Однак такий аналіз потрібен. І полегшити його може формалізація понять з допомогою методів термодинаміки. На підставі дуже загальних принципів термодинаміка допомагає простежувати можливу поведінку складних систем, навіть не маючи повної інформації про їхню будову. Висновки, зроблені на підставі таких досліджень, безумовно, варті і уваги економістів.*

**Т**ермодинамічні підходи передбачають передусім формалізацію об'єктів аналізу.

Скажімо, коли ми говоримо про багатство, бідність, соціальну справедливість, то оперуємо поняттями, які не мають абсолютного виміру, а є дуже відносними. Так, скажімо, до якої категорії можна віднести людину, місячний дохід якої становить 100 доларів на місяць, — до категорії багатих, бідних чи людей «середнього» статку? Якщо вона живе у Сполучених Штатах Америки, то це, напевно, дуже бідна людина. Навряд чи вона взагалі може проіснувати на такі кошти. В Україні ж людина з подібними статками, звичайно, не «багач», але і до категорії «бідних» теж не належить. Тут 100 доларів на місяць — це за порядком величини зарплата університетського професора. Можливо, що десь, наприклад у Мозамбіку, де річний національний продукт на душу населення не сягає і 100 доларів, той, хто має такий дохід, може вважатися «багатим». Втім, у тому ж Мозамбіку напевно є люди (хоча їх і мало), багаті навіть за мірками США.

Щоб надати міркуванням про багатство, бідність і соціальну справедливість раціонального змісту, не занадто обтяженого емоціями, спробуймо якимось формалізувати об'єкт нашої уваги. Скористаймося для цього прийомом, що застосовується, наприклад, під час змагань в індивідуальних видах спорту, — рейтингом за досягнутими успіхами. У результаті такого рейтингу завжди хтось опиняється на першому місці (чемпіон), хтось на другому, третьому, десятому і т.д. Спортсмени змінюють свої позиції в цьому списку, але місця залишаються незмінними. Проведемо подумки подібний рейтинг за розмірами доходів серед усього населення якоїсь гіпотетичної країни. Людина з максимальними доходами одержить перший номер у рейтингу, менш багатий опиниться на другому місці і так далі, аж до найбіднішого жителя. Виходячи з того, що в Україні проживає 50 мільйонів чоловік, можемо висловити впевненість, що порядковий номер переважної більшості читачів цієї статті, втім, як і автора, буде шестизначним, у кращому випадку — п'ятизначним. Люди з одно-, дво-, тризначними порядковими номерами в рейтингу навряд чи читають такі статті, а тим більше пишуть їх. Людям же з найбільшими номерами взагалі не до читання творів на тему про бідність. Вони її відчують повсякденно і намагаються перебороти як можуть.

Оскільки наш рейтинг налічує десятки мільйонів порядкових номерів, а з другого боку, доходи перших номерів відрізняються від доходів останніх на багато порядків, то доцільно зобразити залежність між номером і доходом у логарифмічній системі координат. У результаті одержимо якусь функцію розподілу доходів у суспільстві. Це завжди падаюча функція, яка може мати такий вигляд, як показано на рис. 1. Тобто це може бути нахилена пряма (а) або ж вона матиме мінливий нахил — спочатку крутий, потім більш пологий (б) чи навпаки (в). Ніяких горбів або зростаючих ділянок, як на кривій (г), вона мати не може.

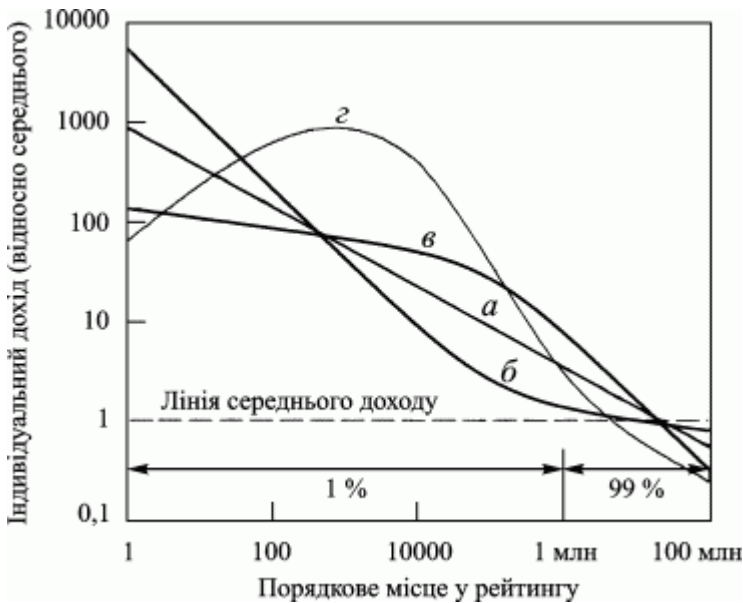


Рис. 1. Можливий вигляд функції розподілу. Крива (а) — постійний градієнт конкурентності ( $\beta = 0,4$ ); (б) — спочатку великий ( $\beta = 0,7$ ), потім — малий градієнт ( $\beta = 0,1$ ); (в) — спочатку  $\beta = 0,1$ , наприкінці —  $0,7$ . Крива (г) — неможливий вигляд функції розподілу.

Розглянемо спочатку найпростішу функцію розподілу, представлену прямою лінією, що йде з певним нахилом ( $\beta$ ) (таку функцію називають розподілом Парето). Такий вигляд функції розподілу можна вважати «рівноважним». Він формується звичайно у відносно сталих суспільствах, які досить тривалий час не зазнавали серйозних економічних або політичних потрясінь.

Цілком очевидно, що позиції у лівій частині графіка, ближче до початку координат, у матеріальному відношенні кращі за віддаленіші. Нахил функції розподілу визначає рівень мотивації, що спонукає людей докладати зусиль для того, щоб переміститися ліворуч, ближче до початку рейтингової послідовності. Якщо лінія розподілу досить крута, то мотивація велика, за похилої лінії розподілу мотивація зменшується. Так, якщо нахил  $\beta=0,7$ , то очікуваний ефект від переходу, скажімо, з мільйонного місця в рейтингу на десятитисячне, — це двадцятип'ятиразове збільшення доходів. По суті, воно означає якісну зміну соціального статусу і рівня життя. А в разі нахилу лінії  $\beta = 0,1$  такий самий перехід обіцяє зростання доходів усього на 60%. Зрозуміло, що в першому випадку для здійснення бажаного переходу докладатимуться значно більші зусилля, ніж у другому. Таким чином, нахил лінії розподілу визначає напруженість ділової активності і конкуренції у суспільстві, і його можна було б саме так і назвати — «градієнт конкурентності».

У фізичних системах різні градієнти є рушійними силами, що викликають відповідні потоки: градієнт температури — потік тепла, градієнт електричного потенціалу — електричний струм тощо. З другого боку, якщо до системи підводиться енергія іззовні, те це викликає появу градієнтів. Градієнт конкурентності у суспільстві є, на наш погляд, не просто запозиченим з

фізики терміном, а сповненим власного змісту аналогом фізичного градієнта на соціальному рівні. Він виникає у суспільстві, в яке постійно вливаються потоки енергії. По-перше, це потоки «біологічної» енергії, що міститься в їжі, по-друге — потоки «технологічної» енергії, яка надходить з нафтою, газом, вугіллям тощо. Саме здатність використовувати додаткову енергію понад свої суто біологічні потреби відрізняє людину від її тваринних предків.

Гроші у суспільстві виконують роль віртуальної форми енергії, що забезпечує сполучення енергетичних потоків різноманітної природи. Градієнт конкурентності, який одночасно є і градієнтом концентрації грошей, породжує два термодинамічно сполучені потоки. З одного боку, це потік грошей у «природному» напрямі — від високої концентрації до нижчої, тобто по суті дисипація, «витрата» грошей. З другого — протилежно спрямований потік дифузії членів суспільства, які прагнуть збільшити свої доходи. На відміну від першого, другий процес не спонтанний і потребує витрат енергії. Джерелом її є перший процес. Таким чином, градієнт конкурентності є, в остаточному підсумку, рушійною силою всіх соціальних процесів.

Нахил лінії розподілу (градієнт конкурентності  $\beta$ ) у стаціонарних умовах існування суспільства може набувати значення тільки між нулем і одиницею. Нижня межа відповідає повній і загальній матеріальній рівності усіх членів суспільства і відсутності конкуренції. Через причини, які будуть викладені нижче, назвемо її «межею теплової смерті», запозичивши цей похмурий термін з космогонії і термодинаміки. Верхню межу можна назвати «колапсом». Гіпотетичне суспільство з таким високим градієнтом конкурентності ( $\beta \geq 1$ ) могло б мати тільки дуже обмежену кількість громадян, понад яку фізіологічне існування людей було б узагалі неможливим, оскільки їх доходи практично були б нульовими, несумісними з життям.

Функція розподілу має ряд властивостей, які заслуговують на увагу у зв'язку з аналізованими питаннями. Так, вона дуже несиметрична щодо середнього рівня доходу. Мінімальний його рівень не може бути набагато меншим від середнього. Коли  $\beta = 0,5$ , він становить половину середнього, якщо  $\beta = 0,9$ , — десяту частину. На відміну від цього верхній рівень доходів у великому суспільстві через високе значення градієнта конкурентності може перевищувати середній у десятки тисяч разів і більше. Дуже високі доходи має невелика частина будь-якого суспільства. На рис. 1 показана умовна межа, яка відокремлює перший відсоток населення від інших 99 відсотків. У табл. 1 наведені цифри, що показують, якою може бути частка першого відсотка населення в сукупному доході суспільства за різних значень градієнта конкурентності. Як бачимо, за великої крутості функції розподілу ця частка може бути значною.

Градієнт конкурентності $\beta$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Частка першого відсотка населення у сукупному доході суспільства, %	1,6	4,0	10	25	63

Інша важлива особливість функції розподілу, яка може виявитися несподіваною для переконаних прихильників загальної рівності, полягає в тому, що в будь-якому суспільстві не менше 2/3 населення має доходи нижче середнього рівня. Цю обставину можна оцінювати як завжди з позицій ідеології або соціальної справедливості, але в даному разі ми маємо справу з сухою математикою, і жодні емоції або соціальні прожекти змінити тут нічого не можуть.

Величина градієнта конкурентності визначається структурою суспільства і, у свою чергу, визначає цю структуру, а також соціальні умови, які існують у суспільстві. Якщо градієнт конкурентності великий, суспільство неминує має бути досить складним і стратифікованим, а його структури — ієрархічними. Із збільшенням градієнта конкурентності зростає різниця у

доходах багатих і бідних верств населення, і це може викликати загострення соціальної напруженості. З другого боку, за дуже малих значень градієнта конкурентності можна очікувати зниження активності суспільства і впадання його у стан соціальної апатії.

З величиною градієнта конкурентності у суспільстві тісно пов'язана проблема бідності. Перед тим, як розглядати цей взаємозв'язок, необхідно якось формально визначити, що саме ми вважатимемо за бідність. З огляду на відносність цього поняття було б, очевидно, досить логічним відносити до категорії бідних ті верстви населення, доходи яких становлять якусь частку від середнього їх розміру в даному суспільстві, скажімо, половину, одну третину або якусь іншу частину. Назвемо цю величину відносним рівнем бідності й позначимо літерою  $\mu$ . Наведені у табл. 2 цифри показують, як від крутості функції розподілу залежить частка населення з доходами нижче середнього рівня, а також тих, що перебувають у стані відносної бідності, яка відповідає двом значенням  $\mu$ , — половина й одна третина від середнього доходу.

Градієнт конкурентності	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
% населення з доходами нижче середнього рівня	65	67	69	72	75	78	82	86	91
% населення з доходами менше половини від середнього ( $\mu = 0,5$ )	—	—	—	—	—	31	56	67	80
% населення з доходами менше третини від середнього ( $\mu = 0,33$ )	—	—	—	—	—	—	12	45	68

З таблиці видно, що кількість людей, чиї доходи ставлять їх на рівень відносної бідності, залежить від того, яким ми вважатимемо цей рівень (яка величина коефіцієнта  $\mu$ ), а також від величини градієнта конкурентності. Чим більший градієнт, тим більша частина населення опиняється нижче умовного рівня бідності. Водночас за малого значення градієнта конкурентності у суспільстві взагалі може не бути бідних (у відносному розумінні). Такий, безперечно, бажаний стан може реалізуватися за умови, що сума двох величин — градієнта конкурентності і відносного рівня бідності менше одиниці:  $\beta + \mu < 1$ . У протилежному випадку частка бідних у суспільстві різко збільшується із зростанням градієнта конкурентності.

Найпростіший висновок, який, на перший погляд, з очевидністю впливає з викладеного вище, може полягати, здавалося б, у тому, що шлях до розв'язання соціальних проблем суспільства пролягає через зниження градієнта конкурентності. Іншими словами, через наближення до стану загальної рівності. На цьому шляху, здавалося б, може бути знята проблема бідності, а разом — і колосальної майнової нерівності, почасти відбитої у наведених таблицях. Йдеться про дуже прямолінійну ідею, яка має давнє коріння і завдяки своїй примітивності набула значного поширення. Нам як колишнім «будівникам» соціалістичного (а ще краще — комуністичного) суспільства вона особливо близька. Проте прості рішення, коли їх застосовують до складних систем (а суспільство — надзвичайно складна система), як правило, призводять до результатів, дуже далеких від очікуваних, а нерідко і взагалі до протилежних. На цьому питанні ми спинимося трохи пізніше.

Щоб одержати повніше уявлення про взаємозв'язок між характером розподілу доходів і способом існування нації, варто проаналізувати ще один фактор — економічну ефективність суспільства. Вона теж безпосередньо пов'язана з величиною градієнта конкурентності. Справа в тому, що реальна «працездатність» грошей визначається не тільки їхньою кількістю, а й «якістю». Тут можна провести досить обґрунтовану аналогію з енергією. Концентрована енергія низькоентропійна і, відповідно, спроможна виконувати роботу. Розсіяна енергія високоентропійна й щодо можливості виконання роботи мало ефективна. Гроші у багатьох

відношеннях подібні до енергії, і до них також можна застосувати таку характеристику, як ентропія. У концентрованому вигляді гроші низькоентропійні, і їм властива більша потенційна «працездатність», ніж тим грошам, які дисперговані серед великої кількості власників і, отже, високоентропійні. Так, мільйон доларів, зосереджений в одних руках, надає власнику широкий спектр можливостей. Можна побудувати гарний будинок, купити віллу на березі теплого моря, організувати підприємство, створити добродійний фонд тощо. На відміну від цього мільйон доларів, розподілений по одному серед мільйона «власників», надає їм можливість хіба що випити по пляшці пива.

Таким чином, питома ентропія грошей зростає разом із збільшенням порядкового номера їхнього власника в рейтингу, а їхня потенційна «працездатність» відповідно зменшується. Іншими словами, індивідуум, що посідає в рейтингу місце ближче до початку функції розподілу, не тільки має більше грошей, ніж той, чие місце далі від неї, а й гроші його потенційно ефективніші. Враховуючи залежність ентропії грошей від ступеня їхньої диспергованості, можна знайти функцію розподілу потенційної економічної «потужності» різних прошарків суспільства за різних значень градієнта конкурентності. Представлені на рис. 2 результати таких розрахунків дуже показові.

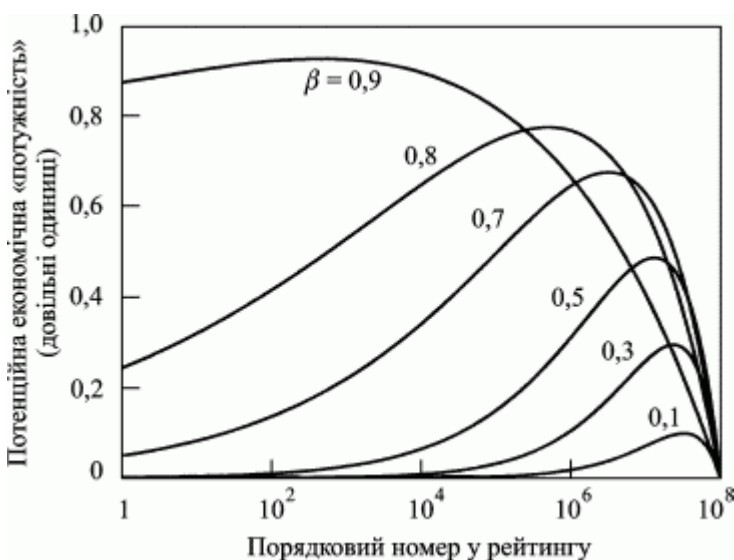


Рис. 2. Потенційна економічна «потужність» різних верств населення за різних значень градієнта конкурентності. Все суспільство поділене умовно на тонкі «прошарки» однакової ширини у логарифмічній шкалі. За градієнта  $\beta = 1$  сумарний дохід усіх таких «прошарків» був би однаковим. За  $\beta < 1$  сумарний дохід кожного наступного «прошарку» більший, ніж попереднього, за рахунок більшої чисельності, але прибутки кожного з його членів — менші. Питома ефективність грошей знижується разом із зростанням порядкового номера в рейтингу і зменшенням індивідуального прибутку.

Як бачимо, за дуже великого градієнта конкурентності (0,9) основна економічна потужність зосереджена у дуже нечисленному прошарку — десятих часток відсотка від загальної кількості населення. Мабуть, саме така картина могла мати місце в деяких країнах у період монопольного панування в їхній економіці різних «королів» — сталевих, автомобільних, фінансових тощо. За меншого значення градієнта конкурентності (0,8 — 0,7) максимум економічної потужності зсувається в бік численніших верств, які становлять уже кілька відсотків від усього населення. В такому разі в економіці переважають структури акціонерного типу. За ще менших значень градієнта максимум переміщується до широких мас населення, які мають доходи, близькі до середнього рівня. Жодного універсального і досить ефективного способу залучення до економічних циклів обмежених і сильно диспергованих ресурсів цих верств населення, очевидно, не існує. Найчастіше цю місію бере на себе держава або масові організації профспілкового типу. При цьому вихідна конфігурація функції



розподілу неминуче трансформується: ініціатори мобілізації диспергованих засобів широких верств населення самі переміщуються до початку функції розподілу, тобто у сферу високих прибутків, формуючи там ділянку з великою крутістю.

Від величини градієнта конкурентності сильно залежить сумарна економічна ефективність суспільства, тобто та сукупна корисна робота, яку суспільство може виконати понад рівень, необхідний для задоволення його мінімальних біологічних потреб. У соціальному розумінні економічна ефективність — це здатність суспільства організовувати середовище свого існування, створювати та удосконалювати свої інфраструктури, здійснювати масштабні проекти, забезпечувати для людей достатньо велику можливість займатися тими видами діяльності, які безпосередньо не спрямовані на задоволення нагальних потреб,— такими, наприклад, як фундаментальна наука, мистецтво тощо. У табл. 3 наведені значення максимальної економічної ефективності суспільства, що допускаються термодинамікою.

Градієнт конкурентності $\beta$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Відносна економічна ефективність суспільства*	0,11	0,25	0,42	0,66	1,0	1,5	2,3	3,7	6,1

\* За одиницю прийнята ефективність при  $\beta = 0,5$ .

Як бачимо, залежність максимальної економічної ефективності від розміру градієнта конкурентності дуже велика. За збільшення градієнта від 0,1 до 0,9 максимальна ефективність зростає майже в 60 разів. Втім, варто підкреслити, що термодинамічний підхід, який описується в даній статті, не вичерпує всієї складності реальних економічних і пов'язаних з ними соціальних процесів у суспільстві. Конкретні закони економіки можуть перешкоджати досягненню меж, які допускаються термодинамікою. Так, за дуже великої крутості функції розподілу створюється диспропорція між зростаючою продуктивною потужністю суспільства й обмеженою купівельною спроможністю більшої частини його населення, тобто виникає криза перевиробництва. Соціальні чинники можуть накладати додаткові обмеження: надмірне зростання градієнта конкурентності збільшує частку населення, яка має доходи нижчі за середні і навіть за рівень бідності (див. табл.2).

На фоні надмірного зростання максимальних доходів дуже нечисленних верств населення (див. табл. 1) це веде до загострення соціальної напруженості і викликає необхідність витрачати значну частину ресурсів суспільства для заспокоєння невдоволених. По суті це означає зменшення корисної економічної ефективності суспільства порівняно з потенційно можливою.

В разі зменшення градієнта конкурентності економічна ефективність суспільства різко знижується. Як видно з табл. 3, за величини  $\beta = 0,1$  вона майже в 10 разів менша, ніж за  $\beta=0,5$ , а якщо відбувається подальше зменшення  $\beta$ , — прямує до нуля. Фактично це означає, що суспільство як таке припиняє своє існування і перетворюється на неорганізовану людську популяцію, здатну лише якось підтримувати своє фізіологічне існування. Тому є всі підстави назвати фінал, що відповідає межі  $\beta \rightarrow 0$ , межею «теплової смерті».

Високий рівень градієнта конкурентності визначає можливу економічну ефективність суспільства, але сам по собі ще не гарантує йому багатство. Суспільство стає багатим лише в результаті досить тривалого періоду високої економічної ефективності. Ставши багатим, воно може піти на деяке зниження градієнта конкурентності, подібно до того, як це зробили, наприклад, у скандинавських країнах. Проте досягти загального багатства і добробуту, зберігаючи при цьому низький градієнт конкурентності, не можна: «радянський» соціалізм не

може трансформуватися у «шведський». Не варто тішитися такою надією через наявність спільного терміна.

Нині розмір градієнта конкурентності у різних країнах варіює в межах приблизно від 0,3 до 0,7. Водночас реальний середній дохід у різних країнах світу, від багатих до бідних, різниться в сотні разів. У зв'язку з цим варто ще раз наголосити на відносності обговорюваних понять. Так, в економічно ефективних країнах з високим значенням градієнта конкурентності відносно бідних людей може бути значно більше, ніж у неефективних країнах з низьким рівнем градієнта. Щоправда, за абсолютною величиною доходи цих бідних можуть бути набагато вищими, ніж доходи людей середнього статку в неефективних суспільствах.

Досі ми розглядали властивості функції розподілу, що характеризується постійним значенням градієнта конкурентності в усьому суспільстві (пряма лінія (а) на рис. 1). Можливі, проте, й інші конфігурації функції розподілу. Так, є підстави припустити (хоча через відсутність статистичних даних навряд чи можна це підтвердити), що в колишніх імперіях, де правитель був, по суті, необмеженим володарем усього і всіх, функція розподілу мала вигляд, подібний до кривої (б) на рис. 1 — спочатку дуже крута ділянка, що відповідає правителю та його оточенню, а далі — положистий хід, що відповідає основній масі народу. Подібний же загальний вигляд функції розподілу був властивий колоніям.

Такого ж типу функція розподілу — крута спочатку і положиста наприкінці — формується, очевидно, як певний тимчасовий, проміжний стан у суспільствах, що зазнають швидких політичних або економічних трансформацій.

Нарешті, особливим і надзвичайно показовим випадком формування «двофазної» функції розподілу є «штучні» утворення, які реалізують певні уявлення про ідеальний устрій суспільства. В основі цих уявлень завжди лежить ідея соціальної справедливості, а з неї явно чи неявно, але закономірно випливає вимога мінімізації градієнта конкурентності. Однак це означає не що інше, як прагнення до межі «теплової смерті». Межа ця ніколи не досягалася, але вже самі спроби до неї наблизитися завжди супроводжувалися багатьма мільйонами реальних смертей (СРСР, КНР, Кампучія). Варто нагадати, що суперечливість дилеми *соціальна справедливість — економічна ефективність* була цілком очевидною вже для авторів «Утопії» або «Міста Сонця». Вони і без термодинаміки розуміли, що суспільство загальної рівності буде недієздатним, і передбачали для нього «двофазну» структуру: щасливі і рівні в усьому громадяни — з одного боку, і «ще більш рівна» керівна еліта — з другого. У радянському варіанті ідеального суспільства за останньою закріпилася назва «номенклатура».

Функція розподілу такого типу, як лінія (в) на рис. 1, тобто спочатку положиста, а потім крута, з вірогідністю може свідчити про втрату конкурентного тону вищих, найбагатших верств суспільства. Такий стан не є стійким і має поступово розмиватися за рахунок міграції індивідуумів, чії позиції спочатку були у лівій частині графіка, — у праву його частину, тобто в бік зростання порядкових номерів у рейтингу. Альтернатива цьому — швидка руйнація сталої структури суспільства (соціальна революція).

Для України в її нинішньому становищі бажаний хід еволюції мав би полягати в тому, щоб двофазна структура функції розподілу, наявна в даний час, якнайшвидше трансформувалася в однорідну з досить великим значенням градієнта конкурентності. Тільки досягнувши цього стану і протримавшись у ньому досить довго, країна зможе стати процвітаючою. Такий вихід, проте, аж ніяк не є визначеним наперед. Головною перешкодою тут може виявитися менталітет нації, який сформувався протягом століть перебування у складі високоцентралізованої імперії.

Всупереч загально визнаній догмі, згідно з якою «буття визначає свідомість», маємо нагадати про зворотний ефект. Вплив менталітету нації на спосіб її існування, у тому числі і на її економіку, особливо у критичні періоди історії, буває визначальним. Майбутнє «буття» нації в остаточному підсумку залежить від її нинішнього менталітету. Якщо суспільство не здатне хоча б якоюсь мірою зорієнтуватися ні в просторі (схід — захід), ні в часі (минуле — майбутнє), ні в економічних устремліннях (ринок — державна економіка), ні в політичних ідеалах (демократія — «сильна рука»), якщо в ньому немає стійкого імунітету, аби протистояти хворобам старих часів і причинам, які їх зумовили, якщо суспільство політично інертне і не усвідомлює, що воно саме і тільки воно відповідальне за свою долю, то перспективи такого суспільства посісти гідне місце в сучасному конкурентному світі невеликі.

Водночас залишається цілком імовірним варіант консервації у нас двофазної структури функції розподілу і, відповідно, суспільства в цілому. І найгірше, що це багатьох влаштує: таке становище забезпечить політикам лівого спрямування постійну базу їхнього існування — бідні верстви населення, олігархам — реальну політичну владу, більшості населення — звичну відсутність відповідальності за власну долю і можливість знаходити задоволення в наріканнях на недостатню турботу уряду. І все-таки хочеться сподіватися, що не таким буде шлях України, що вона скористається з об'єктивних можливостей сконструювати своє стабільне і економічно забезпечене майбутнє.

---

© КСЕНЖЕК Октавіан Станіславович. Доктор хімічних наук. Професор Українського державного хіміко-технологічного університету (Дніпропетровськ). 2001.