

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІКИ У ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНИХ СИСТЕМ

*У дослідженні обґрунтовується потреба нелінійного дослідження політико-соціальних систем в межах наявних інститутів і процесів. Досліджуються ентропійні процеси у відкритих та закритих політико-соціальних системах через другий закон термодинаміки. Вказується на взаємозалежність та взаємовплив на ентропію таких факторів, як енергія, інформація, свобода, вибори.*

**Ключові слова:** політика, синергетика, система, термодинаміка.

У контексті дослідження сучасної неklasичної модернізації суспільства надзвичайно актуальним стає синергетичний метод. Саме він розкриває сутність феноменів самоорганізації, нелінійності глобальної еволюції. Функціональні положення теорії саморганізації, яку німецький фізик Г. Хаккен у 1973 р. запропонував назвати синергетикою, викладені в працях І. Пригожина [5, с. 51]. Мета синергетики — виявлення загальних ідей, методів і закономірностей в різних сферах природознавства, соціології, економіці, політології. У синергетиці найважливіші змінні, що описують русло, отримали назву параметрів порядку. Поняття «параметри порядку» було введено в роботі Г. Хаккена [6], щоправда, для описання стабільних моделей колективних процесів. Метою дослідження є утвердження в аналізі моделей політичних систем не тільки класичних підходів соціально-політичних наук, але й теорій, запозичених з природничих наук.

Квантоворелятивістська модель утверджує процес порядку через флуктуацію, де світ уявляється як імпліцитний порядок. Синергетика ж наполягає на плюралістичному характері нашого Всесвіту. Поряд з детермінованими і зворотними процесами існують також і незворотні процеси, де незворотність і випадковість розглядаються не як виключення, а як загальне правило. Тісно пов'язані з відкритістю системи та випадковістю, незворотні процеси створюють нові рівні організації. Іншими словами, світ не просто розвивається, він метаморфозно оновлюється. В оновленні світу є закономірність, суть

якої в тому, що сутнісне оновлення матерії реалізується в деяких напрямках, де серед основних виступають нестационарність, еволюційність, творчість [1, с. 7].

Там де вдається визначити русло, складні системи описуються просто. Проте з часом невизначеності нелінійно нагромаджуються, колективні стани перегруповуються, попередній порядок деградує, енергія колективного стану розсіюється деякою кількістю змінних, необхідних для описання розподілу енергії та матерії, нелінійно зростає — закінчується. Такі ділянки у фазовому просторі отримали назву зон джокерів, а самі правила, за якими починає існувати система, — джокерами. Джокер може бути пов'язаний з точкою біфуркації, коли малі флуктуації, випадковий «шум» можуть визначити перебіг процесу. Методологічний потенціал синергетики в тому, що вона критично переглядає лінійну модель розвитку суспільства. Синергетика спрямована не на існуючі процеси, а на ті, що тільки виникають. Насамперед розглядаються моменти виникнення порядку з хаосу, саме це має значення для сучасного суспільства, стан якого оцінюється як хаотичний, бесплідний динамізм. Синергетика дозволяє побачити світ у незвичайному ракурсі, оскільки за основу беруться відкритість, нелінійність. Виявляється, що складноорганізованим системам не можливо нав'язати шляхи розвитку [2, с. 26].

Системні теорії розглядають об'єкт чи суспільство як цілісну систему. Причому цілісність як система характеризується потрібною взаємозалежністю, а саме взаємозалежністю кожної з її частин, кожної з частин від всієї системи, залежність систем від її частин. В системному аспекті виокремлюють такі динамічні системи (а їх більшість), у яких системні закони та закономірності, чи способи поведінки систем протягом існування системи не змінюються. Прагнення до рівноваги в цих системах є правилом, основою їхнього функціонування. Однак існує певний клас відкритих динамічних систем (достатньо велика кількість), в яких періодично змінюються системні закони та закономірності. Такі динамічні системи називають змінними системами [3]. Основна проблема дослідження змінних динамічних систем — в досягненні розуміння періодично змінних закономірностей та їхньої еволюції. Через такі взаємодії відкритих змінних систем із зовнішнім середовищем вони можуть, як і відкриті динамічні системи, збільшити ступінь своєї організованості і знизити свою ентропію за рахунок ентропії навколишнього середовища. В концепції змінних динамічних систем основою стає їхня нестійкість, а рівновага таких систем є виключенням [4]. В змінних системах періодично коректуються закони поведінки, структура, шляхи

еволюції, внутрішня симетрія, відбувається поділ систем на актуальну та потенційну частини. Зміна стійких станів показує, що об'єкт, система (місто, регіон, держава) тим стійкіші, чим більшими адаптативними можливостями вони володіють, тим більше що перебудова структури чи зв'язки — це енергетично найбільш вигідна адаптативна стратегія. Однак при цьому потребує створення методів управління, нових міжелементних зв'язків, а іноді нових елементів, які завжди вимагають немалих додаткових енергетичних витрат.

Принцип самоорганізації систем свідчить, що рухливій матерії, окрім тенденції до мимовільної деградації (росту ентропії), присутня також тенденція до мимовільної організації в більш складні системи. Відомо, що дискретні множинності, будь-які об'єкти і явища (системи) без виключення містять риси порядку і безладу (хаосу), визначеності та невизначеності, організованості і неорганізованості, а отже, і ентропії. Величина ентропії як кількісної міри невизначеності, непередбачуваності, безладу, хаосу, дезорганізованості ймовірних систем є загальною.

Ентропійний підхід до збільшення та зменшення порядку в системі дозволив сформулювати закономірності ентропійної рівноваги та ентропійного коливання та обґрунтувати виникнення криз та конфліктів від діяльності людини в межах певної системи та інститутів. Впливаючи на природу, людина збільшує чи зменшує в ній порядок. Зміну порядку в системі характеризує ентропія, яка є кількісним показником безладу. При цьому збільшення ентропії відповідає росту безладу (дезорганізованості) в системі, а зменшення — впорядкуванню (організованості) системи. Таким чином, змінюючи порядок в навколишньому середовищі, людство змінює його ентропію. Однак робити це довільно воно не може, адже ентропія підкорюється досить визначеним закономірностям [8].

Для в'яснення суті закономірності ентропійної рівноваги важливим є розуміння ентропії відкритих та закритих систем. Відкриті системи мають складну структуру (біологічні, суспільні, природні), обмінюються із зовнішнім середовищем енергією та інформацією, і за рахунок цього можуть змінювати свою структуру і відповідно зменшувати ентропію (міра невизначеності, неорганізованості) системи. Прикладом служить розвиток людського суспільства. Існування процесів зі зменшенням ентропії системи не суперечить другому закону термодинаміки, оскільки всі вони існують у відкритих системах, які отримують ззовні запас енергії, інформації, що підтримують їхній розвиток і зміни в них. Слід зауважити, що зменшення ентропії у відкритих системах (ріст організованості,

визначеності, порядку) покривається ростом ентропії в навколишньому середовищі. За будь-якої зміни стану відкритої системи зміну її ентропії  $\Delta E$  можна розкласти на дві складові:

$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2,$$

де  $\Delta E_1$  — зміна ентропії системи за рахунок обміну енергією, інформацією даної системи з навколишнім середовищем, а  $\Delta E_2$  є зміною ентропії в результаті процесів, що відбуваються всередині самої системи без впливу зовнішнього середовища. Якщо зміна  $\Delta E_1$  вимушена і спрямована (природним чи штучним способом) в бік нерівноваги, і зменшення ентропії за рахунок зростання ентропії навколишнього середовища створює нові можливості для системи, то зміна  $\Delta E_2$  мимовільна і завжди скерована до рівноваги. Для незворотних процесів завжди  $\Delta E_2 \geq 0$ , а для зворотних процесів  $\Delta E_2 \leq 0$ .

Для закритих, або ізольованих систем, які в силу своєї закритості не обмінюються енергією чи інформацією, виконуються умови  $\Delta E_1 = 0$ ,  $\Delta E = \Delta E_1 \geq 0$ , яка показує, що ентропія закритих систем, на відміну від відкритих систем, не може зменшуватись, а розвиватись тільки у бік збільшення. Тому незворотність змін закритих систем є поступовим руйнуванням початкової структури цих систем за рахунок наростання в них невизначеності та хаосу, які виникають через збільшення ентропії.

Оскільки в силу другого закону термодинаміки для будь-якої, в тому числі відкритої системи, має місце  $\Delta E_2 \geq 0$ , то загальне зменшення ентропії відкритих систем можливе лише за рахунок складової  $\Delta E_1$ . В такому випадку має місце  $\Delta E_1 < 0$ . Тільки за даної умови відкриті системи можуть зменшувати свою ентропію і збільшувати свою організованість за рахунок росту ентропії навколишнього середовища чи інших систем з якими взаємодіють. Для підвищення міри організованості відкриті системи повинні обов'язково бути неврівноваженими. В неврівноважених системах  $E < E_{\max}$ , і неврівноважені системи більш організовані, ніж врівноважені.

Таким чином, основна проблема, пов'язана з вивченням динамічних систем в широкому розумінні слова, полягає в досягненні розуміння закономірностей їхньої еволюції. Найбільш проста закономірність еволюції ізольованих (закритих) систем, які не обмінюються із середовищем ні енергією, ні інформацією. Згідно з другим законом термодинаміки в цих системах можуть відбуватися лише такі процеси, в яких ентропія (ступінь неорганізованості, безладу системи) не зменшується, а зростає з часом, і тому зміна їхніх структур

може відбуватися лише в бік руйнування, їхній кінцевий стан — стійка рівновага з максимальною ентропією.

У відкритих системах, які обмінюються із середовищем енергією та інформацією, другий закон термодинаміки виповнюється так само строго, як і в ізольованих системах, але при цьому завдяки взаємодії із зовнішнім середовищем відкриті системи можуть підвищити міру своєї організованості за рахунок росту ентропії зовнішнього середовища. Їхня поведінка поліваріативна, і еволюція відкритих систем не обов'язково спрямована в бік термодинамічної рівноваги, а може відбуватися різними шляхами. Присутні в них нестійкість, невірноваженість і наявність критичних значень параметрів, роблять їхню поведінку невизначеною і породжують історію розвитку, в якій минуле впливає на майбутню поведінку системи.

У відкритих системах закони термодинаміки проявляються в діалектичній єдності: розсіювання енергії такою системою у вигляді випромінювання приводить до росту ентропії всієї системи, в той час як зниження внутрішньої енергії системи, обумовлене втратою енергії при випромінюванні, веде до зменшення ентропії. Це справедливо для таких об'єктів, як атом, зоряна система, а також близьким аналогом є соціальна система. Для останніх справедлива теорема Е. Шредінгера — «живий організм житиметься негативною ентропією». Негативна ентропія, у порівнянні з позитивною, є функція стану, що вимірює впорядкованість системи. Якщо отримувана ентропія менше віддається в навколишнє середовище, значить організм поступається більшою часткою неупорядкованості, ніж кількістю впорядкованості, одержуваної з навколишнього середовища. Негативний знак ентропії є різниця між одержуваною і відданою ентропією:

$$d_e S - d_i S = -S, \text{ якщо } d_i S \geq d_e S,$$

де  $d_i S$  — зовнішня ентропія;  $d_e S$  — внутрішня ентропія. Вказана різниця вважається ступенем впорядкованості, що показує квантум неупорядкованості, котрої позбувся організм [10]. Тобто сумарна ентропія системи «біологічний об'єкт-зовнішнє середовище» зростає, отже, хаос, що створюється живим, перевищує досягнену з життєдіяльністю впорядкованість.

Соціальна система є продовженням багатоклітинного організму. Вона виникає в умовах, котрі не дозволяють окремому організму вижити поодиночі. Ускладнення соціальної структури дозволяє ефективно експлуатувати зовнішнє середовище і створювати основу для технічного прогресу. Соціальна система на стадії цивілізації є аналогічною багатоклітинному організмові. Накопичення енергії,

інформації веде до кількісного росту системи (ріст чисельності населення). Це приводить до збільшення ентропії, зменшення питомого вхідного потоку і погіршення умов управління соціальними процесами. Зниження питомого потоку веде до зниження температури і стимулює процеси ускладнення соціальної системи, компенсуючи ріст ентропії, обумовленої ростом чисельності населення. Однак з деякого моменту наступне ускладнення системи стає неможливим.

На стадії росту цивілізації збільшення ентропії компенсується потоком інформації із зовнішнього середовища (яке при цьому руйнується). Коли екстенсивний розвиток стає неможливим (через обмеження засобів управління або через протидію конкурентних спільнот, або через обмеження можливостей самого середовища), приріст ентропії не може бути компенсований збільшенням вхідного потоку інформації [7, с. 145]. Але підсистеми вищого рівня системної складності, які управляються організацією і розподілом вхідного потоку, продовжують жити за рахунок підсистем нижнього рівня.

В будь-якій предметній чи суспільній системі існує певний рівень її організованості, який називається критичним. Якщо система організована нижче даного рівня, то в системі переважають процеси впорядкування, якщо вище — переважають процеси дезорганізації. На власне критичному рівні, який іноді називають рівнем ентропійного балансу, процеси впорядкування і дезорганізації врівноважують один одного, і система набуває стаціонарного стану.

В стані «теплової смерті» ентропія системи дорівнює нулю, тому що жодних змін вже не відбувається. Ентропія — це своєрідна міра свободи. Чим більше у системи можливих станів і чим більша невизначеність, тим вища ентропія. Однак нульова ентропія всієї системи у випадку «нульової смерті» поєднується з максимальною термодинамічною ентропією, яка достатньо сильно відрізняється від загальної ентропії в першу чергу тим, що характеризує ентропію атомів, що утворюють систему. Тобто висока ентропія на мікрорівні системи може поєднуватися з низькою ентропією на макрорівні. Так, ентропія окремих громадян може бути достатньо високою, але за відсутності зв'язків між ними, чіткої ієрархії і підкорення держава в цілому буде перебувати тільки в такому аморфному стані без здатності самій змінитися, ні змінити що-небудь. Отже, для успішного розвитку системи вона повинна володіти високою ентропією на всіх рівнях.

Прийнято вважати, що при переході від хаосу до складної структури ентропія мікрорівня зменшується, оскільки на елементи, що утворюють систему, накладаються додаткові обмеження. Саме так відбувається в рамках певного інституту як окремої складової системи.

Ентропія кожного мікроелемента системи дорівнює сумі його ентропій всіх інститутів. Тому якщо ускладнення структури пов'язане з появою нових функцій (структур), то ентропія на мікрорівні буде збільшуватись і в кінцевому підсумку перевищить те, що було в стані хаосу. Для особи в межах системи відкривається нескінченно велике число можливостей для розвитку та самореалізації. Такі можливості існують завдяки забезпеченості всім необхідним для життя, що обумовлено високою ентропією системи на макрорівні і наявністю в суспільстві численних інститутів, що збільшує ентропію на рівні окремих громадян, у порівнянні з хаосом і анархією.

Отож, ентропія всієї системи, на макрорівні, дорівнює сумі ентропій всіх її інститутів. Тому чим більше інститутів і чим вища їх ентропія, тим вищою є ентропія всієї системи. Спеціальні структури дозволяють передавати ентропію з більш нижчого рівня на більш вищий.

Піднімаючи питання держави, для забезпечення максимальної ентропії, в кожний момент часу кожен інститут повинен управлятися однією особою. Ці особи повинні та зобов'язані, знову ж таки для підвищення ентропії, переобиратися, перепризначатися, радитися з іншими, враховуючи різноманітні думки, але у них повинна бути можливість прийняти рішення, яке буде виконано і яке приведе до змін в якому-небудь інституті. За відсутності відповідних структур рішення може бути прийняте до реалізації тільки при згоді всіх громадян, що є практично неможливо, і тоді держава опиняється в стані «теплової смерті», яка робить її беззахисною перед зовнішніми загрозами із середовища.

Можемо стверджувати, що ріст ентропії та свободи на всіх рівнях є метою еволюції. Чим менша ентропія всієї системи, тим гірше вона протистоїть викликам зовнішнього середовища, тим менше шансів у неї залишитися незруйнованою. Таким чином, природний відбір відсіює системи з низькою ентропією на макрорівні. Виходячи з цього можна стверджувати, що суспільство повинне створити механізм передачі ентропії по рівнях [9].

Схожий механізм можна запропонувати і для політичної системи. Розвиток інформаційних структур і політичних технологій, популізм дають можливість некомпетентним в управлінні особам впливати на рівень управління всією країною. Це приводить до невиправданих рішень і коливання довіри, і саме тут потрібен механізм, який забезпечує збільшення ентропії спочатку на вищому, а потім і на нижчому рівнях.

Ентропія — це міра можливих змін, відповідно, чим вища ентропія системи, тим швидше вона еволюціонує, і одночасно еволюція — це і є ріст ентропії. Тобто чим вища ентропія, тим швидше вона збільшується, тому в цілому еволюція носить прискорений характер. Однією з найважливіших властивостей ентропії є те, що з її допомогою можна оцінювати різноманітні ситуації, в тому числі політичні, соціальні, економічні, і найважливіше — можна побачити їхні динамічні характеристики. Ентропія може показати необхідну кількість інформації для прийняття важливих політичних рішень.

Запропонований в дослідженні підхід до проблем стійкості розвитку політичних систем, цивілізації, політичних інститутів дозволяє уявити закономірності їхнього розвитку як прояв дії фундаментальних систем — законів термодинаміки. Така дія проявляється в діалектичній єдності, що відображає властивість системності сукупності об'єктів. Власне, руйнування соціально-політичних систем відбувається через збільшення ентропії підсистем нижчого системного рівня.

### Література

1. Бакаленко Е. А. К проблеме соотношения познания и творчества / Е. А. Бакаленко // Вісник Харківського університету. Серія: теорія культури і філософія науки. — Харків, 1998. — №400/2. — С. 6–8.
2. Габрінець В. Ефект синергетичної моделі розвитку рівня відкритості суспільної системи / В. Габрінець, С. Кіян // Актуальні проблеми державного управління. Збірник наукових праць. — 2007. — Вип. 4 (30). — Дніпропетровськ : ДРІДУ НАДУ. — С. 25–35.
3. Костюк В. Н. Изменяющиеся системы [Текст] / В. Н. Костюк. — Рос. акад. наук. ВНИИ систем. исслед. — М. : Наука, 1993. — 344 с.
4. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами / И. В. Прангишвили ; Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова. — М. : Наука, 2003. — 428 с.
5. Пригожин И. Философия нестабильности / И. Пригожин // Вопросы философии. — 1991. — № 6. — С. 50–58.
6. Хаккен Г. Синергетика / Г. Хаккен. — М. : Мир, 1980. — 404 с.
7. Черный Г. П. Биофизическая модель устойчивого развития цивилизации / Г. П. Черный // Общественные науки и современность. — 1998. — № 3. — С. 143–148.
8. Шаповалов В. И. Энтропийный мир / В. И. Шаповалов. — Волгоград : Перемена, 1995. — 91 с.
9. Швец А. Можно ли предотвратить мировой системный кризис? [Електронний ресурс] / А. Швец // Режим доступу до тексту : [www.shvetsandrey.narod.ru/kriz.doc](http://www.shvetsandrey.narod.ru/kriz.doc)
10. Шредингер Э. Что такое жизнь? (С точки зрения физика) / Э. Шредингер. — М. : Атомиздат, 1972. — 88 с.



В исследовании указывается на необходимость нелинейного исследования политико-социальных систем в пределах имеющихся институтов и процессов. Исследуются энтропийные процессы в открытых и закрытых политико-социальных системах в контексте второго закона термодинамики. Указывается на взаимозависимость и взаимовлияние на энтропию таких факторов, как энергия, информация, свобода, выборы.

**Ключевые слова:** политика, синергетика, система, термодинамика.

*The study substantiates the need for nonlinear studies political and social systems within existing institutions and processes is justified in the research work. Entropy processes in open and closed political and social systems through the second law of thermodynamics are studied. Highlights the interdependence and mutual influence on Entropy such factors as energy, information, freedom, elections.*

**Key words:** politics, synergetics, system, thermodynamics.

**Мислюк Юлія Василівна** — викладач кафедри політології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, кандидат політичних наук.

Рецензент: проф. Барановський Ф. В.