І. ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

УДК 658.5:330.115:681.5

ПРОБЛЕМА АНАЛІЗУ, МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ РОЗВИТКУ ГІПЕРСИСТЕМ ТИПУ «МАЙДАН»: ДЕЯКІ ЗАГАЛЬНІ МІРКУВАННЯ*

С. К. РАМАЗАНОВ, доктор технічних наук, доктор економічних наук
(Східноукраїнський національний університет
імені Володимира Даля, м. Сєверодонецьк)

Анотація. *У статті вперше представлені деякі попередні міркування для аналізу й моделювання соціально-політичної ситуації глибокої кризи на основі гіперсистеми типу «Майдан». Показана можливість використання ентропійного підходу, наведений один загальний підхід до побудови інтегральної нелінійної динамічної моделі взаємодій у складній багатоагентній системі типу «Майдан» на базі загального логістичного рівняння і його приватні варіанти.*

Ключові слова: *гіперсистема, «Майдан», моделювання, прогноз, розвиток, ентропія, соціальний атрактор, кодрат'єйські хвилі, цикли, криза, хаос, нестійкість, синергетика, нелінійна динаміка, логістичне рівнянням.*

Життєвий цикл гіперсистеми типу «Майдан». Інформація про життєвий цикл (ЖЦ) соціальної системи вносить у хаотичне багатоманіття структур, які спостерігаються в історичній емпіриці, елемент розвитку, еволюції. Модель еволюційного циклу, внаслідок якого відбувається збільшення структурної складності системи, має численні когнітивні проблеми, пов'язані з необхідністю концептуалізації складного конгломерату рушійних сил, механізмів і внутрішньої ритміки розглянутих процесів. Проте практично будь-які системи певного ступеня складності мають здатність еволюціонувати, при цьому більші соціальні системи виявляються багаторівневими в еволюційному сенсі. Саме потреба описати процеси розвитку складних соціальних систем і зумовлює використання таких категорій, як цикли, хвилі й ритми. Властиві складним системам, що еволюціонують, коливальні (тобто описувані в рамках циклічно-хвильової парадигми) процеси – це, швидше, закономірність, ніж виняток. Цю закономірність ще недостатньо осмислили дослідники соціально-політичної динаміки, але цілком тривіальна для їх колег біологів [10].

* Початок див.: Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – 2014. – № 5 (67).

При цьому необхідною умовою еволюційного ускладнення є фазова диференціація, що задає й регулює «зміну вектора руху».

Проблема трансформації, зміни, наступності, народження й смерті структур історії, структур суспільства, його господарства й політики виявляється безпосередньою фундаментальною підставою еволюційного циклічно-хвильового підходу. У зв'язку із цим варто звернути увагу на хибність антиномії, що нерідко підкреслюється, «структура – еволюція», що скасовується в рамках вистави про еволюційні стадії розвитку.

Потреби вивчення еволюційної наступності розвитку соціально-політичних систем (а також глобальної економіки, що втілене в концепції еволюції Світового ринку), так само як і дослідження природи, умов формування й еволюційних наслідків, що здобуваються цими системами, якостей динамічної синхронізації і структурної корельованості, спонукують порушити питання про необхідність переходу на «гіперсистемний» рівень аналізу динаміки соціального розвитку. Це припускає погоджене включення в простір наукового аналізу всієї послідовності, зміну структури світоустрою, що еволюціонує, призводить до чергових «життєвих циклів», окрім тих, що формують його соціальні системи, і до появи цілісної сукупності «еволюційних циклів» глобальної історії [11–14].

У межах цих глобальних, «гіперсистемних» еволюційних циклів також виявляється виразна фазова диференціація: фаза стійкого «світового порядку», зумовленого домінуванням тих або тих глобальних лідерів і властивих їм структур і інститутів, чергується із фазою «глобальних змін», кардинальної зміни структур і інститутів, коли «порядок» на певний час поступається місцем «хаосу». Подібно до того, як фаза «порядку» забезпечує нагромадження ресурсів і створення передумов для наступної трансформації й ускладнення всієї системи, фаза «хаосу» готує ресурси й передумови нового структурно-інституціонального впорядкування. Ідея глибокої, сутнісної конструктивності (з погляду результуючого розвитку) кожної з фаз еволюційного процесу, їх своєрідної структурно-функціональної «рівноправності» у загальній конструкції еволюційного циклу заслуговує, безумовно, на особливу увагу.

Життєвий цикл певної системи (або будь-якого інституціонального порядку) одночасно є еволюційним циклом, у якому ця система є невід'ємним елементом еволюційного процесу більш високого рівня, у ході якого відбувається формування відповідної моделі, що породжує розгортання цієї системи від ініціації до самовичерпання, а результатом є підвищення еволюційної складності «гіперсистеми» [11–14, 17–20].

Загалом, життєві цикли різних соціально-політичних систем із «гіперсистемних» позицій сприяють постановці питання про циклічний механізм послідовних змін фаз у соціально-політичному й соціально-економічному розвитку. При цьому помітимо, що еволюція в кризовій зоні завжди не стаціонарна й не рівноважна. Еволюція – процес багатомірний і не лінійний: еволюція в одних осях може мати інші закономірності, а в інших – різні підсистеми можуть еволюціонувати з різною швидкістю, можуть впливати на еволюцію одна одної, прискорюючи або уповільнюючи її. Еволюція соціуму, загалом, не є рівноважною і лінійною раз і назавжди.

Синергетичне моделювання СПЕЕГ процесів на основі загального логістичного рівняння. Розглянемо один загальний і важливий підхід побудови інтегральної динамічної моделі взаємодій (взаємин) складної багатоагентної (багатосуб'єктної) системи типу «Майдан» для опису нелінійної еволюції [1, 3]:

$$\frac{dN}{dt} = A \cdot N_1(t) \cdot N_2(t) \cdot \ldots \cdot N_k(t), \qquad (8)$$

де N – сумарний (інтегральний, комплексний) ефект усіх потоків (інформаційних, комунікаційних, фінансових, енергетичних, матеріальних, транспортних тощо);

A – загальний масштабний (що нормує) коефіцієнт;

$N_1, N_2, \ldots, N_k$ – величини ефектів потоків окремих агентів (індивідуумів, елементів, підсистем і т. п.), причому динаміка для кожного N_i описується логістичним рівнянням (модель Ферхюльста):

$$\dot{N}_i(t) = a_i N_i(t)\left(N_i^0 - N_i(t)\right)/N_i^0,$$

$$i = 1,\ldots,k,\ N_i(t_0) = N_{i0}, \tag{9}$$

де $N_i^0, N_i(t)$ – максимально (гранично) можливе й поточне значення досліджуваної i-ї величини, причому N_i^0 не залежить від часу, тобто N_i^0 – максимальний ресурс;

$\{a_i\}$ – позитивні коефіцієнти.

Тоді (8) і (9) можна також представити у вигляді:

$$N_i(t) = a_i \int_{t_0}^{t} N_i(t)\left(N_i^0 - N_i(t)\right)/N_i^0 dt + N_i(t_0),$$

$$i = 1,\ldots,k,\ N_i(t_0) = N_{i0},$$

$$N(t) = \prod_{i=1}^{k} a_i \int_{t_0}^{t} N_i(t)\left(N_i^0 - N_i(t)\right)/N_i^0 dt + N(t_0),$$

$$N(t_0) = N_0. \tag{10}$$

Відзначимо, що рівняння (9) описує всі етапи й фази еволюції (життєвий цикл) – від кризи й турбулентного (хаотичного) стану, через ріст і позитивну динаміку до сталого розвитку.

Помітимо також, що логістичне рівняння (9) є універсальною моделлю розвитку багатьох складних процесів і систем, і саме це дозволяє прогнозувати процеси [12–14, 18–20]. Моделі (8)–(10) задовольняють один із важливих принципів системної і нелінійної динаміки, а саме принцип синергії або когерентності [1], тобто $\dot{X} = \alpha F_1 \cdot F_2 \cdot \ldots \cdot F_k$.

Динаміка всіх процесів розвитку будь-якої складної системи в загальному вигляді можна описати логістичною кривою, обумовленою диференціальним рівнянням виду (9) або (10), тобто

$$\frac{dx}{dt} = \alpha(x - k_1)(k_2 - x), \tag{11}$$

де t – параметр, що виражає, загалом, сукупні витрати суспільства на розвиток (це можуть бути витрати часу, енергії або абстрактної суспільної праці, вираженої у вартісній формі);

$x(t)$ – системно значимий результат, досягнутий на цьому етапі розвитку системи;

α – позитивна постійна (параметр «масштабу»);

k_1 і k_2 – позитивні константи, що обмежують (відповідно знизу й згори) значимий результат функціонування цієї системи. При цьому k_1 – це нижня границя $x(t)$, що виражає вихідні, стартові, гранично низькі можливості системи, а k_2 – її системна межа, що характеризує максимально високі її можливості.

Зауважимо, що $x(t)$ являє собою функцію, що монотонно росте по всій області її визначення. Той факт, що перша похідна (швидкість росту) величини у, згідно з рівнянням (11), прямо пропорційна відриву цієї величини від її стартових можливостей, означає, що $x(t)$ росте тим швидше, чим більший цей відрив. З іншого боку, пропорційність першої похідної значенню (k_2–x) означає уповільнення росту величини $x(t)$ в міру наближення її до своєї технологічної межі, тобто відбувається процес «насичення».

Логістичну (S-подібну) криву, що описує життєвий цикл (ЖЦ) цієї системи (рис. 1), можна розглядати як модель динаміки різних кумулятивних величин і процесів, таких, які здатні акумулюватися, накопичуватися й у кожний момент часу утворюють деяку ємність, так що швидкість подальшого росту таких величин пропорційна вже наявному їх значенню. Логістичні криві описують кумулятивний ріст із насиченням, що означає, що величина, яка накопичується, має верхню межу, у міру наближення до якої її ріст уповільнюється. До того ж, цими величинами описується

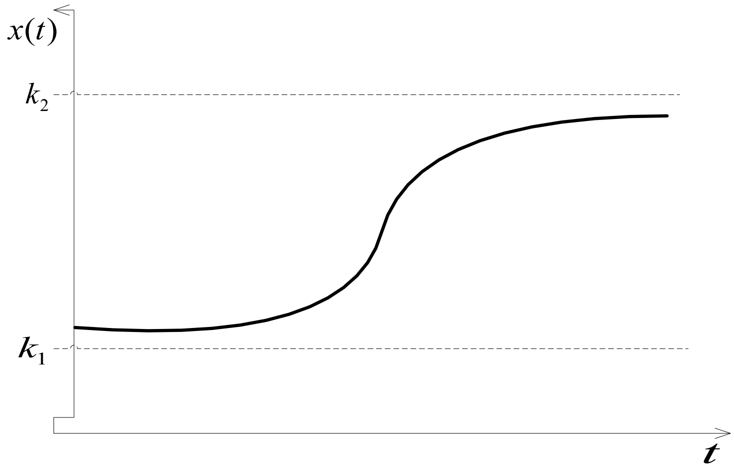

Рис. 1. Логістична крив

не тільки динаміка окремих підсистем, але й соціально-політичний і економічний розвиток суспільства загалом.

Моделі у вигляді інтегро-диференціального рівняння є кількісним вираженням чинності закону взаємного переходу кількісних і якісних змін стосовно до процесів суспільно-політичного розвитку. Логістичному закону підкоряється динаміка численних кумулятивних процесів і систем, що протікають не тільки в природі, але й у суспільстві. Наприклад, таким процесом є інноваційні технології.

Час від часу в суспільстві відбуваються процеси зміни політичної й інституціональної кон'юнктури (інституцій) і порядку на основі інноваційних політтехнологій, тобто відбувається «заміщення» і зміна пануючого порядку на новий порядок, відповідно до якого проводиться основна частина всіх перетворень, трансформацій і реформ. Витиснення й заміна старого порядку й інституцій на більш прогресивний порядок є революційним стрибком. Процес заміщення й зміни існуючого порядку, динаміка кожного з яких виражається логістичною кривою, схематично зображений на рис. 2 [11, 13, 14].

Для практичних розрахунків періодом соціально-політичного й технологічного розри-

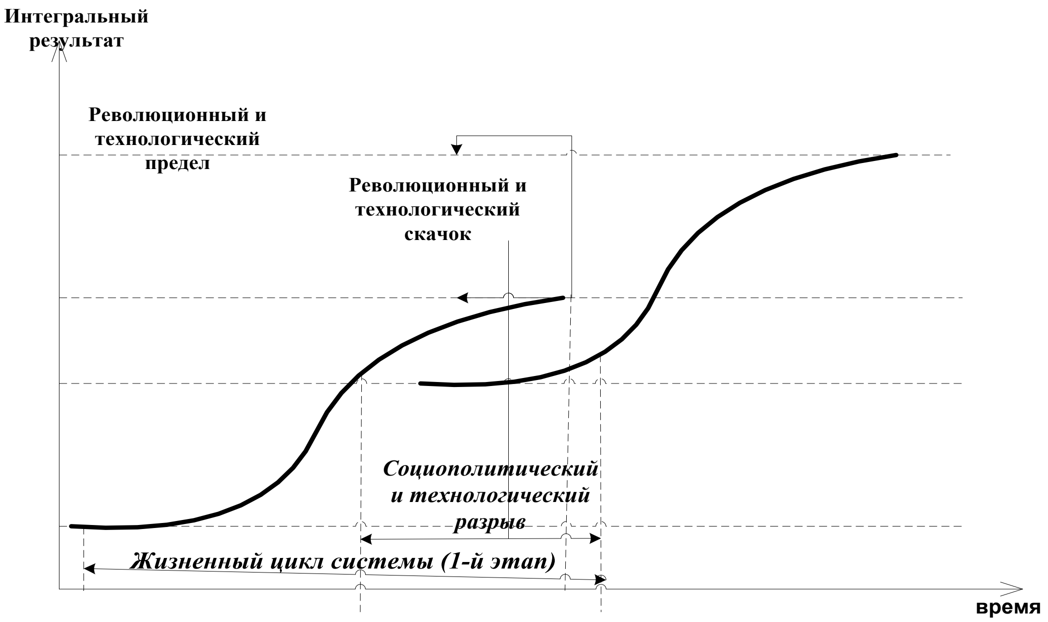

Рис. 2. Циклічний розвиток СПЕЕГ процесів

ву можна вважати, як це показано на рисунку, час між найближчими одна до одної точками локального максимуму кривизни двох сусідніх логістичних кривих.

Рисунки 1 і 2 мають більш загальне значення, це ілюстрації до процесу розвитку окремих підсистем або до їх життєвих циклів. Загалом, розвиток усіх соціально-політичних, еколого-економічних і гуманітарних (СПЕЕГ) процесів суспільства (і на локальному, і на глобальному рівні) з'являється як кумулятивний процес, динаміка якого підкоряється логістичному закону.

Розвиток усієї соціально-політичної системи й усіх СПЕЕГ процесів утворює ланцюг ЖЦ (рис. 3), де розвиток представлений як два підйоми, дві висхідні хвилі.

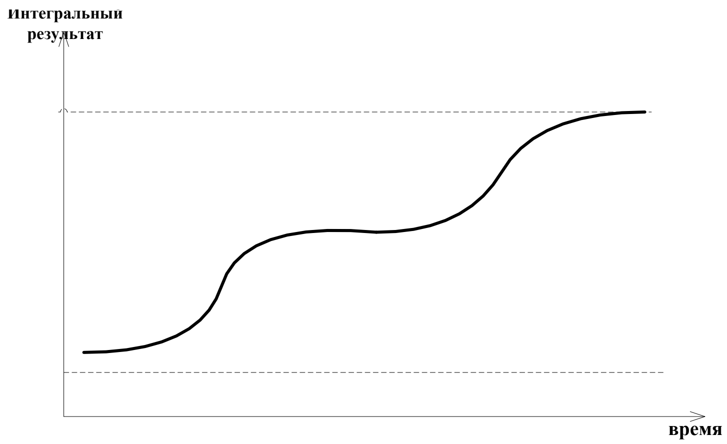

Рис. 3. Еволюція СПЕЕГ процесів і ланцюг їх життєвого циклу

Перша хвиля припадає на початок розвитку й обумовлена внутрішніми причинами, викликаними закономірностями й пропозиціями нових політтехнологій і інновацій; цей етап розвитку прокладає собі дорогу в нове соціально-економічне й політичне середовище [13].

Другий підйом припадає на початок другої половини його життєвого циклу, коли економічні відносини в суспільстві вже трансформувалися в достатній мірі, щоб сприйняти технологічні нововведення, пропоновані цим етапом. Цей підйом обумовлений не технологічними, а економічними причинами, зовнішніми стосовно розвитку технологічної основи економіки й виражає готовність суспільства до впровадження відповідних інновацій і до закономірного зростання суспільного попиту на них.

Останнім часом з'явилося розуміння особливої ролі хаосу в самоорганізації різних процесів і явищ. Було усвідомлено, що хаос не тільки не заважає, а, швидше, є неодмінною умовою працездатності складних систем, таких, наприклад, як людський мозок. Тільки завдяки наявності хаотичного атрактора, що містить, як правило, нескінченну кількість нестійких періодичних траєкторій (циклів), можна добитися якісної зміни динаміки системи (переходячи з околиці одного циклу в околицю іншого) використовуючи малі збурювання системних параметрів.

Динамічна модель розвитку складної системи, що складається з n підсистем $S_1,\ldots,S_n$, з деякою точністю можна представити у вигляді такої системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} dX_1/dt = \alpha_1 X_1 + \gamma_{12} X_1 X_2 + \ldots + \gamma_{1n} X_1 X_n + \beta_1 X_1^2, \\ dX_2/dt = \alpha_2 X_2 + \gamma_{21} X_2 X_1 + \ldots + \gamma_{2n} X_2 X_n + \beta_2 X_2^2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ dX_n/dt = \alpha_n X_n + \gamma_{n1} X_n X_1 + \ldots + \gamma_{n(n-1)} X_n X_{n-1} + \beta_n X_n^2. \end{cases} \tag{12}$$

У системі (12) можна виокремити різні за характером поведінки в часі розв'язку (моди) x_i. Найбільший внесок у розв'язки будуть робити лінійні члени з коефіцієнтами α_i. Частина цих змінних із досить великими негативними α_i будуть визначати незатухаючі моди. Тому всі підсистеми, зумовлені диференціальними рівняннями в складній (багатомірної) системі, наведеної вище, можна розділити на дві групи: $i = 1, 2, \ldots, m$ – стійкі (загасаючі) моди; $i = m+1, m+2, \ldots, n$ – нестійкі (незатухаючі) моди.

Очевидно, що при тривалому спостереженні системи модами $i = 1, 2, \ldots, m$ можна знехтувати й зберегти лише $i = m+1, m+2, \ldots, n$. Тоді можна стверджувати про підпорядкування мод із індексами $i = 1, 2, \ldots, m$ модам із індексами $i = m+1, m+2, \ldots, n$. Отже, змінні $X_1, \ldots, X_m$ – «швидкі» змінні, а $X_{m+1}, \ldots, X_n$ – «повільні» змінні. Отже, параметри $\alpha_{m+1}, \alpha_{m+2}, \ldots, \alpha_n$ можна вважати керуючими параметрами – параметрами порядку. Самоорганізація в системі буде відбуватися саме при зміні цих параметрів порядку. Структури самоорганізації будуть виникати за рахунок взаємодії мод $X_{m+1}, \ldots, X_n$ (сильних мод). Найбільш сильні моди при взаємодії можуть пригнічувати слабкі моди; створюється своєрідна конкуренція мод у системі, що розбудовується, у синергетичній моделі системи, що розбудовується, процес самоорганізації розглядається як конкуренція мод. Для дослідження процесів самоорганізації, що виникають у системі (12), застосовують принципи підпорядкування.

З метою дослідження соціально-політичних, економічних, екологічних і гуманітарних процесів і систем, а також керування ними важливо вміти виокремлювати невелику кількість параметрів порядку, що визначають їх динаміку, і виявляти взаємозв'язки між ними, тобто потрібний глибокий системний аналіз і синтез.

Серед усієї безлічі запропонованих у науковій літературі нелінійних моделей динаміки складних процесів із хаотичною поведінкою можна виокремити такі найбільш відомі аналоги логістичного рівняння [1, 13, 14].

Узагальнене логістичне рівняння [13]. Процес заміщення й зміни існуючого порядку здійснюється за законом, який математично описується узагальненою логістичною кривою – $x(t)$. Ця функція задовольняє диференціальне рівняння при фіксованих константах k_1 і k_2 ($k_2 > k_1 > 0$) межі, що характерні для цього етапу розвитку, отже, при всіх t виконується умова: $k_1 < x(t) < k_2$. Тоді узагальнене детерміноване логістичне рівняння можна представити у такому вигляді:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \alpha(t)\big(x(t) - k_1\big)\big(k_2 - x(t)\big).$$

Розв'язком цього рівняння є функція (13):

$$x(t) = k_1 + \frac{(k_2 - k_1)\Lambda(t)}{\Lambda(t) + \beta}. \qquad (13)$$

при довільному ß > 0, де

$$\Lambda(t) = \exp\left[(k_2 - k_1)\int_{t_0}^{t} \alpha(\tau)d\tau\right].$$

У розглянутій моделі час спливає не лінійно, а в деякому сенсі пропорційно функції $\alpha(t)$. Важливо відзначити, що функція $x(t)$ суттєво залежить від функції $\alpha(t)$. Найпростіший випадок $\alpha(t) = \alpha_0 = \text{const}$ приводить до моделі технологічного зрушення Фішера – Прая, яку вперше розглянув М. Д. Кондрат'єв [4]. Чим менше функція $\alpha(t)$ нагадує константу, тим більше нелінійно розбудовуються події, описувані цією моделлю.

У деяких випадках як $\alpha(t)$ слід розглядати функцію типу імпульс, пік якого припадає на деякий момент часу $t_1 > t^*$. Наприклад, функція виду $\alpha(t) = \alpha_0 / \left\lfloor (t - t^*) + \gamma \right\rfloor$ при α_0, $\gamma > 0$. Функція $\alpha(t)$ добре узгодиться з гіпотезою про «подвійну» хвилю заміщення технологічних укладів.

Узагальнена логістична крива з довільною кількістю точок перегину можна розглядати як модель процесів навчання й адаптації складних динамічних систем [13, 14], у яких періоди еволюційного, поступового й революційного, стрибкоподібного розвитку періодично змінюють один одного. При цьому хвилеподібні коливання накладаються на поступальний тренд, так що, загалом, розвиток таких систем з'являється як поступально-циклічний процес.

Просторова модель (3-мірний випадок):

$$\frac{\partial x_i}{\partial t} = d_i x_i \left(1 - \frac{x_i}{x_i^{\cdot}}\right) + D_i \nabla_r^2 x_i \left(t / r\right); r = \left(r_1, r_2, r_3\right).$$

Мультиплікативно-адитивна стохастична (МАС) модель нелінійної динаміки – узагальнене логістичне стохастичне рівняння:

$$\dot{x}_{ti} = \xi_{ti} x_{ti} \left[d_i - \beta_i x_{ti} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} \gamma_{ij} x_{ti} \right] + D_i \nabla_r^2 x_{ti} + \eta_{ti}, i = \overline{1, n}.$$

МАС модель нелінійної динаміки з керуванням:

$$x_{ti} = \xi_{ti} x_{ti} \left[d_i - \beta_i x_{ti} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} \gamma_{ij} x_{ti} \right] + D_i \nabla_r^2 x_{ti} + \eta_{ti} + u_{ti},$$

де $\{\beta_i\}, \{\gamma_{ij}\}$ – безліч контрольованих параметрів;

u_{ti} – керуючі змінні, причому $u \in U$;

$\{\xi_{ti}\}, \{\eta_{ti}\}$ – мультиплікативні й адитивні стохастичні процеси із заданими імовірнісними характеристиками.

Для нестаціонарної нелінійної моделі на основі МАС потрібно також урахувати залежності: $\beta_i = \beta_i(t), \gamma_{ij} = \gamma_{ij}(t)$.

Моделі соціально-політичного й еколого-економічного управління, які знаходяться під дією стохастичних впливів, повинні відбивати ступінь, із якого ці ендогенні й екзогенні сили можуть вплинути на кінцеві результати моделювання. Узагальнену динамічну нелінійну модель можна представити у вигляді *мультиплікативно-адитивної стохастичної моделі з розподіленими змінними та з хаотичною поведінкою,* тобто [1]:

$$\dot{x}_i = \left[\xi_i(t) x_i(r,t) \left(1 - \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij}(t) x_j(r,t) \right) + \sum_{l=1}^{3} d_{il} \frac{\partial^2 x_i(r,t)}{\partial r_l^2} + w_i(t) \right] + u_i(t), i = 1, \ldots, n, \quad (14)$$

де $x_i = x_i(r,t)$ – координати вектора стану, $i = 1, 2, \ldots, n, r = (r_1, r_2, r_3)$ – вектор просторового розподілу;

$\xi_i(t)$ и $w_i(t)$ – стохастичний вплив, із заданими ймовірнісними характеристиками, причому $\xi_i(t)$ може відігравати роль «малого» мультиплікативного керуючого впливу для контролю хаотичної поведінки системи;

$a_{ij}(t)$ – екзогенні змінні (параметри), що визначають нестаціонарний вплив зовнішнього середовища на цю систему;

d_{il} – коефіцієнти дифузії;

u_i – зовнішні керуючі впливи, причому $u_i \in U_i$, де U_i – область припустимих керувань. Дискретну модель еволюції системи, що складається з багатьох взаємодіючих підсистем (наприклад, фірм, підприємств), що відповідає (3), можна представити як такий ітераційний процес:

$$x_i(k+1)=\left[\xi(k)x_i(k)\left(1-\sum_{j=1}^{n}a_{ij}(k)x_j(k)\right)+\sum_{l=1}^{3}d_{il}\frac{\partial^2 x_i(k)}{\partial r_l^2}+w_i(k)\right]+u_i(k),$$

$$k=0,1,2,\ldots,\ i=1,\ldots,n. \tag{15}$$

Запропоновані різні нелінійні моделі аналізу динаміки складних процесів, а також нелінійна стохастична мультиплікативно-адитивна модель системи з хаотичною поведінкою, які можуть бути використані для аналізу процесів у соціально-політичних і еколого-економічних системах.

Синергетична модель історичної динаміки, стійкість, еволюційні кризи цивілізацій і прискорення історичного часу. Людська цивілізація розвивається переважно як єдина система. Розвиток цей хоча і має векторний характер, тобто характеризується закономірною зміною таких параметрів, як рівень технології, чисельність населення тощо, але не є легким. Історія цивілізації характеризується послідовною зміною якісно різних фаз або щаблів розвитку суспільства. Усередині кожної такої фази розвиток є, по-перше, екстенсивним зростанням за деякими параметрами (населення, споживання ресурсів) і, по-друге, накопиченням потенціалу надмірної внутрішньої різноманітності.

Діяльність цивілізації так змінює місце існування, що це ставить під сумнів стійкість цивілізації. У цьому полягає суть ендогенно-екзогенного механізму кризи. До кризи може також призвести випереджувальний розвиток технології в порівнянні з рівнем культурних регуляторів суспільства. Криза може спричинити і поєднання обох чинників. На виклик еволюційної кризи цивілізація відповідає розпадом підсистем, не здатних дати адекватну відповідь на кризу, і переходом на більш високий ступінь еволюції підсистем, які можуть дати адекватну відповідь. Перехід на більш високий ступінь розвитку означає революцію в розвитку цивілізації.

У такому переході істотну роль відіграє надмірна внутрішня різноманітність, накопичена в ході попередньої фази безкризового розвитку. Деякі форми діяльності, що не відігравали раніше істотної ролі в житті цивілізації, стають системотворними чинниками. З погляду синергетики при переході на більш високий ступінь еволюції суспільство опиняється у стані, що далекий від рівноваги, ніж було до цього. Для підтримки такої «стійкої нерівноваги» цивілізація зобов’язана виробити відповідні компенсаційні механізми, серед яких найважливішим є вдосконалення культурних регуляторів, які протистоять зростанню руйнівної сили нових технологій. Ті підсистеми цивілізації, які не в змозі відповісти на кризу виробленням адекватних культурних регуляторів, вибувають із еволюції, а підсистеми, що все-таки вижили, мають досконаліші культурні регулятори. У цьому полягає гіпотеза техно-гуманітарного балансу. Гіпотеза техно-гуманітарного балансу підтверджується на великому історичному матеріалі.

Добре відомо, що в усій попередній історії тривалості історичних епох постійно скорочувалися. Це явище відоме як ефект *прискорення історичного часу.* Тим більше, яка проміжки між революціями скорочувалися закономірно, що дає послідовність точок, що має властивість, близьку до автомодельності [22–23]. Автомодельність послідовності точок означає, що проміжки часу між точками скорочуються в постійній пропорції.

Ідеальна автомодельна послідовність точок t_n описується рівнянням (16):

$$t_n=t^*-T/\alpha^n, \tag{16}$$

де α – коефіцієнт прискорення історичного часу, що показує, в скільки разів кожна подальша епоха коротша за попередню;
T – задає тривалість усього описуваного проміжку часу;
n – номер революції;
t^* – деякий момент часу, який можна назвати моментом сингулярності.

Важливо відмітити, що три параметри α, T, t^* – це мінімальний набір параметрів, за допомогою якого можна описати загальну автомодельну послідовність. Формула (16) показує, що автомодельна послідовність є не що інше, як геометрична прогресія.

Помітно, що при $n \to \infty$ послідовність t_n невпинно наближається до сингулярної точки t^*, ніколи її не переходячи. Проміжки між кризами або революціями поблизу сингулярності наближаються до нуля, а щільність їх нескінченна. Далі за сингулярності еволюція в автомодельному режимі не триває, а реально, звичайно, не може навіть до неї наблизитися, оскільки ситуація, коли послідовні революції розділяють дні або години, не має сенсу.

У рівнянні (16) є три невідомі параметри α, T, t*. Можна знайти оптимальний набір цих параметрів, якщо апроксимувати відомі точки революцій $\{t_n\}$ за методом найменших квадратів:

$$F\left(t^*,T,\alpha\right)=\sum_n\left[\left(t^*-t_n\right)\alpha^n-T\right]^2 \Rightarrow \min.$$

Апроксимація дозволяє також зрозуміти, наскільки добре реальні положення революцій відповідають автомодельності. Для цього рівняння (1) зручно переписати у такому вигляді: $\lg\left(t^*-t_n\right)=\lg T-n\lg\alpha.$

Отже, що відстань від n-ї точки до точки сингулярности в логарифмічному масштабі має бути лінійною функцією n. Найбільш важким у такому розрахунку є вибір точок, що відповідають цивілізаційним кризам і революціям. Різні автори дещо по-різному уявляють собі, що слід вважати революціями в історії цивілізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Циклы политического развития: прогностический потенциал (сборник статей) / отв. ред. В. И. Пантин, В. В. Лапкин. – Москва : ИМЭМО РАН, 2010. – 103 с.

   Tsiklyi politicheskogo razvitiya: prognosticheskiy potentsial (sbornik statey) / otv. red. V. I. Pantin, V. V. Lapkin. – Moskva : IMEMO RAN, 2010. – 103 s.

2. Арнольд В. И. Теория катастроф / В. И. Арнольд. – 3-е изд., доп. – Москва : Наука ; Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 128 с.

   Arnold V. I. Teoriya katastrof / V. I. Arnold. – 3-e izd., dop. – Moskva : Nauka ; Gl. red. fiz.-mat. lit., 1990. – 128 s.

3. Моделирование и прогнозирование мировой динамики / Садовничий В. А., Акаев А. А., Коротаев А. В., Малков С. Ю. – Москва : ИСПИ РАН, 2012. – 359 с.

   Modelirovanie i prognozirovanie mirovoy dinamiki / Sadovnichiy V. A., Akaev A. A., Korotaev A. V., Malkov S. Yu. – Moskva : ISPI RAN, 2012. – 359 s.

4. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Кондратьев Н. Д. – Москва : Экономика, 2002. – 399 с.

   Kondratev N. D. Bolshie tsiklyi kon'yunkturyi i teoriya predvideniya / Kondratev N. D. – Moskva : Ekonomika, 2002. – 399 s.

5. Глазьев С. Ю. Экономическая теория технического развития / Глазьев С. Ю. – Москва : Новое изд-во, 2003. – 274 с.

   Glazev S. Yu. Ekonomicheskaya teoriya tehnicheskogo razvitiya / Glazev S. Yu. – Moskva : Novoe izd-vo, 2003. – 274 s.

6. Глазьев С. Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса : монография / Глазьев С. Ю. – Москва : Наука, 2012. – 287 с.

   Glazev S. Yu. Strategiya operezhayuschego razvitiya Rossii v usloviyah globalnogo krizisa : monografiya / Glazev S. Yu. – Moskva : Nauka, 2012. – 287 s.

7. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / Пригожин И., Стенгерс И. – Москва : Эдиториал УРСС, 2000. – 172 с.

   Prigozhin I. Poryadok iz haosa. Novyiy dialog cheloveka s prirodoy / Prigozhin I., Stengers I. – Moskva : Editorial URSS, 2000. – 172 s.

8. Сигорский В. П. Математический аппарат инженера / Сигорский В. П. – Киев : Техніка, 1997. – 766 с.

Sigorskiy V. P. Matematicheskiy apparat inzhenera / Sigorskiy V. P. – Kiev : Tehnika, 1997. – 766 s.

9. Сахал Д. Технический прогресс: концепция, модели, оценки / Сахал Д. – Москва : Финансы и статистика, 1985. – 227 с.

Sahal D. Tehnicheskiy progress: kontseptsiya, modeli, otsenki / Sahal D. – Moskva : Finansyi i statistika, 1985. – 227 c.

10. Московкин В. Основы концепции диффузии инновации / Московкин В. // Бизнесинформ, Харьков. – 1998. – № 17–18. – С. 41–48.

Moskovkin V. Osnovyi kontseptsii diffuzii innovatsii / Moskovkin V. // Biznesinform, Harkov. – 1998. – № 17–18. – S. 41–48.

11. Свирежев Ю. М. Нелинейные волны диссипативные структуры и катастрофы в экологии / Свирежев Ю. М. – Москва : Наука, 1987. – 368 с.

Svirezhev Yu. M. Nelineynyie volnyi dissipativnyie strukturyi i katastrofyi v ekologii / Svirezhev Yu. M. – Moskva : Nauka, 1987. – 368 s.

12. Плотинский Ю. М. Модели социальных процессов : учеб. пособие для высших учебных заведений / Плотинский Ю. М. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Логос, 2001. – 296 с.

Plotinskiy Yu. M. Modeli sotsialnyih protsessov : ucheb. posobie dlya vyisshih uchebnyih zavedeniy / Plotinskiy Yu. M. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – Moskva : Logos, 2001. – 296 s.

13. Дьяконов И. М. Пути истории. От древнейшего человека до наших дней / Дьяконов И. М. – Москва : Восточная л-ра РАН, 1994. – 324 с.

Dyakonov I. M. Puti istorii. Ot drevneyshego cheloveka do nashih dney / Dyakonov I. M. – Moskva : Vostochnaya l-ra RAN, 1994. – 324 s.

14. Капица С. П. Модель роста населения Земли / Капица С. П. // Успехи физических наук. – 1995. – Т. 26, № 3. – С. 46–48.

Kapitsa S. P. Model rosta naseleniya Zemli / Kapitsa S. P. // Uspehi fizicheskih nauk. – 1995. – T. 26, № 3. – S. 46–48.

15. Назаретян А. П. Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории (Синергетика – психология – прогнозирование) : пособие для вузов / Назаретян А. П. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : [б. и.], 2004. – 182 с.

Nazaretyan A. P. Tsivilizatsionnyie krizisyi v kontekste Universalnoy istorii (Sinergetika – psihologiya – prognozirovanie) : posobie dlya vuzov / Nazaretyan A. P. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – Moskva : [b. i.], 2004. – 182 s.

16. Арзуманян Р. Кромка Хаоса. Сложное мышление и сеть: парадигма нели-нейности и среда безопасности XXI века / Арзуманян Р. – Москва : Изд. Дом «Регнум», 2012. – 600 с.

Arzumanyan R. Kromka Haosa. Slozhnoe myishlenie i set: paradigma neli-neynosti i sreda bezopasnosti XXI veka / Arzumanyan R. – Moskva : Izd. Dom «Regnum», 2012. – 600 s.

С. К. Рамазанов, *доктор технических наук, доктор экономических наук (Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Северодонецк).* ***Проблема анализа, моделирования и прогнозирования состояния развития гиперсистем типа «Майдан»: некоторые общие рассуждения.***

Аннотация. *В статье впервые представлены некоторые предварительные рассуждения для анализа и моделирования социально-политической ситуации глубокого кризиса на основе гиперсистемы типа «Майдан». Показана возможность использования энтропийного подхода и приведен один общий подход построения интегральной нелинейной динамической модели взаимодействий в сложной многоагентной системе типа «Майдан» на базе общего логистического уравнения и его частные варианты.*

Клюлевые слова: *гиперсистема, «Майдан», моделирование, прогноз, развитие, энтропия, социальный аттрактор, кондратьевские волны, циклы, кризис, хаос, неустойчивость, синергетика, нелинейная динамика, логистическое уравнение.*

S. Ramazanov, *Dc. Tech. Sci., Dc. Econ. Sci. (East-Ukrainian national university named after Volodimir Dahl, Severodonetsk).* ***The problem of analysis, design and prognostication of development of the hypersystems of type status «Maydan»: some general reasoning.***

Summary. *In-process some previous reasoning is first presented for an analysis and design of socio-political situation of deep crisis on the basis of hypersystems as «Mayodan». Possibility of the use of entropy approach is shown and resulted one general approach of construction of integral non-linear dynamic model of co-operations in the difficult multi agents system as «Mayodan» on the base of general logistic equalization and him private variants.*

Keywords: *hypersystem, «Mayodan», design, prognosis, development, entropy, social attractor, kondratievs waves, cycles, crisis, chaos, instability, synergetics, nonlinear dynamics, logistic equalization.*