УДК 581.52

СТРУКТУРНА ЕВОЛЮЦІЯ СПІЛКУВАННЯ

Г.П. ПОВЕЩЕНКО

На основі аналізу масштабного поширення технологій цілеспрямованого використання тенденцій та традицій поведінки людей розглядається можливість формалізації (принаймні, на якісному рівні) суспільних стосунків та зв'язків, а також деякі аспекти аналізу структурних змін системи спілкування та регуляції на відповідній математичній моделі.

ВСТУП

Функціонування відкритих соціальних систем — приклад складних явищ самоорганізації, які займають місце далеке від рівноваги. Відомо, що лише режими нерівноважних станів (наприклад, соціальна взаємодія в нерівноважних умовах) мають здатність до змін, і ця особливість є основою для здійснення біфуркаційних переходів до якісно нових станів, у тому числі структурних змін. Ці явища переходу від одного типу поведінки до іншого під впливом зовнішніх умов пов'язані із здатністю до регуляції. Відомо, що в околі стану біфуркації закон великих чисел порушується, і процеси набувають суттєвої залежності від типу нелінійності системи [1]. (Ось чому часто не спрацьовує статистика соціологічних досліджень.)

Еволюція суспільних систем асоціюється з ускладненням суспільної організації. Різноманітність суспільних структур та суспільної поведінки створюється нерівноважністю (потоками речовини, енергії та інформації), нестійкістю та флуктуаціями, тобто підсиленням малих змін, що можливо лише в нелінійних динамічних системах. Тому прогрес у розумінні природи складних процесів найбільш помітний в теорії динамічних систем, методами якої (серед інших) останнім часом дослідники намагаються вивчати процеси організації у суспільстві [1, 2].

Феномен невизначеності еволюції суспільства — результат наявності множини можливих рішень, тобто біфуркаційних ситуацій, якими неодмінно закінчується (і починається) той чи інший період детермінованого розвитку. Вибір його шляхів та їх зміна дуже часто реалізуються під впливом незначних, несуттєвих для суспільства збурень, проте наслідки таких змін бувають неадекватно важкими.

Наслідки політичної, економічної, соціальної, культурної конкуренції у суспільстві суттєво (а найчастіше й рішуче) залежать від механізмів комунікації та спілкування (як основи «живої» системи) між прихильниками різних ідей, напрямків, течій, стилів, жанрів тощо. Тому аналіз стосунків, відношень, зв'язків у суспільстві (тобто поведінки суспільних систем), які породжуються різницею у суспільному становищі, вихованні, рівні життя, освіті, уподобаннях, світогляді тощо, витлумачення та узагальнення відповідної інформації в тому чи іншому вигляді набувають значення першочергової суспільної задачі.

© *Г.П. Повещенко*, 2009

Однією з форм конкуренції між пануючими в суспільстві X та Y-ідеями є процеси спілкування між їх прихильниками, які характеризуються наявністю різних контактів між носіями конкуруючих ідей. Частота цих контактів впливає на формування симпатій та антипатій. Зрозуміло, що характер спілкування вважається цілком цивілізованим, а всі суб'єкти процесу спілкування зважають на відповідну змістовну аргументацію. Такі процеси є радше культурним надбанням суспільства, а не явищем природи, що й визначає їх занадто хитку стійкість. З огляду на суттєву штучність процесів спілкування вони повинні мати ті чи інші механізми регулювання.

Оскільки в суспільстві можуть існувати й інші ідеї, то їх прихильників будемо вважати прихильниками Z-ідеї («третя сила»). Таку структуризацію системи спілкування як сукупності ідей можна вважати прийнятною, коли в суспільстві панують дві провідні за кількістю прихильників ідеї.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Структура та поведінка системи — це її форми адаптації (шляхом структурних змін або змін поведінки) до будь-якого впливу оточення. З історії людства відомо, що структурна еволюція системи спілкування як сукупності ідей мала і має різні напрямки розвитку від «монополізації» однієї ідеї до скоординованого узгодженого їх співіснування або компромісу. Проте різноманітні типи структур демонструють доволі обмежений набір типів поведінки. Проаналізуємо на основі математичної моделі декілька варіантів структурної динаміки системи спілкування та регуляції.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПІЛКУВАННЯ

Отже, математична модель спілкування (як одна з форм узагальнення інформації та інструмент аналізу) повинна описувати насамперед два основні суспільні процеси: згода – незгода. Відповідно, процес спілкування має щонайменше два стаціонарні стани — стійкий та нестійкий. Оскільки між ними існує не завжди відчутна межа, то її можна вважати за стан компромісу.

Перший крок у моделюванні складної поведінки полягає у встановленні нелінійного характеру відповідної динаміки та у виборі змінних, які здатні демонструвати нестійкість та біфуркації [2]. Загальну кількість учасників процесу спілкування або його «несівну здатність» будемо вважати незмінною ($N = \text{const}$) на інтервалі часу аналізу поведінки системи спілкування. Структура системи як сукупність елементів складається з прихильників X, Y, Z-ідей. Динаміка процесу характеризується масштабом часу T_s ефективного спілкування між прихильниками різних ідей (аналіз динаміки суспільних систем у багатьох випадках припускає наявність певних наборів часових масштабів, наприклад, масштаб часу політичних подій набагато менше масштабу часу культурних процесів, а масштаб часу індивіду відрізняється від масштабу на рівні суспільства. Так, Ф. Бродель запропонував три часових шкали: географічну, соціальну та індивідуальну [1]. Відомо, що у зв'язку з наявністю різних часових масштабів для аналізу поведінки систем використовуються поняття «швидких» та «повільних» змінних з метою зниження розмірності.

Змінні процесу $x = X / N$, $y = Y / N$, $z = Z / N$ — поточні відносні величини (або відсотки) кількості прихильників X, Y, Z-ідей; $\tau = t / T_s$ — зведений поточний час.

Умова конкуренції між прихильниками X, Y, Z-ідей має вигляд

$$x + y + z = 1, \tag{1}$$

$$\frac{dx}{d\tau} + \frac{dy}{d\tau} + \frac{dz}{d\tau} = 0. \tag{2}$$

Умова (1) формалізує область існування системи спілкування як площину у відповідних координатах.

Швидкості змін кількості прихильників X, Y, Z-ідей вважаються пропорційними частоті спілкування між X, Y; X, Z; Y, Z [1, 3]. Процес суспільного спілкування (конкуренції суспільних ідей) формалізується у вигляді системи диференціальних рівнянь

$$\frac{dx}{d\tau} = xyz_2 - xy_2z + \frac{y_2 - y_1 + x_2y_1 - x_1y_2}{y_1(z_2 - z_1)}xy(z_2 - z), \tag{3}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = x_2yz - xyz_2 + \frac{x_1 - x_2 + x_2y_1 - x_1y_2}{x_1(z_2 - z_1)}xy(z_2 - z), \tag{4}$$

$$\frac{dz}{d\tau} = xy_2z - x_2yz - \frac{z_1(x_1y_2 - x_2y_1)}{x_1y_1(z_2 - z_1)}xy(z_2 - z). \tag{5}$$

Умова конкуренції (1) між прихильниками X, Y, Z-ідей є її першим інтегралом, а (x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2) — координатами стаціонарних станів системи, які перевіряються безпосередньою підстановкою. (Зауважимо, що система має значно більше стаціонарних станів.)

Одну з величин x, y, z можна визначити з обмеження (1) і, відповідно, виключити одне з рівнянь системи (3) – (5).

$$\frac{dx}{d\tau} = x\Big[y(1 - x_2 - y_2) - y_2(1 - x - y) + \\ + \frac{y_2(1 - x_1) - y_1(1 - x_2)}{y_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}y(x + y - x_2 - y_2)\Big], \tag{6}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = y\Big[x_2(1 - x - y) - x(1 - x_2 - y_2) + \\ + \frac{x_1(1 - y_2) - x_2(1 - y_1)}{x_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}x(x + y - x_2 - y_2)\Big]. \tag{7}$$

Це означає, що розглядається проекція процесу на площину $(y - x)$ за відповідною координатою z.

За позначень

$$p = \frac{y_2 - y_1 + x_2y_1 - x_1y_2}{y_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}, \tag{8}$$

$$q = \frac{x_1 - x_2 + x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_1 (x_1 + y_1 - x_2 - y_2)} \tag{9}$$

система (6), (7) набуває вигляду

$$\frac{dx}{d\tau} = x\left[y(1 - x_2 - y_2) - y_2(1 - x - y) + py(x + y - x_2 - y_2)\right] = F_x, \tag{10}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = y\left[x_2(1 - x - y) - x(1 - x_2 - y_2) + qx(x + y - x_2 - y_2)\right] = F_y. \tag{11}$$

Параметрам p, q можна надавати різну змістовну інтерпретацію як параметрам регуляції. Наприклад, якщо $n_x(t)$, $n_y(t)$ є кількістю актів спілкування, ініційованих X, Y - прихильниками, то

$$p = \frac{d}{d\tau}(\ln n_x), \tag{12}$$

$$q = \frac{d}{d\tau}(\ln n_y) \tag{13}$$

можна вважати усередненими темпами спілкування.

Сумарний якісний вплив керування

$$p + q = \frac{(x_1 y_2 - x_2 y_1)(1 - x_1 - y_1)}{(x_1 + y_1 - x_2 - y_2) x_1 y_1} \tag{14}$$

на поведінку системи залежить від знаку цієї величини.

Умова відсутності регуляції ($p = 0, q = 0$) означає наявність одного стаціонарного стану $x_1 = x_2$; $y_1 = y_2$, який може бути реалізованим у будь-якій точці області (1).

Умова рівності темпів процесів спілкування

$$\text{temp}_x - \text{temp}_y = \frac{d}{d\tau} \ln\left(\frac{x}{y}\right) = 0 \tag{15}$$

визначає множину стаціонарних станів системи у вигляді

$$(py - qx + 1)(x + y - x_2 - y_2) = 0. \tag{16}$$

Два стаціонарні стани (x_1, y_1) та (x_2, y_2) системи спілкування розташовані на відповідних прямих

$$y = \frac{qx - 1}{p}, \tag{17}$$

$$y = x_2 + y_2 - x = 1 - z_2 - x. \tag{18}$$

Координати точки перетину цих прямих

$$x_r = \frac{p(x_2 + y_2) + 1}{p + q}, \tag{19}$$

$$y_r = \frac{q(x_2 + y_2) - 1}{p + q}. \tag{20}$$

Для визначення стаціонарних значень x_1, y_1 через p, q можна користуватися рівнянням

$$q(p+q)x_1^2 + [p(1-q)y_2 - q(p+1)x_2 - p - q]x_1 + (p+1)x_2 = 0, \quad (21)$$

яке є результатом розв'язку системи рівнянь $F_x = 0$, $F_y = 0$, та рівнянням (17) множини стаціонарних станів (x_1, y_1)

$$py_1 - qx_1 + 1 = 0. \quad (22)$$

Наприклад, для конкретного випадку

$$q = 1 \quad (23)$$

розв'язок (21), (22) має вигляд

$$x_1 = 1, \quad y_1 = 0, \quad (24)$$

$$x_1 = x_2, \quad y_1 = \frac{x_2 - 1}{p}. \quad (25)$$

Для

$$p = -1 \quad (26)$$

$$x_1 = 0, \ y_1 = 1, \quad (27)$$

$$x_1 = \frac{1 - y_2}{q}; \ y_1 = y_2. \quad (28)$$

Для

$$p + q = 0 \quad (29)$$

$$x_1 = \frac{x_2}{q(x_2 + y_2)}, \ y_1 = -\frac{y_2}{p(x_2 + y_2)}, \quad (30)$$

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{y_1}{y_2}. \quad (31)$$

Отже, за умови (29) стаціонарні стани (x_1, y_1) розташовані на лінії AF (рис. 1)

$$y = \frac{y_2}{x_2} x. \quad (32)$$

За умови пристайності стаціонарних станів

$$x_1 = x_2, \quad y_1 = y_2 \quad (33)$$

маємо біфуркаційне співвідношення між параметрами системи

$$py_1 - qx_1 + 1 = 0, \quad (34)$$

$$py_2 - qx_2 + 1 = 0. \quad (35)$$

Точка F на рис. 1 є множинною особливою точкою (точкою біфуркації), яка за умови зміни біфуркаційних значень p, q розщеплюється на дві стаціонарні точки (x_1, y_1) та (x_2, y_2). Криві FR, FT є множинами ста-

ціонарних станів (x_1, y_1) (наприклад, точки K, L), що відповідають таким значенням параметрів регуляції: $FR \quad (p = -2{,}5;\ (py_2 + 1)/x_2 < q < 6{,}4)$; $FT\,(q = 2;\ (qx_2 - 1)/y_2 > p > -5{,}3)$.

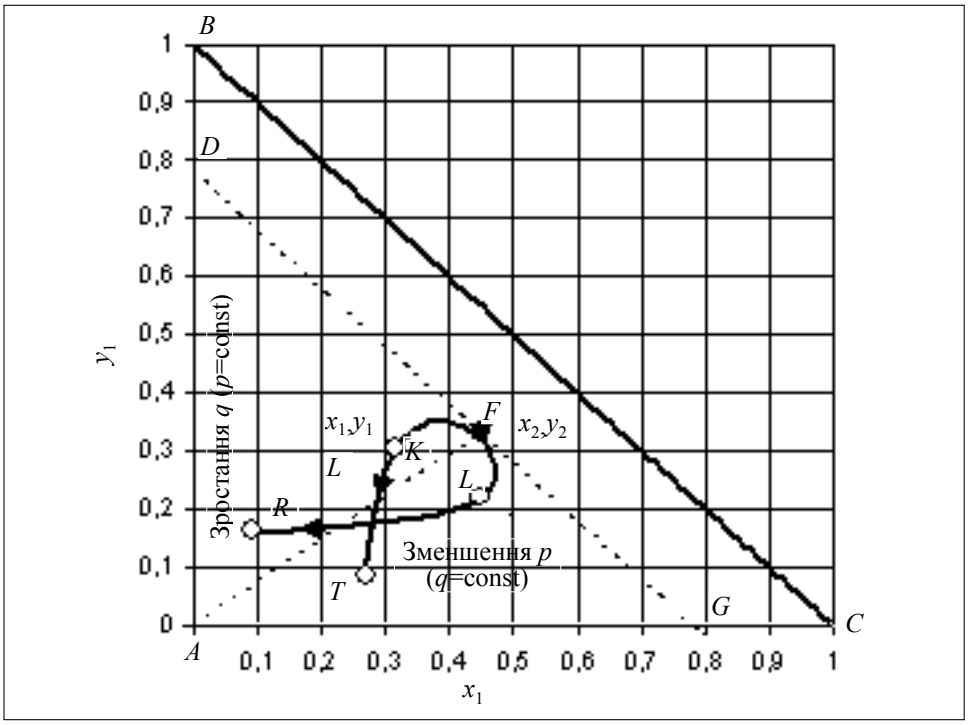

Рис. 1. Біфуркація в процесі спілкування

Зауважимо, що здвоєна стаціонарна точка F є проміжною між «сідлом» та стійким «вузлом». Вона визначається умовою

$$\frac{\dfrac{\partial F_x}{\partial x}}{\dfrac{\partial F_y}{\partial x}} = \frac{\dfrac{\partial F_x}{\partial y}}{\dfrac{\partial F_y}{\partial y}}.$$

Невизначеність біфуркаційної ситуації призводить до того, що застосування керування може дати небажаний результат. Очевидно, що керування процесом досить складне (зрештою, як і реальне буття), бо зміни p, q породжують як стійкі (L,T), так і нестійкі (K,R) стани. Перехід з області стійких станів *AFG* до нестійких *ADF* через границю *AF* (і навпаки) здійснюється за умови $(p + q = 0)$. Таким чином, параметри p, q є збуреннями один для іншого. Критерієм керування може бути, наприклад, втримання певного стаціонарного стану (стійкого чи нестійкого). На рис. 1 лінія *DG* — границя області спілкування за певного значення z_2, а *BC* — границя області спілкування за відсутності «третьої сили» *Z*.

Область тяжіння до стаціонарного стану визначається деякою сукупністю параметрів регуляції, а її порушення може спричинити дезінтеграцію системи як сукупності трьох елементів.

СТРУКТУРНА ЕВОЛЮЦІЯ ГРАНИЧНОГО СПІЛКУВАННЯ

На рис. 2 показано структурну еволюцію системи спілкування за гіпотетичної умови повного панування на початку процесу прихильників *X*-ідеї (ідеї компромісу та співпраці), але за відсутності з їх боку відповідного керування ($p = -2{,}75;\ q = 4{,}5;\ p + q = 1{,}75$). Як видно, їх витискують прихильники *Z*-ідеї (як прихильники зміни поведінки під впливом обставин і тому за відповідних умов підсвідомі прихильники монополізації ідеї), але структурна флуктуація [3]

$$\left[\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{dz}{d\tau}\right)\right]_{z=0} < 0 \qquad (36)$$

виявляється нестійкою, і вони поступаються свідомим прихильникам монопольної *Y*- ідеї, які здатні її захистити

$$\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{dy}{d\tau}\right)\right]_{y=0} > 0\,. \qquad (37)$$

Отже, за граничного спілкування створити стійку структуру системи спілкування неможливо.

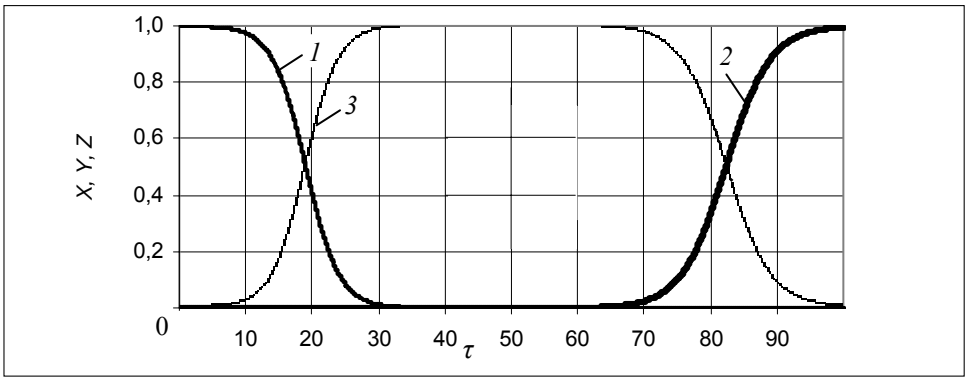

Рис. 2. Структурна еволюція за умови граничного спілкування: *1–X*; *2– Y*; *3–Z*

Процес на рис. 2 принципово схожий на процес структурної еволюції суспільних продуктивних сил, наведений на рис. 1. Граничне спілкування призводить до перемоги прихильників монополізації ідеї як більш здатних до ефективної експлуатації оточення та використання ресурсів для існування (стаціонарні стани $X = 1$, $Z = 1$ — нестійкі; стаціонарний стан $Y = 1$ — стійкий). Автор загальноеволюційної «хвильової динаміки» український соціолог В. Хмелько (з використанням історичних та архівних джерел, результатів переписів тощо) оцінив частки (у відсотках) кожної з виділених виробничих сфер у загальносвітових витратах суспільної праці, а також їхні зміни впродовж історичного часу. Результати такої оцінки дають дуже цікаву картину структурної еволюції суспільних продуктивних сил, що має яскраво виражений хвильовий характер [4–6]. Першу хвилю ми застаємо у фазі спаду, а п'яту — у фазі зростання. Перевага кожної наступної сфери діяльності зумовлена інтенсифікацією попередньої за рахунок поступового зростанням темпів продуктивності праці і використання ресурсів. Бо якщо «генетична речовина» має здатність до змін, то це призводить тільки до посилення екс-

плуатації середовища [3]. Зростаюча ефективність експлуатації довкілля вельми важлива для розуміння ідеї Ч. Дарвіна про «виживання найбільш пристосованих».

Виробнича діяльність людства базується виключно на процесах спілкування між різними сферами виробництва, і саме закономірності (радше, тенденції та традиції) тисячолітнього спілкування, на наш погляд, відображено на рис. 3 [4, 5].

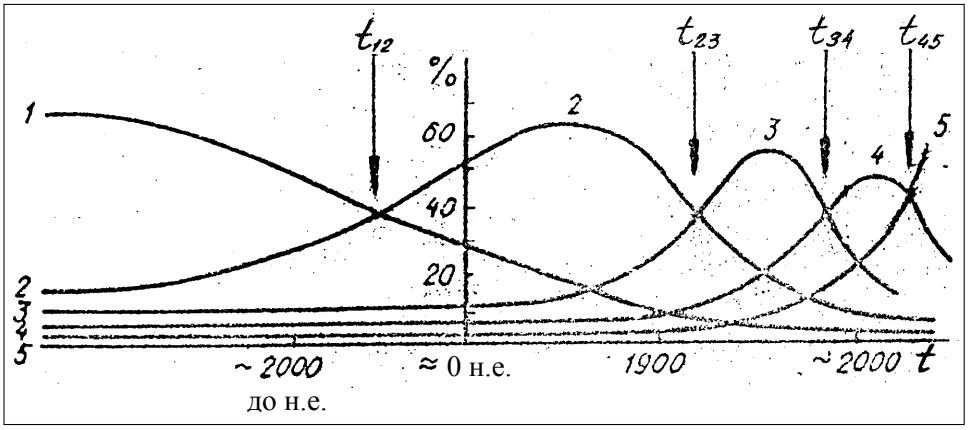

Рис. 3. Емпірична картина структурної еволюції системи продуктивних сил суспільства (нелінійний масштаб часу): 1 — первісна привласнювальна діяльність; 2 — аграрне, 3 — індустріальне, 4 — інформаційне виробництва; 5 — продукування цілісної людини як творчої особистості; t_{12}, t_{23}, t_{34}, t_{45} — моменти зміни виробничих домінант (паритетні точки)

До речі, «перехресні» структурні флуктуації

$$\left[\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{dx}{d\tau}\right)\right]_{x=0}, \tag{38}$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{dy}{d\tau}\right)\right]_{y=0} \tag{39}$$

також мають певну змістовну аргументацію щодо характеру процесу спілкування.

СТРУКТУРНА ЕВОЛЮЦІЯ СПІЛКУВАННЯ ПОЗА КОМПРОМІСОМ

На рис. 4 показано еволюцію системи спілкування, коли на початку процесу присутні всі три учасники, але сукупність параметрів регуляції ($p=-1$; $q=6$; $p+q=5$) не на користь компромісу. За такої умови перемагають прихильники монополізації *Y*- ідеї, тобто ситуація принципово схожа на попередню. Очевидно, що в системі діє принцип потужного позитивного зворотного зв'язку, який підсилює негативні збурення в напрямку монополізації ідеї або руйнування системи спілкування. Саме такі ситуації призводять до революцій, контрреволюцій та інших суспільних халеп. Спілкування поза компромісом принципово не відрізняється від граничного спілкування — перемагають прихильники монополізації ідеї.

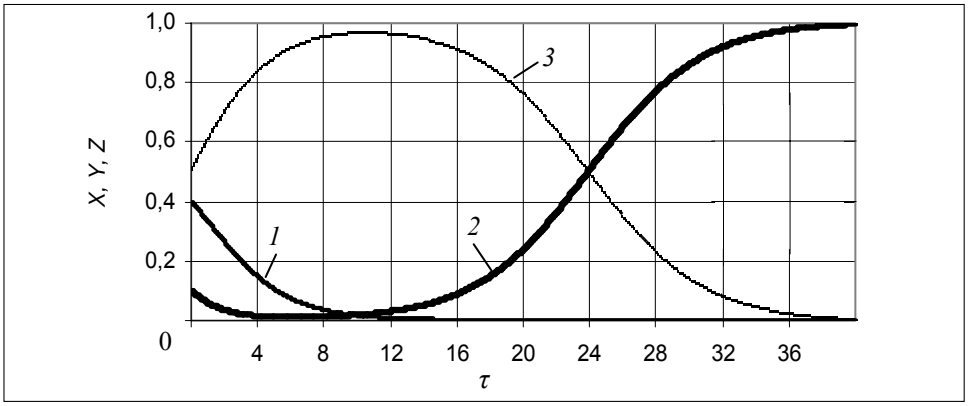

Рис. 4. Структурна еволюція системи спілкування поза компромісом: *1–X*; *2–*Y; *3–Z*

СТРУКТУРНА ЕВОЛЮЦІЯ ЗА НАЯВНОСТІ ДВОХ УЧАСНИКІВ СПІЛКУВАННЯ

На рис. 5 наведено еволюцію протистояння прихильників двох (X, Y)-ідей ($p = -1{,}47;\ q = 1{,}47;\ p + q = 0$). Такий стан є нестійким і призводить до появи «третьої сили» — «мутантів» *Z*. Але структурна флуктуація *z* (36) знову нестійка, і в результаті відбувається перерозподіл на користь прихильників *Y*-ідеї (як не згадати парламентські події).

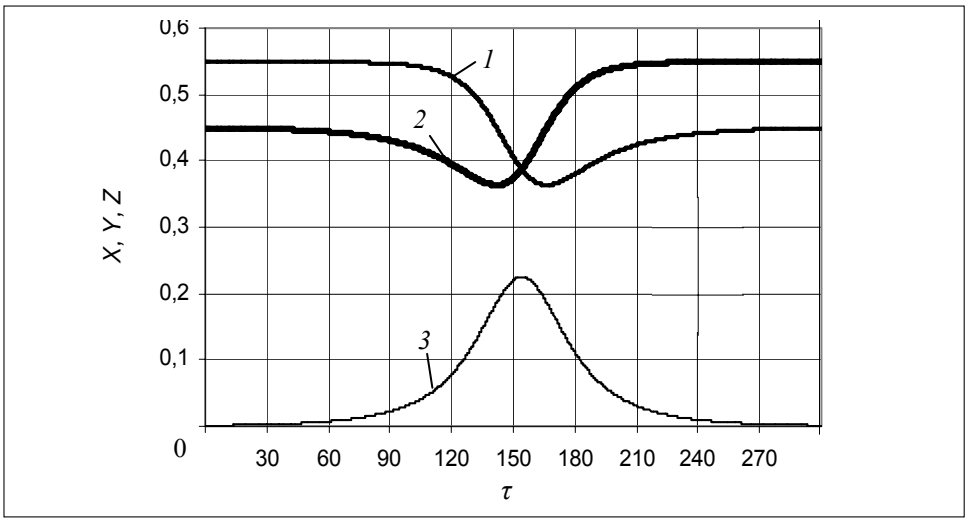

Рис. 5. Структурна еволюція системи спілкування у випадку мутації «третьої сили»: *1–X*; *2–Y*; *3–Z*

Цей процес можна розглядати як варіант реакції системи спілкування на появу певної кількості «мутантів». Спілкування між двома ідеями призводить до появи «третьої сили» (нестійкої мутації *Z*), що спричиняє перерозподіл на користь прихильників монополізації *Y*- ідеї. Тобто в етичній та соціальній сферах припускається наявність механізмів навчання та адаптації, які допомагають пристосовуватися до оточення. Наскільки вдалою буде та чи інша структурна флуктуація, можна визначити за значеннями дійсних частин коренів характеристичного рівняння для стаціонарних станів систе-

ми (10), (11). Варто зауважити, що наслідком структурних флуктуацій у багатьох випадках є зростання складності та рівня організації системи, тобто виникнення процесів самоорганізації [3].

СТРУКТУРНА ЕВОЛЮЦІЯ ЗА УМОВИ ЗГОДИ

Ситуацію «згода» як стійке співвідношення між прихильниками різних ідей показано на рис. 6 ($p = -2{,}8;\ q = 1;\ p + q = -1{,}8$). Таке «затишшя» в процесі спілкування радше є короткотерміновою загальнокорисною домовленістю або «перемир'ям під тиском». Ситуація згоди наводить на думку про існування жорсткої регуляції, яка вимагає значних ресурсів і зникає разом із ними.

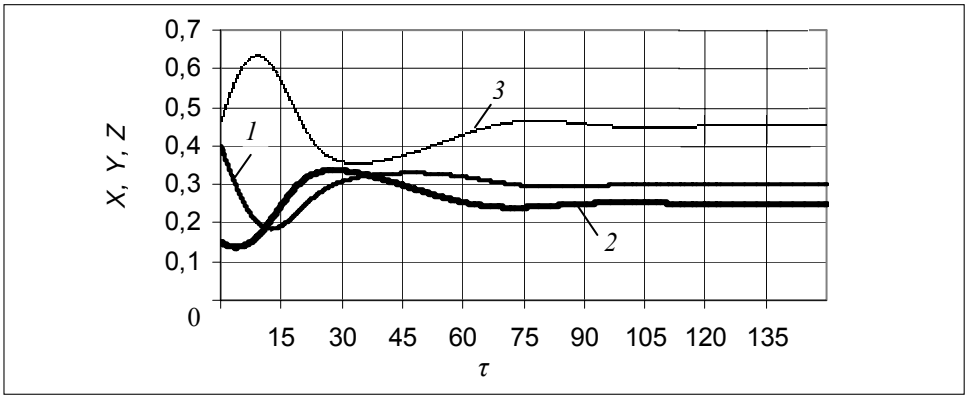

Рис. 6. Структурна еволюція системи спілкування за умови згоди: *1–X*; *2–Y*: *3–Z*

Не виключено, що наступною буде еволюція на кшталт подій на рис. 4. Хоча відомі й ситуації з довготерміновими незмінними уподобаннями (наприклад, віросповідання). Можна припустити, що в даному випадку система спілкування має механізм компенсації некритичних для свого існування відхилень від певного стійкого співвідношення між кількістю прихильників різних ідей.

Зауважимо, що час спілкування (наприклад, час перебування при владі прихильників різних ідей) має багато схожого з фізико-хімічним поняттям часу перебування (наприклад, час перебування реагентів в певному об'ємі). Значний час перебування фактично реалізує замкнену систему з усіма її негативними особливостями (на кшталт зростання ентропії) внаслідок втрати зворотних зв'язків з оточенням. Ось чому необхідні перевибори (заміна реагентів) — вони скорочують час перебування, що й спричиняє ритмічну поведінку системи (а ритмічна активність, як відомо, є невід'ємною властивістю мозку).

КОМПРОМІС ЯК КОГЕРЕНТНЕ СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ПРИХИЛЬНИКАМИ РІЗНИХ ІДЕЙ

Рис. 7 ($p = -2;\ q = 2;\ p + q = 0$) відображує когерентне співвідношення між кількістю прихильників трьох ідей — ситуацію компромісу або створення групової співпраці як одного з видів еволюції. Ситуація компромісу най-

більш реально нагадує мінливий характер буття. Навколо такого співвідношення існують періодичні відхилення практично з постійним періодом, що не є критичними для існування системи спілкування як сукупності ідей. Система не компенсує такі відхилення, але має механізм їх обмеження в безпечній для свого існування області (коливання як прагнення до впорядкованості є одним з трьох основних типів самоорганізації, що спричиняють складну поведінку, а складність стосується тих систем, поведінка яких значною мірою пов'язана з їх еволюцією [2]).

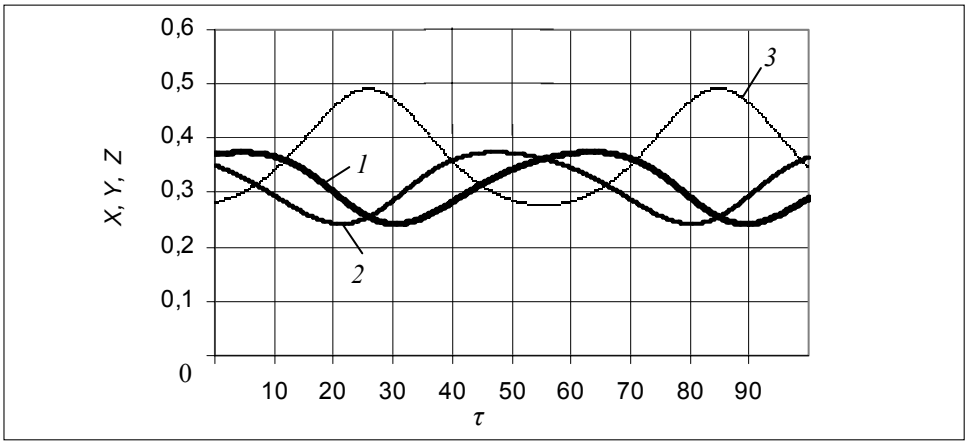

Рис. 7. Структурна еволюція системи спілкування за умови компромісу: *1–X*; *2–Y*: *3–Z*

Наявність області безпечних для системи коливань пов'язана з існуванням інтеграла руху у вигляді співвідношення між швидкостями та темпами процесу спілкування, яке можна отримати безпосередньо з системи (10), (11) та обмеження (2)

$$p\left(\frac{dx}{d\tau}+\frac{dy}{d\tau}\right)+\frac{x_2}{x}\frac{dx}{d\tau}+\frac{y_2}{y}\frac{dy}{d\tau}=0 \tag{40}$$

або

$$p\left(x+y\right)+x_2\ln x+y_2\ln y=C\left(x,y\right)=\text{const} \tag{41}$$

за умов

$$p+q=\frac{\left(x_2y_1-x_1y_2\right)}{x_1y_1}=0\,, \tag{42}$$

$$x_2+y_2=1\,. \tag{43}$$

Оскільки ці умови відповідають співвідношенням

$$p=-\frac{1}{x_1+y_1}\,, \tag{44}$$

$$x_2=\frac{x_1}{x_1+y_1}\,, \tag{45}$$

$$y_2=\frac{y_1}{x_1+y_1}\,, \tag{46}$$

то інтеграл руху можна записати у вигляді

$$x + y - x_1 \ln x - y_1 \ln y = C(x, y) = \text{const}. \tag{47}$$

Співвідношення (42) означає, що стаціонарні стани системи знаходяться на лінії *AF* (рис.1), а співвідношення (44) визначає суттєвий зміст параметра керування як величину, зворотну до стаціонарного значення суми учасників процесу спілкування.

Трансцендентні рівняння (41), (47) визначають множину замкнутих навколо стаціонарної точки (x_1, y_1) кривих, де кожній з них відповідає своя величина *C*, яка визначається початковими умовами (x_0, y_0). Така точка в теорії динамічних систем має назву «центр». Кожне значення константи *C* відповідає певній амплітуді коливань. Коливання обмежені діапазоном

$$C_1 \le C(x, y) \le C_2, \tag{48}$$

$$C_1 = x_1 + y_1 - x_1 \ln(x_1) - y_1 \ln(y_1), \tag{49}$$

$$C_2 = 1 - x_1 \ln(x_2) - y_1 \ln(y_2). \tag{50}$$

Мінімальне C_1 та максимальне C_2 значення інтеграла руху визначаються координатами стаціонарних станів (x_1, y_1), (x_2, y_2) (наприклад, за результатами соціологічних досліджень, прогнозів або виборів з певними застереженнями щодо їх стаціонарності). Величину C_2 можна вважати за критерій поведінки системи спілкування, який відокремлює області коливального ($C < C_2$) та аперіодичного ($C > C_2$) руху. Тобто вираз (50) є сепаратрисою системи. Різницю

$$\Delta C = C_2 - C_1 \tag{51}$$

можна вважати масштабом компромісу.

Період коливань в околі стаціонарного стану (x_1, y_1)

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\Delta_1}} T_s, \tag{52}$$

$$\Delta_1 = p(p+1)x_1 y_1 (1 - x_1 - y_1) = x_1 y_1 \left(\frac{1 - x_1 - y_1}{x_1 + y_1} \right)^2. \tag{53}$$

Малі відхилення від центру відбуваються практично з постійним періодом. Значні відхилення супроводжуються збільшенням періоду коливань, що відображає завжди існуючі в суспільстві відставання або випередження різних суспільних ініціатив (на кшталт колективізації, приватизації, капіталізації, комп'ютеризації тощо).

За умов (42), (43) система (10), (11) визначає рівняння фазової траєкторії процесу

$$\frac{dx}{d\tau} = -x(py + y_2)(1 - x - y), \tag{54}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = y(px + x_2)(1 - x - y), \tag{55}$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{y(px + x_2)}{x(py + y_2)}. \tag{56}$$

Ця система схожа на модель співіснування видів Лотки–Вольтери [3,7], проте на відміну від неї має принципову особливість: якщо в моделі Лотки-Вольтери спектр амплітуд та частот коливань необмежений, що навряд чи відображає реальність, то в моделі (54), (55) існує обмеження (48) області співіснування. За розподілом змінних рівняння (56) можна інтегрувати

$$\int \frac{py + y_2}{y} dy = -\int \frac{px + x_2}{x} dx \,. \tag{57}$$

Після інтегрування отримаємо інтеграл руху (47), схожий на модель Лотки–Вольтери.

Отже, збалансоване керування системою спілкування $p = -q$ (42) за умови (43) (наприклад, коаліція + опозиція = парламент) створює можливість скоординованого співіснування, щоправда, в обмеженій області (48). До речі, саме згідно з (45), (46) розподіляються між переможцями парламентських виборів голоси прихильників ідей-невдах (у даному випадку прихильників *Z*- ідеї).

Відхилення за межі області (48) є критичними для системи спілкування (рис. 8), бо руйнують її структуру і призводять до монополізації однієї ідеї. На межі «компромісу» (крива 1) спілкування має суто нелінійний (неадекватний) характер. Крива 2 відображає «компромісні» коливання.Поведінка системи ще й суттєво залежить від початкових умов (x_0, y_0) процесу, бо деякі наведені результати є наслідком лінійного аналізу стійкості стаціонарних станів і дійсні лише в їх околі. Стан компромісу є значною мірою штучним, тому система й не «забуває» початкових умов (x_0, y_0).

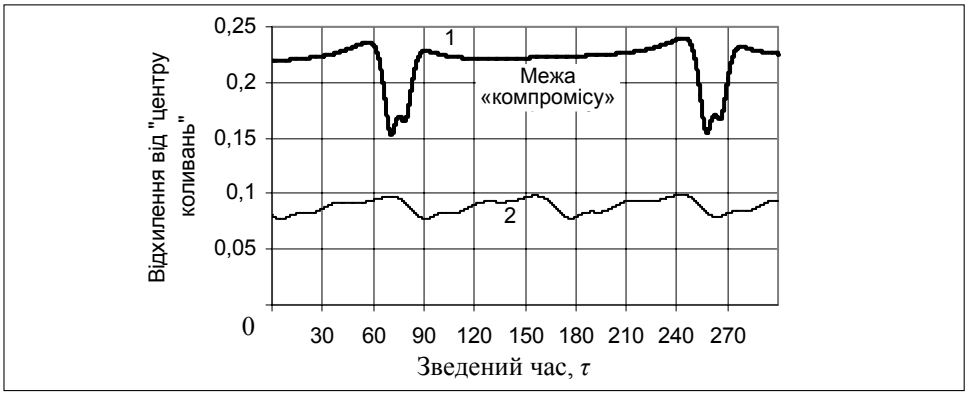

Рис. 8. Коливання типу «компроміс»

Зауважимо, що «когерентну» поведінку, яка відображає регуляторні та координаційні процеси [1, 3, 8], називають також «системною», «колективною», «узгодженою». Очевидно, що для збереження структури системи спілкування як сукупності різних ідей така поведінка є вирішальною. Як видно з наведеного аналізу, «когерентність» системи забезпечується існуванням першого інтеграла (1), який можна трактувати як «закон збереження маси» в живих системах, та інтеграла руху (40), (41), (47), аналогічного збереженню енергії в механічних системах.

ВИСНОВКИ

1. Можливість хоча б приблизно аналізувати за допомогою математичних моделей надзвичайно складні суспільні процеси є сама собою дивним фактом [3].

2. Система спілкування має різні способи пристосування до впливу оточення, тобто за одних і тих же значень параметрів системи можливі різні рішення. Адаптація шляхом зміни структури та поведінки — основне джерело тривалого існування суспільства, відновлення та розвитку.

3. Однією з головних рушійних сил еволюції є механізми позитивного зворотного зв'язку, які призводять до нестійкості поведінки системи з наступним переходом до нових станів [3].

4. Наявність двох стаціонарних станів (x_1, y_1), (x_2, y_2) системи спілкування означає існування розбіжності між реальним співвідношенням прихильників різних ідей в суспільстві та «законним» співвідношенням, яке створюється державою через суспільні закони, що й породжує необхідність регуляції. Пристайність цих станів означає ситуацію непередбаченого «вільного спілкування» в умовах невизначеності регуляції ($p = 0/0;\ q = 0/0$) з усіма негативними наслідками «волі».

5. Протистояння двох провідних ідей є граничним і тому структурно хитким станом. Імовірним наслідком його еволюції може бути структурна флуктуація у вигляді «третьої сили» — «мутанта» двох ідей.

6. Компроміс може бути реалізованим лише в обмеженій області, тобто процес спілкування має бути керованим за суспільними законами (наприклад, зростання абсолютного значення параметра p розширює область компромісу). Поза цієї області система спілкування як сукупність ідей дезінтегрується, що й підтверджує крихку стійкість цивілізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. — М.: Прогресс, 1986. — 431 с.
2. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. — М: Мир, 1990. — 342 с.
3. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. — М: Мир, 1979. — 512 с.
4. *Хмелько В.* Общественное производство жизни: структура процессов и ее динамика // Общественные науки. — 1987. — № 2. — С. 42–61.
5. *Хмелько В.* Концептуальная модель структуры и динамики макропроцессов общественного производства жизни // Математическое моделирование социальных процессов: Сб. науч. тр. — М.: Наука, 1989. — С. 37–49.
6. *Повещенко Г., Чеховий Ю.* Математична модель структурної еволюції суспільних продуктивних сил // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. — 2001. — № 3. — С. 41–59.
7. *Марри Дж.* Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. — М: Мир, 1983. — 397 с.
8. *Повещенко Г.* Модель взаємовпливу популяції та довкілля // Доп. НАН України. — 2001. — № 12. — С. 71–77.

Надійшла 13.12.2007