УДК 581.52

ДИНАМІКА СПІЛКУВАННЯ ТА РЕГУЛЯЦІЇ

Г.П. ПОВЕЩЕНКО

Розглянуто можливість математичної формалізації процесу конкуренції ідей в суспільстві як взаємодію процесів спілкування та регуляції. На основі математичної моделі проаналізовано різні ситуації конкурентного змагання та їх стійкість.

ВСТУП

Конкуренція між окремими частинами суспільства спричиняється тим, що за обмежених джерел відповідних ресурсів до існування одна суспільна група починає зростати за рахунок інших. Конкуренція набуває різноманітних форм і може впливати на перебіг суспільних процесів. Наприклад, політична конкуренція у будь-якому суспільстві є збуренням для економічних, соціальних та культурних (теж конкурентних) процесів через свою надзвичайну динамічність, адже політичні процеси набагато випереджають інші суспільні процеси за швидкістю та темпоральністю.

Однією з форм конкуренції між пануючими в суспільстві X та Y ідеями (наприклад, політична антитеза «соціальна справедливість – свобода вибору», економічна антитеза «командна економіка – ринкова економіка», житлова політика «індивідуальне житло – комунальне житло» і т. ін.) є процеси спілкування між їх прихильниками. Процеси спілкування характеризуються наявністю різних контактів між носіями конкуруючих ідей, частота яких впливає на формування симпатій та антипатій. Зрозуміло, що характер спілкування вважається цілком цивілізованим, а всі учасники процесу спілкування зважають на відповідну змістовну аргументацію. Такі процеси є, радше, культурним надбанням суспільства, а не явищем природи.

З огляду на штучність процесів спілкування вони повинні мати ті чи інші механізми регулювання. Врахування регуляторних процесів (до речі, занадто впливових у деяких суспільствах, зокрема, в Україні) вимагає використання складного математичного апарату розподілених просторових змінних. Заради спрощення введемо припущення про рівномірний територіальний розподіл X та Y симпатій, що більш-менш допустимо при моделюванні поведінки системи в цілому.

На результат конкурентної боротьби впливають безперечно важливі генетичні процеси в суспільстві, проте вони не враховуються з огляду на їх однаковий вплив (якщо це так) на всіх учасників процесу спілкування.

Означені процеси є внутрішніми процесами системи [1]. Але суспільство може бути не вільним від зовнішнього впливу. Деякі аспекти взаємодії системи та її оточення розглянуто у роботах [1, 2].

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

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПІЛКУВАННЯ

Отже, маємо математичну умову конкуренції між прихильниками X, Y, Z ідей у вигляді обмеження

$$X + Y + Z = N \,, \tag{1}$$

де N — сумарна кількість активних учасників процесу конкуренції (наприклад, загальна кількість виборців), яку будемо вважати постійною ($N = \text{const}$) на певному інтервалі часу.

В силу (1) сума швидкостей змін кількості прихильників тієї чи іншої ідеї дорівнює нулю.

$$\frac{dX}{dt} + \frac{dY}{dt} + \frac{dZ}{dt} = 0 \,. \tag{2}$$

Будемо вважати, що швидкості змін X, Y, Z пропорційні частоті спілкування між X, Y; X, Z; Y, Z [1, 2, 3]. Процес спілкування (конкуренції ідей) можна формалізувати у вигляді системи диференціальних рівнянь

$$\frac{dX}{dt} = \frac{X}{T_s} \frac{YZ_s - Y_s Z}{N^2} \,, \tag{3}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{Y}{T_s} \frac{X_s Z - X Z_s}{N^2} \,, \tag{4}$$

$$\frac{dZ}{dt} = \frac{Z}{T_s} \frac{XY_s - X_s Y}{N^2} \,, \tag{5}$$

де T_s — характерний час ефективного спілкування між прихильниками різних ідей або масштаб часу (наприклад, час агітації або контрагітації за ту чи іншу ідею); X_s, Y_s, Z_s — координати стаціонарного стану системи (3)–(5), що можна перевірити безпосередньою підстановою.

Здобутки X, Y; X, Z; Y, Z мають різні знаки у різних рівняннях, бо якщо в результаті спілкування кількість прихильників ідеї $X(Y, Z)$ збільшується за рахунок прихильників ідеї $Y(X, Z)$, то кількість прихильників ідеї $Y(X, Z)$ зменшується на таку саму кількість. Тим самим виконується умова конкуренції (1), (2), яка за М. Ейгеном має назву «константа загальної організації» [4]. Зауважимо, що одночасна зміна знаків в усіх рівняннях математично означає зміну напрямку часу, а змістовно — зміну ідей (ролі X, Y, Z) на протилежні. Оскільки суть ідей не конкретизується, то можна користуватися системою у вигляді (3)–(5).

Для того щоб систему (3)−(5) представити у математичному (безрозмірному) вигляді, потрібно ввести такі позначення:

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

З урахуванням введених позначень маємо такі співвідношення для умови конкуренції (1),(2):

$$x + y + z = 1, \tag{6}$$

$$\frac{dx}{d\tau} + \frac{dy}{d\tau} + \frac{dz}{d\tau} = 0. \tag{7}$$

Математичну модель процесу спілкування можна записати у вигляді системи диференціальних рівнянь

$$\frac{dx}{d\tau} = xyz_s - xy_s z, \tag{8}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = x_s yz - xyz_s, \tag{9}$$

$$\frac{dz}{d\tau} = xy_s z - x_s yz. \tag{10}$$

Очевидно, що одну з величин *x, y, z* можна визначити з обмеження (6) (яке є першим інтегралом системи (8) – (10), а із змістовної точки зору може інтерпретуватися як «закон збереження» в «живих» системах) і, відповідно, виключити одне з рівнянь системи (8) – (10).

$$\frac{dx}{d\tau} = xy(1 - x_s - y_s) - xy_s(1 - x - y) = F_x, \tag{11}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = x_s y(1 - x - y) - xy(1 - x_s - y_s) = F_y. \tag{12}$$

Характеристична матриця системи (11), (12)

$$\begin{vmatrix} x_s y_s & x_s(1 - x_s) \\ -y_s(1 - y_s) & -x_s y_s \end{vmatrix}; \tag{13}$$

слід характеристичної матриці (дивергенція системи)

$$S = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} = 0. \tag{14}$$

Це означає, що будь-яке довільне збурення системи (наприклад, керування) може змінити нульове значення дивергенції на від’ємне чи додатне і, відповідно, якісно змінити структуру фазового простору системи та характер процесу спілкування.

Детермінант характеристичної матриці

$$\Delta = x_s y_s z_s ; \tag{15}$$

характеристичні корені

$$\lambda_{1,2} = \pm\sqrt{-x_s y_s z_s} . \tag{16}$$

Уявні характеристичні корені вказують на коливальний характер процесу спілкування в околі стаціонарного стану за назвою «центр», координати якого (x_s, y_s) можна вважати центром незатухаючих коливань (рис. 1). Такі коливання існують на всій області функціонування системи за виключенням її границь $x = 0$; $y = 0$; $z = 0$. У зв'язку з цим необхідно підкреслити, що перехід до коливального руху супроводжується зменшенням ентропії системи або зростанням її впорядкованості [1].

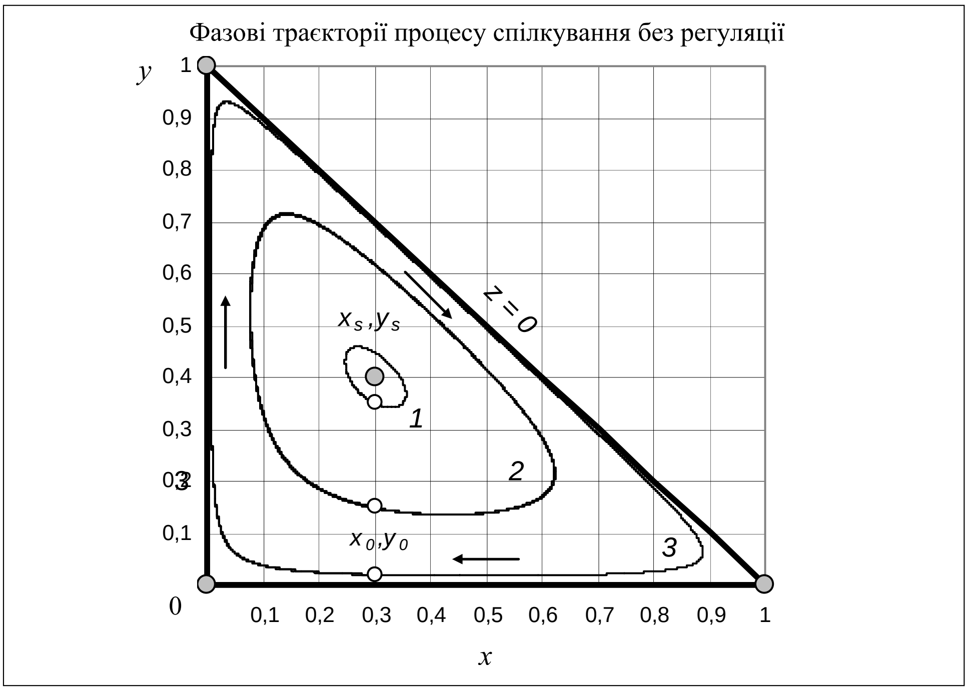

Рис. 1. Збурення процесу спілкування шляхом зміни початкових умов (стрілками вказано напрямок обертання)

Система має ще три стаціонарні стани «монопольного» типу

$$x_s = 0, \quad y_s = 0, \quad z_s = 1, \quad \lambda_{1,2} = 0 , \tag{17}$$

$$x_s = 0, \quad y_s = 1, \quad z_s = 0, \quad \lambda_{1,2} = 0 , \tag{18}$$

$$x_s = 1, \quad y_s = 0, \quad z_s = 0, \quad \lambda_{1,2} = 0 , \tag{19}$$

які є нейтрально стійкими, тобто перебувають на границі стійкості. За певних збурень нульові характеристичні корені системи можуть перетворитися на додатні, що означатиме нестійкість монопольного стаціонарного стану.

Реальні процеси спілкування є основою буття і дійсно схильні до мінливості. Коливання відсутні лише за специфічної умови пристайності початкових умов з координатами центру коливань

$$x_0 = x_s, \quad y_0 = y_s. \tag{20}$$

Відповідно, період коливань T як результат лінійного аналізу стійкості в околі стаціонарного стану визначається таким чином:

$$\frac{T}{T_s} = \frac{2\pi}{\sqrt{\Delta}}. \tag{21}$$

Коливання мають неперервний спектр частот по безкінечній множині циклів. Кожний цикл — це стан на границі стійкості, тобто такий стан, для якого навіть малого збурення досить, щоб змінити рух системи за новим циклом з відповідною частотою.

Очевидно, що період коливань збільшується (а частота зменшується) із наближенням центру коливань до границь області існування системи. Тобто, чим менше прихильників однієї з трьох ідей, тим повільнішим стає характер спілкування між прихильниками двох інших.

За полярних координат

$$x = x_s + r\cos\varphi, \tag{22}$$

$$y = y_s + r\sin\varphi \tag{23}$$

амплітуда коливань має вигляд

$$r = \sqrt{(x - x_s)^2 + (y - y_s)^2}. \tag{24}$$

На рис. 2 показано коливання амплітуд $r(\tau)$, які відповідають траєкторіям на рис. 1. Видно, що збільшення амплітуди (шляхом зміни початкових

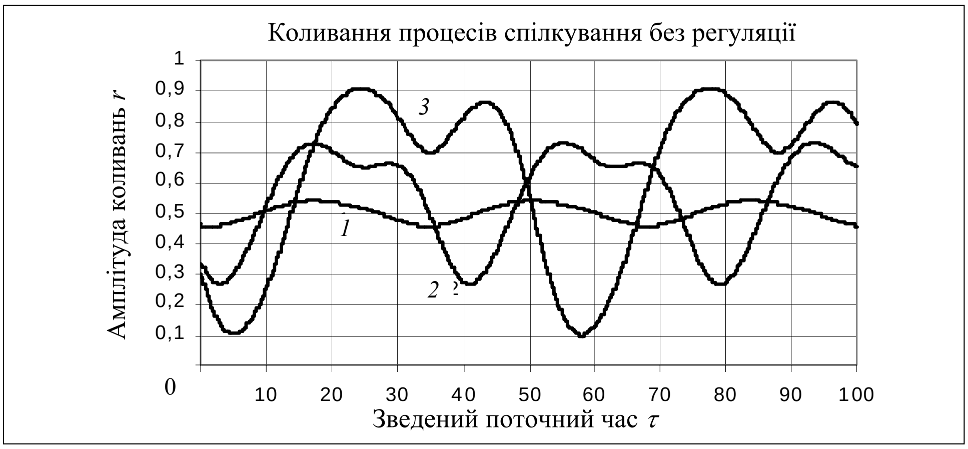

Рис. 2. Нелінійність коливань як наслідок збільшення амплітуди

умов) суттєво змінює характер коливань навколо того ж самого центру коливань від майже лінійного в околі стаціонарного стану до непередбаченого — прояву нелінійності при віддаленні від стаціонарного стану. Це одна з особливостей процесів спілкування без регуляції: система не має стаціонару — точки або орбіти, до яких процеси збігаються за різних початкових умов [1, 3, 5]. Тобто, система (11), (12) не має механізму компенсації збурень (у нашому випадку збурень початкових умов), що вказує на її структурну нестійкість.

Отже, математичним образом процесу спілкування є множина замкнутих траєкторій навколо стаціонарної точки, яка має назву «центр». Така особлива точка стійка за Ляпуновим, але ані вона, ані оточуючі її траєкторії не є асимтотично стійкими. Кожна траєкторія має свій власний період, який залежить від початкових умов. Процес характеризується неперервним спектром частот, пов'язаним з існуванням множини періодичних траєкторій. Звідси випливає відсутність асимптотичної орбітальної стійкості, тобто відсутність затухання флуктуацій і, відповідно, структурної стійкості [1, 3].

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПІЛКУВАННЯ ТА РЕГУЛЯЦІЇ

Треба зауважити, що саме живим системам притаманне «забування» початкових умов та вихід на «біологічний» ритм внаслідок наявності внутрішніх зворотних зв'язків. Але оскільки процеси спілкування є значною мірою штучними, то стає очевидною необхідність врахування регуляторних та інших процесів, здатних до «розмивання градієнтних криз» [1, 3, 5, 6]. У даній системі не використовуються просторові координати, тому градієнти — рушійні сили процесів регуляції — формалізуються так:

$$\frac{dX}{dt}=\frac{X}{T_s}\frac{YZ_s-Y_sZ}{N^2}+p\frac{X}{T_s}\frac{Y(Z_s-Z)}{N^2}, \tag{25}$$

$$\frac{dY}{dt}=\frac{Y}{T_s}\frac{X_sZ-XZ_s}{N^2}+q\frac{Y}{T_s}\frac{X(Z_s-Z)}{N^2}, \tag{26}$$

$$\frac{dZ}{dt}=\frac{Z}{T_s}\frac{XY_s-X_sY}{N^2}-(p+q)\frac{XY}{T_s}\frac{(Z_s-Z)}{N^2}. \tag{27}$$

Очевидно, що ця система відповідає умовам конкуренції (1), (2). Параметри p, q є чинниками зворотного зв'язку, який враховує відстань поточного стану системи від стаціонарного. Безрозмірний вигляд системи (25) – (27)

$$\frac{dx}{d\tau}=xyz_s-xy_sz+pxy(z_s-z), \tag{28}$$

$$\frac{dy}{d\tau}=x_syz-xyz_s+qxy\,(z_s-z), \tag{29}$$

$$\frac{dz}{d\tau}=xy_sz-x_syz-(p+q)xy(z_s-z). \tag{30}$$

З урахуванням умови (6) можна користуватися системою двох рівнянь

$$\frac{dx}{d\tau} = xyz_s - xy_s(1-x-y) + pxy(x+y-x_s-y_s), \tag{31}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = x_s y(1-x-y) - xyz_s + qxy\,(x+y-x_s-y_s), \tag{32}$$

або в термінах темпів процесів

$$\text{temp}\,x = \frac{d(\ln x)}{d\tau} = y(1-x_s-y_s) - y_s(1-x-y) + py(x+y-x_s-y_s), \tag{33}$$

$$\text{temp}\,y = \frac{d(\ln y)}{d\tau} = x_s(1-x-y) - x(1-x_s-y_s) + qx\,(x+y-x_s-y_s). \tag{34}$$

Використання темпів змін пояснюється тим, що багато загальновідомих математичних моделей «живих» систем побудовано саме в термінах темпів. Таку формалізацію можна вважати однією з концептуальних засад моделювання суспільних процесів [1, 3, 5, 6]. Темпи мають однакову розмірність, що надає можливості для кількісного порівняння розрахунків, оцінок, рішень, висновків тощо. Наприклад, рівність темпів зміни пропозиції та ціни на конкурентному ринку відповідає максимуму доходів.

Умова рівності темпів процесів спілкування

$$\text{temp}\,x - \text{temp}\,y = \frac{d}{d\tau}\ln\left(\frac{x}{y}\right) = 0 \tag{35}$$

визначає множину стаціонарних станів системи у вигляді

$$(py - qx + 1)(x + y - x_s - y_s) = 0\,. \tag{36}$$

Тобто, крім трьох стаціонарних станів монопольного типу, система має два стаціонарні стани $(x_1,\, y_1,\, z_1)$ та $(x_2 = x_s,\, y_2 = y_s,\, z_2 = z_s)$, які розташовані на прямих

$$y = \frac{qx-1}{p}\,, \tag{37}$$

$$y = x_2 + y_2 - x\,. \tag{38}$$

Очевидно, що врахування процесів регуляції змінює фазову структуру системи — додається ще один стаціонарний стан. Ці стани можуть бути стійкими, нестійкими, нейтрально стійкими у залежності від параметрів системи.

Параметри p, q можна визначити через координати стаціонарних станів у вигляді

$$p = \frac{y_2 - y_1 + x_2 y_1 - x_1 y_2}{y_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}\,, \tag{39}$$

$$q = \frac{x_1 - x_2 + x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}\,, \tag{40}$$

$$p+q=\frac{(1-x_1-y_1)(x_1y_2-x_2y_1)}{x_1y_1(x_1+y_1-x_2-y_2)}. \quad (41)$$

Таким же чином можна записати і систему (31), (32)

$$\frac{dx}{d\tau}=x\left[y(1-x_2-y_2)-y_2(1-x-y)+py(x+y-x_2-y_2)\right], \quad (42)$$

$$\frac{dy}{d\tau}=y\left[x_2(1-x-y)-x(1-x_2-y_2)+qx(x+y-x_2-y_2)\right]. \quad (43)$$

АНАЛІЗ СТАЦІОНАРНИХ СТАНІВ

Стаціонарні стани монопольного типу мають такі характеристичні корені:

$$x=0,\quad y=0,\quad z=1,\quad \lambda_1=x_2,\quad \lambda_2=-y_2, \quad (44)$$

$$x=0,\quad y=1,\quad z=0,\quad \lambda_1=(p+1)(1-x_2-y_2),\quad \lambda_2=-x_2, \quad (45)$$

$$x_1=1,\quad y_1=0,\quad z_1=0,\quad \lambda_1=y_2,\quad \lambda_2=0. \quad (46)$$

Отже, стани $x=1$ і $z=1$ є нестійкими, а стійкість стану $y=1$ визначається знаком виразу

$$p+1=\frac{(y_2-y_1)(1-x_1-y_1)}{y_1(x_1+y_1-x_2-y_2)}. \quad (47)$$

Тобто, існує можливість реалізації монополії на Y ідею в разі

$$p+1<0 \quad (48)$$

або

$$y_2>y_1,\quad x_1+y_1-x_2-y_2<0, \quad (49)$$

$$y_2<y_1,\quad x_1+y_1-x_2-y_2>0. \quad (50)$$

Для стаціонарного стану (x_1,y_1,z_1) характеристична матриця системи (42),(43)

$$\begin{vmatrix} x_1(py_1+y_2) & x_1\left[qx_1-x_2+p(x_1+y_1-x_2-y_2)\right] \\ y_1\left[py_1+y_2+q(x_1+y_1-x_2-y_2)\right] & y_1(qx_1-x_2) \end{vmatrix}. \quad (51)$$

Слід характеристичної матриці

$$S_1=(p+q)x_1y_1+x_1y_2-x_2y_1=(x_1y_2-x_2y_1)\frac{1-x_2-y_2}{x_1+y_1-x_2-y_2}. \quad (52)$$

Детермінант характеристичної матриці

$$\Delta_1=-x_1y_1(x_1+y_1-x_2-y_2)\left[p(py_1+y_2)+q(qx_1-x_2)+\right.$$
$$\left.+pq(x_1+y_1-x_2-y_2)\right]. \quad (53)$$

Характеристичні корені

$$\lambda_{1,2} = \frac{S_1 \pm \sqrt{S_1{}^2 - 4\Delta_1}}{2}. \tag{54}$$

Для стаціонарного стану $(x_2 = x_s,\ y_2 = y_s,\ z_2 = z_s)$ характеристична матриця системи (42), (43)

$$\begin{vmatrix} (1+p)x_2 y_2 & x_2(1 - x_2 + p y_2) \\ y_2(q x_2 + y_2 - 1) & (q-1)x_2 y_2 \end{vmatrix}, \tag{55}$$

слід характеристичної матриці

$$S_2 = (p+q)x_2 y_2 = (x_1 y_2 - x_2 y_1)\frac{1 - x_1 - y_1}{x_1 + y_1 - x_2 - y_2}\frac{x_2 y_2}{x_1 y_1}, \tag{56}$$

детермінант характеристичної матриці

$$\Delta_2 = (1 + p y_2 - q x_2)(1 - x_2 - y_2)x_2 y_2 =$$

$$= \frac{y_1(x_1 - x_2)^2 + x_1(y_1 - y_2)^2 - (x_1 y_2 - x_2 y_1)^2}{(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}\frac{x_2 y_2}{x_1 y_1}(1 - x_2 - y_2), \tag{57}$$

характеристичні корені

$$\lambda_{1,2} = \frac{S_2 \pm \sqrt{S_2{}^2 - 4\Delta_2}}{2}. \tag{58}$$

Таким чином, умова існування орбітальних коливань (14)–(16) на всій області існування системи в результаті введення параметрів p і q звужується до співвідношення

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}, \tag{59}$$

що відповідає умовам

$$S_1 = 0, \quad S_2 = 0. \tag{60}$$

Цей висновок у вигляді

$$\frac{x_i}{y_i} = \text{const} \tag{61}$$

випливає також з (35). Тобто, існування коливань типу «центр» можливе лише за умови розташування стаціонарних точок (x_1, y_1), (x_2, y_2) на прямій, яка виходить з початку координат. При цьому їх координати співпадають з координатами точок перетину такої прямої з прямими (37), (38).

З урахуванням (39), (40) систему рівнянь (42), (43), яка описує динаміку процесів спілкування та регуляції, можна записати через координати стаціонарних станів

$$\frac{dx}{d\tau} = x\left[y(1 - x_2 - y_2) - y_2(1 - x - y) + \frac{y_2(1 - x_1) - y_1(1 - x_2)}{y_1(x_1 + y_1 - x_2 - y_2)}y(x + y - x_2 - y_2)\right], \tag{62}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = y\left[x_2(1-x-y) - x(1-x_2-y_2) + \frac{x_1(1-y_2)-x_2(1-y_1)}{x_1(x_1+y_1-x_2-y_2)}x(x+y-x_2-y_2)\right]. \quad (63)$$

Отже, для користування системою рівнянь (62), (63) необхідно визначити лише параметри стаціонарних станів. (Наприклад, з певними застереженнями щодо їх стаціонарності можна вважати результати соціологічних досліджень або виборів. Так, за результатами виборів до Верховної Ради у березні 2006 р. одну провідну ідею підтримали 36% виборців, а іншу 32%. Можна припустити у даному випадку, що $x_1 = 0{,}36$; $y_1 = 0{,}32$.)

Очевидно, що порушення умови (59) породжує іншу поведінку системи спілкування, деякі сценарії якої розглянуто нижче.

СЦЕНАРІЇ СПІЛКУВАННЯ

За характером спілкування можна визначити три основні сценарії співіснування різних ідей.

1. Компроміс — *когерентне співвідношення* між прихильниками різних ідей. В обмеженій області навколо такого співвідношення існують періодичні *некритичні* для системи відхилення — культура співіснування на основі сприйняття суспільством феномену конкуренції ідей (політичних, економічних, соціальних, культурних). Система структурно нестійка і не компенсує такі відхилення, проте має механізм їх *обмеження* в певній безпечній для існування системи області. Критичні відхилення за межі цієї області руйнують структуру системи спілкування як сукупність елементів-ідей і призводять до монополізації однієї з них.
2. Згода — *стійке співвідношення* між прихильниками різних ідей як результат цивілізованого суспільного співіснування. Система має механізм *компенсації* некритичних для її існування відхилень від такого співвідношення шляхом еволюційного послаблення збурень — від'ємний зворотний зв'язок. Проте система не здатна компенсувати критичні відхилення, внаслідок яких реалізується монополія певної ідеї (руйнація системи спілкування).
3. Незгода — *нестійке співвідношення* між прихильниками різних ідей як принципове невизнання співіснування. Будь-які відхилення від такого стану є критичними і призводять до неконтрольованої ескалації цього збурення у напрямку монополізації однієї ідеї. За наявності в системі такого позитивного зворотного зв'язку самостійне існування системи неможливе.

Зауважимо, що монополізація однієї ідеї та її підтримання (по суті, руйнування структури системи спілкування) вимагають значних витрат ресурсів для існування. Таке марнотратство рано чи пізно призводить до їх дефіциту і, як наслідок, до чергової «ідейної» зміни.

Очевидно, що плюралізм ідей та толерантність, які відповідають сценарію «компроміс», мають бути символами нашого часу. До речі, структура будь-якої системи, як і її поведінка, є формами адаптації до змін умов функціонування [1, 2].

На рис. 3, 4 показано графічну інтерпретацію сценарію «компроміс». Стаціонарна точка (x_1, y_1), яка розташована на лінії (див. (36)–(38))

$$py - qx + 1 = 0\,, \tag{64}$$

має назву «центр». Вона оточена замкнутими траєкторіями *1* з неперервним спектром частот та амплітуд. Множина таких траєкторій обмежена петлею сепаратриси — траєкторією *2*, яка виходить з точки (x_2, y_2) і повертається знову до неї. Поза петлі знаходиться область траєкторій *3*, які прямують до точки ($x = 0$; $y = 1$).

Максимальна амплітуда коливань навколо «центру» не перевищує відстані між стаціонарними станами (x_1, y_1) та (x_2, y_2).

$$r_\text{c} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}\,. \tag{65}$$

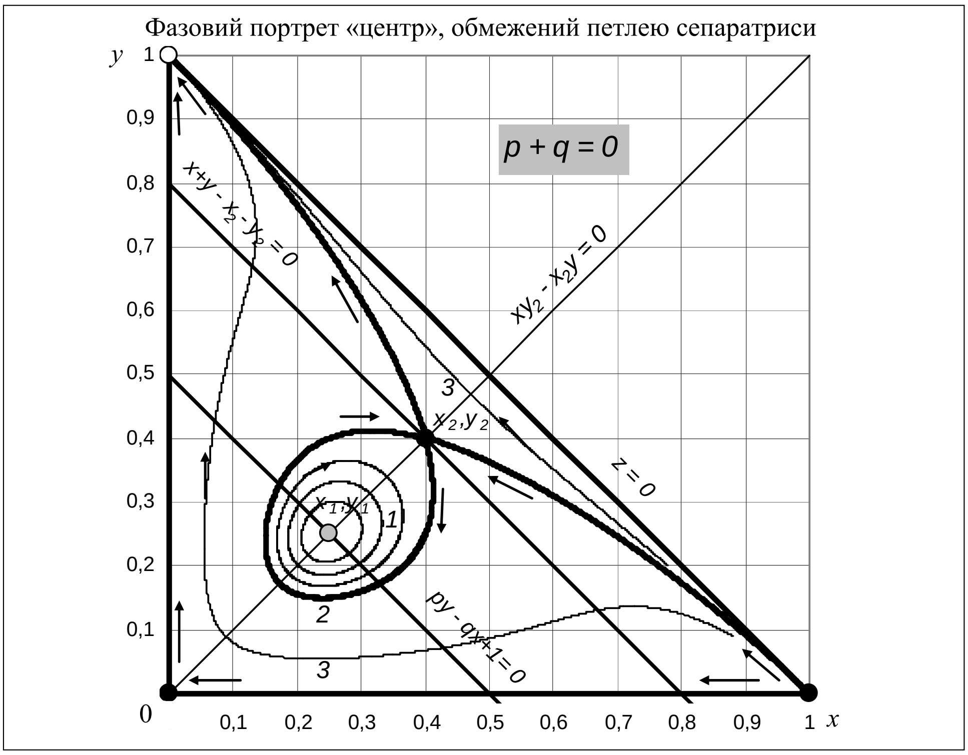

Рис. 3. Графічний образ ситуації «компроміс»

Цю величину фактично можна вважати за масштаб компромісу. Точка (x_2, y_2), розташована на лінії (див. (36)–(38))

$$x + y - x_2 - y_2 = x + y - (1 - z_2) = 0\,, \tag{66}$$

і є точкою біфуркації, в околі якої розгалужуються траєкторії *1* та *3*, що прямують до стійкого стану монопольного типу (45).

Згідно із (56) – (58) точка біфуркації (x_2, y_2) є нестійкою. Вона має назву «сідло».

За теорією І. Пригожина [1, 3, 6] будь-яка система містить у собі підсистеми, які безустанно флуктують. Іноді окрема флуктуація або їх комбінація може підсилитися (внаслідок позитивного зворотного зв'язку) до такого рівня, що існуюча система не витримує й руйнується. У такій ситуації, що має назву «точка біфуркації», принципово неможливо передбачити напрямок наступного розвитку подій: буде стан системи хаотичним чи вона перейде до іншого рівня організації. І. Пригожин припускає можливість спонтанного виникнення порядку та організації з безпорядку й хаосу як наслідок процесу самоорганізації [6].

Саме таку когерентну впорядковану в часі поведінку у вигляді незатухаючих коливань демонструє система в околі точки (x_1, y_1) (див. рис. 3) у разі, коли присутність «третьої сили» перевищує біфуркаційне значення z_2. У протилежному випадку верх беруть траєкторії *3*.

Існування незатухаючих коливань забезпечується умовами (див. (52), (59)

$$p + q = 0, \tag{67}$$

що означає керований когерентний вплив на процес спілкування з метою створення сценарію «компроміс». На рис. 4 показано можливість забезпечення такого сценарію у будь-якій області фазового простору. Співвідношення (59) між координатами точки біфуркації та центру коливань є критерієм існування сценарію «компроміс» як границі між «згодою» та «незгодою» (наприклад, воно застосовується у парламентах для перерозподілу між переможцями виборів частки голосів прихильників ідей — «невдах»). У разі його порушення виникають інші сценарії, рушійною силою яких є тенденції типу траєкторій *3* на рис. 3.

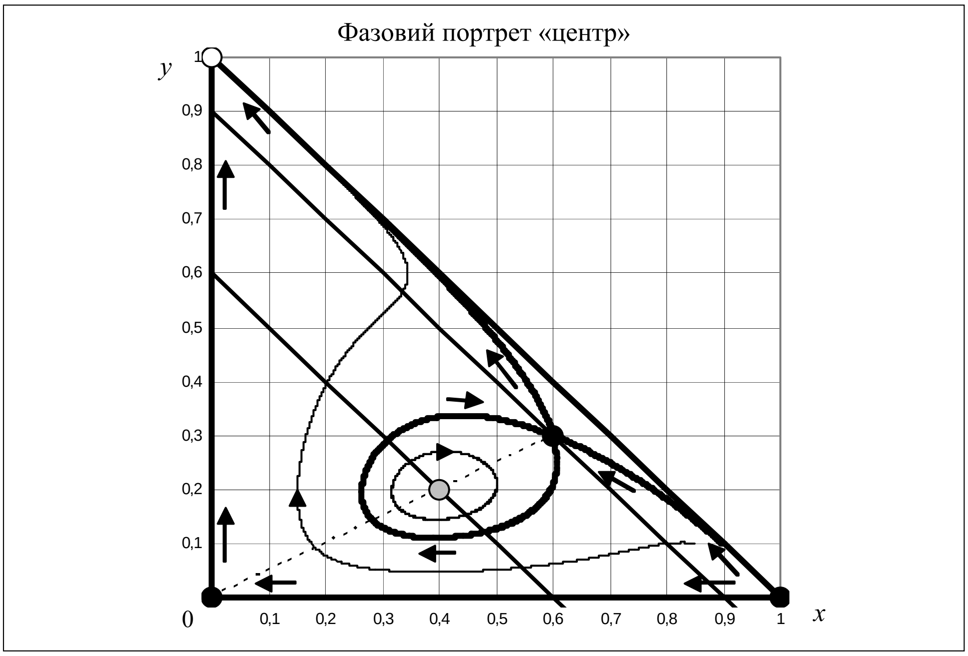

Рис. 4. Сценарій «компроміс»

Таким чином, математичним образом сценарію «компроміс» є обмежені петлею сепаратриси коливання типу «центр». Відомо, що перехід до коливального руху супроводжується зниженням ентропії системи як міри впорядкованості [1].

На рис. 5 показано графічну інтерпретацію сценарію «згода». Стаціонарні точки (x_1, y_1) та (x_2, y_2) розташовані на лініях, які визначаються співвідношеннями (36)–(38).

Період коливань в околі стаціонарного стану (x_1, y_1) визначається з використанням (21), (53)

$$\frac{T_1}{T_s} = \frac{2}{\sqrt{\Delta_1}} . \qquad (68)$$

Математичним образом сценарію «згода» є «стійкий фокус» («забування» початкових умов, притаманне живим системам). Це — норма для сталого демократичного суспільства.

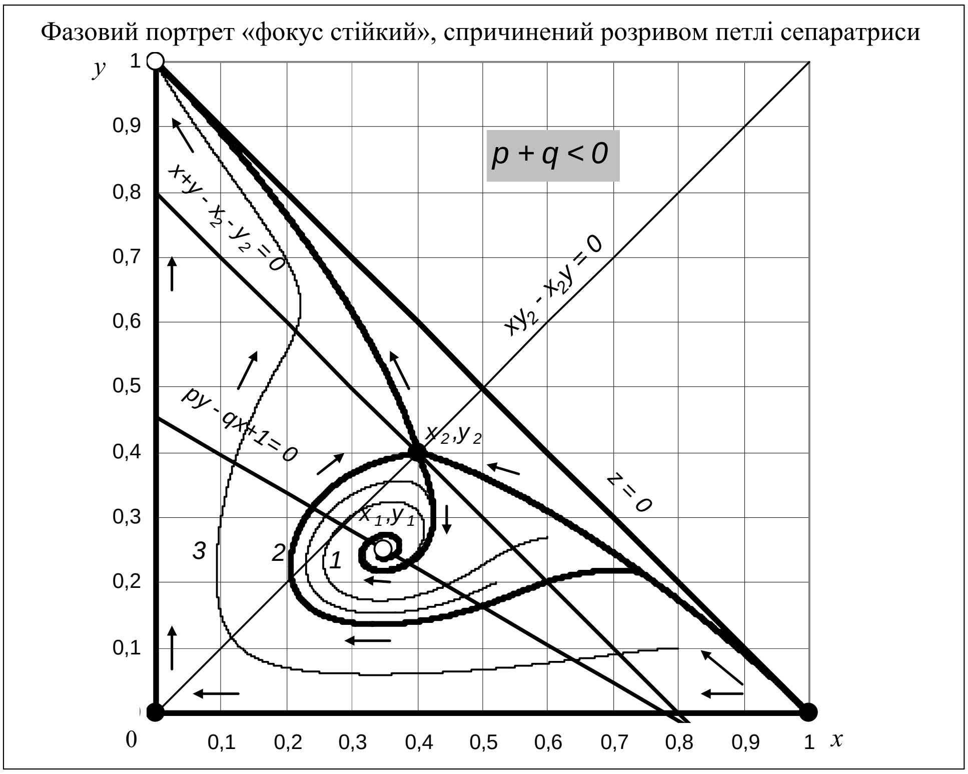

Рис. 5. Графічний образ ситуації «згода» – «стійкий фокус»

Точка (x_1, y_1) є стійким стаціонарним станом, до якого збігаються траєкторії *1* з початкових умов, що є некритичними для існування системи. Проте існують критичні траєкторії *3*, які система не здатна компенсувати.

На рис. 6 показано графічну інтерпретацію сценарію «незгода». Єдина стійка точка — стаціонарний стан монопольного типу (45).

Система як сукупність ідей не здатна до самостійного існування внаслідок відмови від ідейного співіснування.

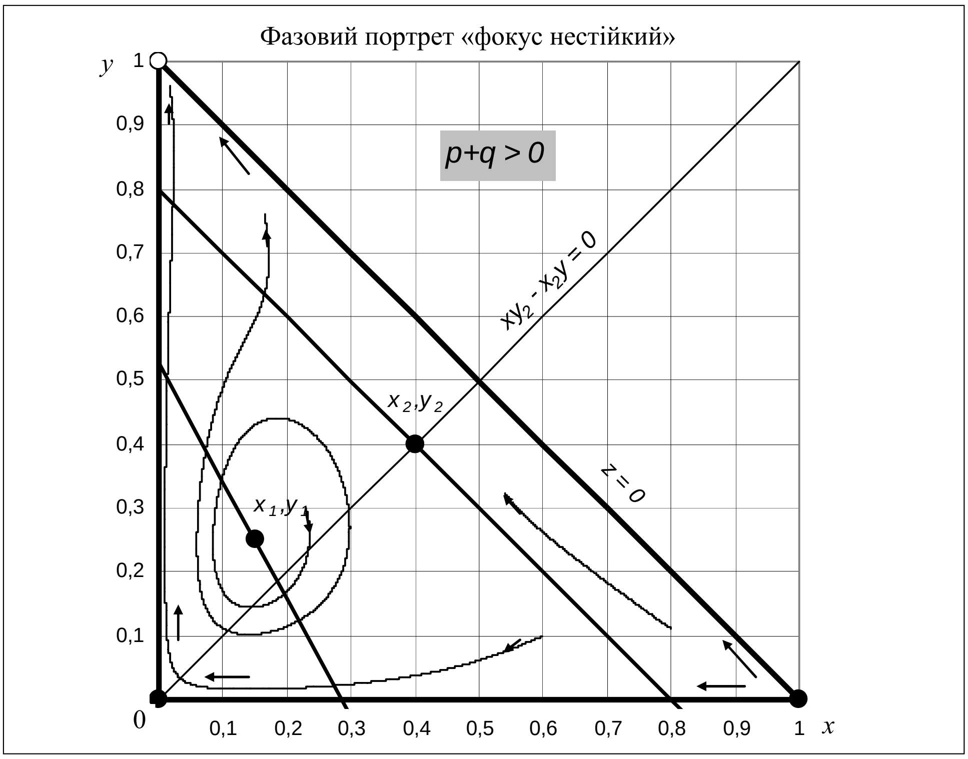

Рис.6. Графічний образ ситуації «незгода – нестійкий фокус»

ВИСНОВКИ

1. Моделювання процесів спілкування виявляє їх коливальний характер як прагнення до впорядкованості.

2. Коливання процесів спілкування не набувають характеру «граничного циклу», що визначає їх походження, радше, як культурне надбання суспільства, ніж його біологічний ритм.

3. Центр коливань пріоритетів суспільства не є його стійким стаціонарним станом. Будь-яке відхилення від нього породжує коливальний процес. Коливання мають неперервний спектр частот, що характеризує їх як «шум» без жорстко визначених параметрів. Іншими словами, система спілкування як сукупність різних ідей «мандрує» різними орбітами і не здатна демпфірувати збурення та відтворювати часову поведінку, тобто не має стійкої стаціонарної орбіти. Цю особливість можна вважати наслідком здатності суспільства набувати з плином часу життєвого досвіду, тобто перетворюватися на систему, орієнтовану в часі.

4. За малих відхилень від центру коливання відбуваються практично з постійним періодом. (Як приклад це можна вважати за аналог сталих демократичних систем, коли має сенс постійний інтервал часу між виборами. Хоча і в цьому випадку іноді відбуваються дострокові вибори, а от пролонгують владні повноваження лише в екстремальних ситуаціях.)

5. Значні відхилення від центру є індикатором завжди існуючих в суспільстві стимулів до монополізації певної ідеї і супроводжуються збільшенням періоду коливань. (Можливо, завдяки цьому фактору незмінний інтервал часу між виборами структур влади в перехідний до демократії період викликає у суспільстві прагнення до дострокових змін.)

6. Почерговий успіх конкуруючих ідей слід вважати об'єктивним явищем.

7. Переважно штучний характер процесів спілкування вимагає застосування їх регуляції з метою стабілізації у певних загальновизнаних цивілізаційних межах.

8. Спілкування в цивілізованому суспільстві має бути керованим (за суспільними законами) динамічним процесом, оснащеним механізмом компенсації збурень різної природи, щоб запобігти збільшенню амплітуди коливань. При цьому треба зважати на зміни структури фазового простору системи спілкування при різному застосуванні керування ($p+q=0$; $p+q<0$; $p+q>0$).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. — М.: Мир, 1979. — 512 с.
2. *Повещенко Г.П.* Модель взаємовпливу популяції та довкілля // Доп. НАН України. — 2001. — № 12. — С. 71–77.
3. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. — М.: Мир, 1990. — 342 с.
4. *Исида К.* Неравновесная термодинамика гиперциклов. Термодинамика и регуляция биологических процессов. — М.: Наука, 1984. — 238 с.
5. *Дж. Марри*. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. — М.: Мир, 1983. — 397с.
6. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. — М.: Прогресс, 1986. — 431 с.

Надійшла 29.05.2007