

5. Хагарян С. Р. Прикладные методы математического моделирования экономических систем. — М.: Экзамен, 2002.

6. <http://www.ukrstat.gov.ua>

7. <http://www.bank.gov.ua/Statist/Macro.htm>

8. <http://www.prostobank.ua>

9. <http://www.blagovest.ua>

10. <http://www.domik.net>

11. <http://www.ahml.ru>

12. <http://www.unia.com>

13. <http://www.ipoteka.gov.ua>

14. <http://www.kpss.com.ua>

УДК 330:51(075.8)

Ю. В. Коляда, докторант,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

ЕВОЛЮЦІЯ ЕКОНОМІКИ СУСПІЛЬСТВА В ПРОСТОРІ «КОРУПЦІЯ — ТІНЬОВА ЕКОНОМІКА — ЛЕГАЛЬНА ЕКОНОМІКА»: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ЯКІСНІ ОЦІНКИ

АНОТАЦІЯ. Вперше економічна структура суспільства описується в координатах «корупція N_1 — тіньова економіка N_2 — валовий продукт — N_3 легальної економіки». При одній гіпотезі щодо співіснування зазначених складових економічного процесу вписані диференціальні рівняння його динаміки. Змінним математичної моделі (ММ) та самого процесу подій надано якісні оцінки, відповідно до яких негативні явища щезатимуть (дійсність засвідчує протилежне) або співіснуватимуть з легальною економікою, сягаючи щонайменшого свого рівня. Останнє більше відповідає реаліям економічного буття.

ANNOTATION. The economic structure of society have been described by coordinates «corruption N_1 — shadow economy N_2 — national produc — N_3 legal economy» for the first time. According to one hypothesis of the co-existence such part of economic process have been written the differential equations of it's dynamic. Variables of model and process have been described by quality standards. According to them negative phenomenon will disappear (reality have been evidence of the opposite) or be co-existing with legal economy and reaching a minimum. The last answers to realities of economic stays.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: економіка, координати її стану, математична модель, якісне дослідження.

Вступ. Саме по собі математичне моделювання легальної економіки (ЛЕ), яке вже має [1] свою історію, методологію та ін-

струментарій, спряжене з цілком зрозумілими значними труднощами, які на порядок зростають у задачах динаміки. Ще більші перепони з'являються на шляху комп'ютерного моделювання таких негативних явищ, як корупція і тіньова економіка (ТЕ) — вічних супутників офіційного (легального) економічного процесу.

Перші вітчизняні роботи по моделюванню корупції з'явилися недавно, в іноземній літературі — дещо раніше [2—3]. Феноменологічне вивчення соціально значущих, але негативних за змістом явищ відбувається в межах кожного з них, хоча між ними, безумовно, існує взаємодія.

Огляд стану справи. Цей короткий аналіз здійснено з посиланням на праці [2—3], в яких наведена бібліографія головним чином для проблеми моделювання корупції. Дещо гірша ситуація має місце стосовно тіньової економіки. В тезах сутність критичного аналізу проблеми полягає в наступному.

Абсолютно слухна думка про нагальний характер розробки теорії економіки корупції, особливо для економічної системи перехідного періоду.

Існує теорія корупційної рівноваги, яка наголошує на фундаментальних причинах. Виокремлено факт, що стійкий рівноважний рівень корупції раптом стає нестійким.

Подається огляд напрямів і підходів щодо вивчення феномену корупції, тіньової економіки, встановлюються їх причини (фундаментальні, організаційні, соціетальні). Також розглядаються проблеми моделювання цих негативних явищ, труднощі якого пов'язані з відсутністю статистичних даних про їх масштаб, прояви і правила, що діють серед корумпованої спільноти. Хоча стосовно розвинутих капіталістичних економік появились праці, присвячені статистичному аналізу проблем корупції.

Своєрідний і цілком зрозумілий інтерес викликає вивчення динаміки негативних явищ у суспільстві, можливість виникнення циклів і нестійкостей.

Число праць із вивчення за допомогою моделювання проблем корупції тіньової економіки як самостійних зовсім не велике.

Справжнє дослідження зазначеного вище на підґрунті математичного і комп'ютерного моделювання тільки починається, маючи на меті вивчити їх сумісну дію.

Постановка проблеми дослідження. Хоча кожне окремо взяте явище (координати простору економічних подій) заслуговує самостійного вивчення, що продовжується донині, але реалії економічного життя свідчать, що корупція, тіньова економіка і легальна співіснують, якби ідуть поруч, взаємодіючи. Отже, декомпо-

зиція економічного процесу і окреме дослідження кожної складової (явища), виправдане надзвичайною в силу певних причин складністю, все ж таки є дещо алогічне. Саме тому результати такого дослідження можуть претендувати тільки на якесь наближення до істини.

Цілком природно і більш доцільно цей сукупний економічний процес розглядати як єдиний з позиції макроекономічної динаміки, не розриваючи існуючих (не завжди правомірних) зв'язків.

Гострота сформульованої проблеми відчувалась завжди, не вщухла дотепер, особливим чином вона постала для суспільства з нестійким економічним механізмом або економіки перехідного періоду.

Основні результати. Нижче пропонується математична модель (ММ) динаміки взаємодії корупції, тіньової і легальної економіки суспільства. Ця модель суттєво динамічна, не будучи послідовністю статичних станів.

Для початку висловимо основну гіпотезу: вважається, що корупція живиться тіньовою економікою (ТЕ), а вона в свою чергу існує на фоні легальної економіки (ЛЕ), причому її зростання нічим не обмежується. Зрозуміло, корупція гине за відсутності ТЕ, котра також не має підстав для свого існування (не повинна існувати, але...).

Звичайно, таке припущення не відображає у всій повноті взаємозв'язки і взаємовпливи між корупцією і ТЕ, які паразитують на тілі офіційно діючої економіки. Але такий підхід дозволяє вбачити пряму аналогію з однією відомою [5] в математичній біології задачею про співіснування трьох видів. Таким чином, система диференціальних рівнянь має вигляд:

$$\begin{aligned}\beta_1 \frac{dN_1}{dt} &= (-\alpha_1 \beta_1 + a N_2) N_1; \\ \beta_2 \frac{dN_2}{dt} &= (-\alpha_2 \beta_2 - a N_1 + b N_3) N_2; \\ \beta_3 \frac{dN_3}{dt} &= (\alpha_3 \beta_3 - b N_2) N_3,\end{aligned}\tag{1}$$

де функції $N_i(t)$ ($i = 1, 2, 3$) диференційовні, а їх числові значення відповідають рівнянням корупції, ТЕ і ЛЕ; α_i, β_i, a, b — коефіцієнти.

Отже, система рівнянь (1) являє собою відому в іншому контексті ММ макроекономічної динаміки. Для неї виконуються умови теореми про існування розв'язку на відрізку $[t_0, T]$.

Для ММ (1) має місце перший інтеграл

$$N_1^{b\beta_1} N_3^{\beta_3 a} = C \exp\{(\alpha_3 \beta_3 a - \alpha_1 \beta_1 a)t\}, \quad (2)$$

де C — стала інтегрування. Дійсно, попередньо домноживши перше рівняння ММ (1) на сталу b легко записати ланцюжок перетворень:

$$b\beta_1 \frac{dN_1}{N_1} = -\alpha_1 \beta_1 b + abN_2; \quad b\beta_1 \ln N_1 \Big|_{t_0}^t = \int_{t_0}^t (-\alpha_1 \beta_1 b + abN_2) dt;$$

$$N_1^{b\beta_1}(t) = N_1^{b\beta_1}(t_0) \exp\left\{\int_{t_0}^t (-\alpha_1 \beta_1 b + abN_2) dt\right\}.$$

Аналогічним чином, домножуючи третє рівняння ММ(1) на сталу a , отримується інтеграл $N_3^{a\beta_3}(t) = N_3^{a\beta_3}(t_0) \exp\left\{\int_{t_0}^t (-\alpha_3 \beta_3 a + aaN_2) dt\right\}$. Множенням отриманих виразів, скориставшись властивістю $e^A e^B = e^{A+B}$ експоненти, отримується (2), де $C = N_1^{b\beta_1}(t_0) N_3^{a\beta_3}(t_0)$.

З третього рівняння ММ (1) отримується нерівність $\frac{d(\ln N_3)}{dt} < \alpha_3$, а з неї оцінка $N_3 > N_3(0) \exp\{\alpha_3(T - t_0)\} \Leftrightarrow N_3 < L_1$ про експоненціальне зростання ЛЕ. До речі, ця оцінка відповідає основній тезі класичної (лінійної парадигми) теорії економічної динаміки.

Таким же чином знаходяться інші оцінки зверху:

$$N_3 < N_3(0) \exp\left\{\frac{b}{\beta_2} N_3(0) \exp\{\alpha_3(T - t_0)\}\right\} (T - t_0) \Leftrightarrow N_2 < L_2.$$

Легко записуються нижні оцінки. Наприклад, справедливо записати $\frac{d}{dt}(\ln N_3) > -\frac{\alpha_3 \beta_3 + bL_2}{\beta_2}$, звідки випливає нерівність

$$N_3 > N_3(0) \exp\left\{-\frac{\alpha_3 \beta_3 + bL_2}{\beta_2} (T - t_0)\right\}.$$

Особливі точки (стаціонарні або покою) записуються $(0;0;0)$, $\left(0; \frac{\alpha_1 \beta_1}{a}; \frac{\alpha_2 \beta_2}{b}\right)$, $\left(0; \frac{\alpha_3 \beta_3}{b}; \frac{\alpha_2 \beta_2}{b}\right)$. Їх координати є розв'язки алгебраїчної системи, що утворюється з (1) при умові $\frac{dN_i}{dt} = 0$, $(i = 1, 2, 3)$.

Значення функцій N_2 і N_3 не можуть бути меншими, ніж менше з координат $\left(\alpha_3 \beta_3 / b\right)$ і $\left(\alpha_1 \beta_1 / a\right)$ для N_2 і $\left(\alpha_2 \beta_2 / b\right)$ для N_3 ,

бо їх графіки прагнуть до стаціонарних точок. Отже, не можливо, щоб одна із цих функцій чи обидві одночасно прагнули до нуля при $t \rightarrow \infty$.

По-іншому, ні ТЕ чи ЛЕ не можуть щезнути. Дійсно, в економіці суспільства будь-якого типу існує ТЕ і вся заковика полягає лише в свідомому цілеспрямованому зниженню її рівня.

Для нерівності $(\alpha_3\beta_3a - \alpha_1\beta_1b) < 0$ на підґрунті (2) величина $N_1^{\beta_1b} N_3^{\beta_2a} \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$. Оскільки $N_3 \neq 0$, то $\lim_{t \rightarrow \infty} N_1 = 0$, тобто в деякій момент часу корупція згине.

З огляду на нерівність $\alpha_3\beta_3a < \alpha_1\beta_1b$ та вище сказане про функції N_2 і N_3 робиться висновок, що N_2 не може прагнути до $\left(\alpha_3\beta_3/b\right)$ по значеннях, не більших цієї границі, N_3 не може прагнути до $\left(\alpha_2\beta_2/b\right)$ по менших значеннях.

У випадку нерівності $(\alpha_3\beta_3a - \alpha_1\beta_1b) > 0$ справедливо $N_1^{\beta_1b} N_3^{\beta_2a} \rightarrow \infty$, тобто одночасно функції не можуть бути обмеженими.

В окремому випадку, коли $N_1 \rightarrow 0$, а функції N_2 і N_3 залишаються в околі стаціонарних точок $\left(\alpha_3\beta_3/b\right)$ і $\left(\alpha_2\beta_2/b\right)$, мають місце точні формули, якими описується розглядувана ситуація. На підґрунті цих формул дійшли до висновку: для співвідношення $\frac{\alpha_3\beta_3}{b} < \frac{\alpha_1\beta_1}{a}$ між коефіцієнтами ММ обов'язково щезає корупція.

Розглянемо модифіковану конструкцію ММ (1):

$$\begin{aligned} \beta_1 \frac{dN_1}{dt} &= (-\alpha_1\beta_1 + aN_2)N_1; \\ \beta_2 \frac{dN_2}{dt} &= (-\alpha_2\beta_2 - aN_1 + bN_3)N_2; \\ \beta_3 \frac{dN_3}{dt} &= (\alpha_3\beta_3 - \lambda N_3 - bN_2)N_3, \end{aligned} \quad (3)$$

надаючи в третє рівняння додаток $(-\lambda N_3)$, призначення якого сприяти затуханню функції N_3 (щоб рівняння моделі ставали прийнятними для великих значень N_3).

Має місце рівність типу (2):

$$N_1^{\beta_1 b} N_3^{\beta_3 a} = \exp\left\{(\alpha_3 \beta_3 a - \alpha_1 \beta_1 a)t - a\lambda \int_{t_0}^t N_3 dt\right\}. \quad (2a)$$

Дійсно, перше і третє рівняння ММ (3) переписуються $\frac{\beta_1}{a} \frac{d}{dt}(\ln N_1) = \frac{\alpha_1 \beta_1}{a} - N_2$ і $\frac{\beta_3}{b} \frac{d}{dt}(\ln N_3) = \frac{\alpha_3 \beta_3}{b} - N_2 - \frac{\lambda}{b} N_3$. Додаючи їх та домноживши на (ba) , з використанням похідної суми двох функцій та операції потенціювання отримується тривіальне диференціальне рівняння $\frac{d}{dt}(\ln N_1^{\beta_1 b} N_3^{\beta_3 a}) = \alpha_3 \beta_3 a - \alpha_1 \beta_1 b - \lambda a N_3$, розв'язком якого є вираз (2a).

Детальніше розглянемо випадок $\alpha_3 \beta_3 a - \alpha_1 \beta_1 b > 0$.

Корені алгебраїчної системи рівнянь пошуку координат стаціонарних точок записуються: $q_2 = \frac{\alpha_1 \beta_1}{a}$; $q_3 = \frac{a\alpha_3 \beta_3 - \alpha_1 \beta_1 b}{a\lambda}$; $q_1 = \frac{b(a\alpha_3 \beta_3 - b\alpha_1) - a\lambda \alpha_2 \beta_2}{a^2 \lambda}$. Саме в такому порядку вони шукаються.

Для досить малих значень λ всі корені додатні, тобто існуватимуть обмежені варіації для всіх функцій, причому $N_3 \rightarrow q_3$. Взагалі користуючи, з-за наявності хоча б однієї з границь для N_1 чи N_2 , вся економічна система, описувана ММ (3), прагнутиме до стаціонарного стану (q_1, q_2, q_3) .

У випадку $(b(a\alpha_3 \beta_3 - b\alpha_1) - a\lambda \alpha_2 \beta_2) < 0$, що має місце для великих λ , у деякий момент часу функція $N_1 \rightarrow 0$, тобто корупція щезатиме. Що відбуватиметься з іншими функціями?

Еволюція ТЕ та ЛЕ описуватиметься варіаціями розв'язків наступної системи рівнянь:

$$\begin{aligned} \beta_2 \frac{dN_2}{dt} &= (-\alpha_2 \beta_2 + bN_3)N_2 \\ \beta_3 \frac{dN_3}{dt} &= (\alpha_3 \beta_3 - \lambda N_3 - bN_3)N_3 \end{aligned} \quad (4)$$

Її особливі точки $\left(\frac{b\alpha_3 \beta_3 - \lambda \alpha_2 \beta_2}{b^2}; \frac{\alpha_2 \beta_2}{b}\right)$.

Якщо $(b\alpha_3\beta_3 - \lambda\alpha_2\beta_2) < 0$, то існує граничний стан — стаціонарна точка. Для протилежної нерівності спостерігається наступне. Для $\lambda > \frac{b\alpha_3\beta_3}{\alpha_2\beta_2}$ ТЕ і ЛЕ існують; корупція матиме місце, якщо $\frac{b}{a} \frac{\alpha\alpha_3\beta_3 - \alpha_1\beta_1b}{\alpha\alpha} > 0$ і більше λ , і щезатиме в протилежному випадку.

Для нерівності $\lambda < \frac{b\alpha_3\beta_3}{\alpha_2\beta_2}$ функції $N_i \rightarrow 0$ ($i=1,2$), тобто корупція і ТЕ щезатимуть, а ЛЕ існуватиме. Очевидно, що це ідеальний варіант для суспільства.

Висновки. Сформульовано гіпотезу про взаємне існування в суспільстві корупції, тіньової (ТЕ) та легальної (ЛЕ) економіки. На підґрунті головного припущення виписано ММ функціонування економічного механізму за наявності в суспільстві таких потворних явищ як корупція і ТЕ.

За допомогою якісного моделювання встановлено співвідношення між коефіцієнтами ММ, залежно від яких матимуть місце наступні варіанти: а) корупція і ТЕ щезатимуть — найкраща можливість для суспільства; б) зникатиме тільки корупція; в) негативні явища співіснуюватимуть з ЛЕ, паразитуючи на тілі суспільства (офіційної економіки).

Ще одне призначення ММ (1), (3) і (4) нам вбачається в тому, що в результаті масштабного обчислювального експерименту отримуватиметься детальна економічна інформація про діяльність офіційної економіки в умовах присутності негативних явищ корупції і тіньової економіки (ТЕ). Зважаючи на цілковиту відсутність систематичних статистичних даних такої діяльності, але все ж таки наявності поодинокого характеру інформації, можна ідентифікувати ММ, впевнитись в їх адекватності. Це даватиме можливість генерувати так потрібну суспільству інформацію про співіснування корупції, ТЕ і офіційної економіки. Зрозуміло, такого роду інформація носитиме превентивний характер, орієнтуватиме владні органи на прийняття належних рішень.

Література

1. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шарапов О. Д. та ін. Економіко-математичне моделювання: Навч. посібник/ За заг. ред. В. В. Вітлінського. — К.: КНЕУ, 2008. — 536 с.

2. Полтерович В. М. Факторы коррупции//Экономика и математические методы. — 1998. — т. 34. — Вып. 3. — С. 30—39.
3. Левин М. И., Цирик М. Л. Коррупция как объект математического моделирования// Экономика и математические методы. — 1998. — т. 34. — Вып. 3. — С. 40-61.
4. Левин М. И., Цирик М. Л. Математические модели коррупции // Экономика и математические методы. — 1998. — т. 34. — Вып. 4. — С. 34—55.
5. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование: Пер. с франц. — М.: Наука, 1976. — 288 с.

УДК: 519.866:332.14

В. В. Хорошун, канд. екон. наук,
Запорізька державна інженерна академія

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ БЮДЖЕТНИХ КОШТІВ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ

АНОТАЦІЯ. У статті представлені концептуальні основи моделювання видаткової частини місцевого бюджету, запропонована модель планування видатків бюджетів адміністративно-територіальних одиниць, сформовано сценарії розподілу фінансового резерву бюджету Запорізької області. Актуальність теми визначається необхідністю створення ефективної системи розподілу видатків на місцевому рівні в умовах обмежених фінансових ресурсів для формування збалансованого місцевого бюджету.

THE SUMMARY. In the article conceptual bases of modelling of an account part of the local budget are submitted, the model of planning of costs of budgets of administrative and territorial units is offered, is generated scripts of distribution of a financial reserve of the budget of Zaporozhye area. The urgency of a theme is defined by necessity of creation of an effective system of distribution of costs at a local level in conditions of the limited financial resources for formation of the balanced local budget.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Місцевий бюджет, розподіл видатків, планування бюджету, фінансовий резерв, моделювання, управління.

В сучасних умовах розвитку ринкових відносин місцеві бюджети є гарантами стабільного соціально-економічного життя суспільства, за їх допомогою втілюються загальнодержавні програми, пов'язані з розвитком галузей народного господарства, здійснюється підтримка вітчизняних виробників, фінансуються програми з підвищенням життєвого рівня населення, створюються нові робочі місця. Через місцеві бюджети складаються певні фінан-