

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МОЖЛИВОЇ СКЛАДНОЇ ВІДКРИТОЇ
ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

Описано математичну динамічну модель можливої складної відкритої економіки України. У моделі взято до уваги аграрне й промислове виробництво, проектування та виробництво сільгосптехніки й засобів промислового виробництва, прикладні та фундаментальні наукові дослідження. Враховано детерміновані та випадкові комерційні зв'язки між названими групами учасників господарських відносин, прямиї та непрямі впливи фундаментальної й прикладної науки на виробництво, а також – імпорт усіх видів продуктів, можливість платного доступу до результатів іноземних наукових досліджень та витрати на демонтаж старих та введення в експлуатацію нових виробничих фондів. Економічні процеси описано за динамікою капіталу, виробничих фондів, землі та динамікою ціноутворення. На основі динамічних змінних моделі встановлено критерії, необхідні для вдосконалення та розвитку економіки. На основі цих критеріїв та якісного аналізу розв'язків моделі показано, що в нашій країні можливе або виникнення складної відкритої економіки, або навпаки, – її спрощення та перетворення на колоніальний додаток до економіки Заходу чи Сходу.

Ключові слова: економіка України, математичне моделювання, фізична економіка, теоретична економіка, економічна політика, колоніалізм.

Планування внутрішньої економічної структури, вироблення ефективних комерційних відносин та розроблення ефективного регуляторного впливу є важливими питаннями сучасного розвитку України. На жаль, вони пов'язані з гострими соціально-економічними проблемами – бідністю, безробіттям, посиленням структурних диспропорцій в економіці, демографічними погіршеннями. Такі кризові процеси є предметом вивчення багатьох наукових робіт, зокрема, – праць Л. Гринів та співавторів [1], Л.М. Буяк [2, 3] та інших авторів. Так, у роботі [4] за допомогою методів математичного моделювання розкрито особливості економічних процесів в економіці нашої країни в контексті її розміщення між Сходом і Заходом [5, 6]. У роботі [7] показано можливе порушення ринкової та соціальної рівноваги в економіці нашої країни під час її зближення з економікою Європейського Союзу й впровадження європейських соціальних стандартів [8]. У публікації [9] показано, що інвестування в низькопродуктивну економіку, які не обмежені певними регуляторними нормами, призводять до посилення соціальних суперечностей.

Проте, в цих роботах не взято до уваги складності [10] економіки, зокрема – її можливого ускладнення або спрощення внаслідок зближення з союзами, –Європейським чи Митним. Також опущено питання удосконалення економіки як відкритої системи. Принципову важливість відкритості економіки відзначено в роботах І.Р. Юхновського [11]. У роботах В.І. Вернадського встановлено емпіричне узагальнення, що ускладнення входження елементів у біосферу є нормальним процесам, а спрощення – ненормальним [12]. Це, зокрема, стосується економіки. У працях М. Руденка [13, 14] а також у роботі [15] відзначено, що під час колоніальної залежності України від Європи [16] і Росії в нашій країні відбувалося спрощення структури економіки і природної різноманітності довкілля.

У зв'язку з цим постає актуальна задача дослідити відкритість та ускладнення економіки нашої країни з погляду її можливого зближення з союзами, Митним чи Європейським. Для розв'язання цієї задачі застосуємо методи математичного моделювання.

Вважатимемо, що аграрний продукт виробляють одноосібні власники паїв (їхня кількість n_1), власники малих (n_2) та великих (n_3) фермерських господарств, які орендують землю у пенсіонерів-власників паїв (n_0). У сільському господарстві працюють n_4 робітників. Промисловий продукт виробляють на малих (n_5) та великих (n_6) промислових підприємствах, де працюють n_7 робітників. Техніку для сільського господарства виробляють на малих (n_8) та великих (n_9) підприємствах з виробництва засобів для аграрного виробництва, де працюють n_{10} робітників. Устаткування для промисловості виробляють на малих (n_{11}) та великих (n_{12}) підприємствах з виробництва засобів для промислового виробництва, де працюють n_{13} робітників. Техніку для аграрного і промислового виробництва проектують у малих (n_{14}) і великих (n_{15}) конструкторських бюро (КБ), де працюють n_{16} інженерів. Прикладні наукові роботи виконують у малих (n_{17}) і великих (n_{18}) науково-дослідних інститутах (НДІ), де працюють n_{19} науковців. Фундаментальні дослідження виконують у малих (n_{20}) та великих (n_{21}) НДІ з таких досліджень, де працюють n_{22} науковців. Аграрний і промисловий продукт споживають названі учасники економіки та пенсіонери (n_{23}), працівники освіти, культури, медицини (n_{24}), службовці (n_{25}). Юридичними особами є лише НДІ ($i = 17, 18, 20, 21$), решта учасників економіки – фізичні особи. Усі підприємства, КБ та НДІ діють на умовах самофінансування з частковим державним замовленням.

Позначимо групи учасників економіки – фізичних осіб $J = \{1, \dots, 16, 19, 22, \dots, 25\}$. Групи учасників економіки, які є власниками створеного ринкового продукту, позначимо $K = \{1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 21\}$, це "економічно активні" учасники економіки. Групи учасників економіки, які отримують сталу зарплату, позначимо $L = \{0, 4, 7, 10, 12, 15, 19, 22, 23, 24, 25\}$, – це "економічно пасивне" населення. Групи всіх учасників економіки позначимо $I = \{0, \dots, 25\}$.

Вважатимемо, що всі учасники економіки мають фінансові ресурси – заощадження u_i ($i \in I$). Економічно активні учасники економіки мають виробничі ресурси v_i , вони платять податок на прибуток χ_i , податок на фонд зарплати ζ_i ($\zeta_1 = 0$), зазнають виробничих витрат λ_i ($i \in K$). Учасники аграрного виробництва мають землю w_i , платять податок за неї ζ_i ($i = 1, 2, 3$). Учасники економіки зі сталим доходом отримують зарплату (пенсію) s_i , з якої платять податок на дохід κ_i ($i \in L$, $\kappa_0 = \kappa_{22} = 0$).

Учасники економіки – фізичні особи витрачають частки своїх заощаджень α_i , β_i ($i \in J$) на споживання відповідно аграрного і промислового продуктів. Економічно активні учасники економіки витрачають частки своїх заощаджень γ_i , δ_i ($i \in K$), відповідно, на виробничі потреби та придбання вироб-

ничих фондів. Учасники аграрного виробництва витрачають частку своїх заощаджень σ_i ($i=1,2,3$) на придбання землі.

Підприємства виробляють товар, КБ – розробляють технічні проекти, НДІ виконують роботи, за яким формують наукові звіти. Кількість таких видів продукту описують виробничі функції $F_{ij}(\gamma_i u_i / p_j)$ ($i \in K, j \in M$), де $M = \{A, B, C, D, E, F, G\}$. Ці індекси вказують відповідно аграрний продукт (A), промисловий продукт (B), сільгосптехніку (C), виробниче обладнання (D), інженерні проекти КБ (E), звіти прикладних НДІ (F), звіти фундаментальних НДІ (G). На внутрішньому ринку також пропонують ці ж види імпортованих продуктів за ціною $\pi_j(t)$ ($j \in M$), яка не залежить від внутрішніх ринкових процесів. Виробники отримують державні замовлення $g_i U$ ($i \in K$), де U – загальна кількість коштів, утворених бюджетними надходженнями.

Кількість аграрного і промислового продукту, спожитого учасниками економіки – фізичними особами, описують відповідно функції споживання $Q_A(\alpha_i u_i / p_A)$, $Q_B(\beta_i u_i / p_B)$ ($i \in J$). Обсяги купівлі сільгосптехніки описує функція $Q_C(\delta_i u_i / p_C)$ ($i \in 1,2,3$). Обсяги купівлі промислових засобів виробництва описує функція $Q_D(\delta_i u_i / p_D)$ ($i \in 5,6$). Обсяги придбання інженерних проектів описує функція $Q_E(\delta_i u_i / p_E)$ ($i = 8,9,11,12$). Кількість прикладних наукових звітів, які були вивчені і освоєні працівниками конструкторських бюро, описує функція $Q_F(\delta_i u_i / p_F)$ ($i = 14,15$). Так само обсяги вивчених і опрацьованих фундаментальних наукових звітів описує функція $Q_G(\delta_i u_i / p_G)$ ($i = 17,18$). Обсяги купівлі або продажі землі описує функція $Q_i(v_i, \gamma_i u_i / p_A, \sigma_i u_i / p_v)$ ($i = 1,2,3$) [17].

Заощадження, обсяг виробничих фондів та земельна власність залежать від детермінованої різниці між їхніми надходженнями й видатками та від випадкової їхньої зміни, яку описують, відповідно, випадкові функції $\xi_i(t)$ ($i \in I$), $\xi_i^y(t)$ ($i \in K$), $\xi_i^y(t)$ ($i = 1,2,3$) з нульовим середнім значенням.

Частки ринків збуту та праці, які належать малим та великим підприємствам, описують параметри:

$$\Delta_{ij} = \frac{\gamma_i u_i}{\gamma_k u_k + \gamma_{k+1} u_{k+1}}, j \in M; i \in \{5,8,11,14,17,20\}, k = i; \Delta_{iA} = \frac{\gamma_i u_i}{\gamma_1 u_1 + \gamma_2 u_2 + \gamma_3 u_3}, i \in \{1,2,3\}.$$

Частки ринків, які належать національним виробникам та імпортерам, описують відповідно параметри:

$$D_j = p_j [p_j + \pi_j]^{-1}, P_j = \pi_j [p_j + \pi_j]^{-1} (j \in M).$$

Для простоти запису позначимо витрати фізичних осіб ($i \in J$) на особисте споживання аграрного і промислового продукту, виробленого національними виробниками та імпортованого, таким символом:

$$T_i = p_A Q_A(D_A \alpha_i u_i / p_A) + \pi_A Q_A(P_A \alpha_i u_i / \pi_A) + p_B Q_B(D_B \beta_i u_i / p_B) + \pi_B Q_B(P_B \beta_i u_i / \pi_B).$$

Фермери платять орендодавцям плату за оренду обсягом W від вартості виробленого продукту.

Розглянемо рівняння моделі. Швидкість зміни заощаджень громадян зі сталим доходом пропорційна різниці між їхнім доходом і видатками на особисте споживання:

$$\frac{du_i}{dt} = s_i(1 - \kappa_i) - T_i + \xi_i(t), i \in \{4, 7, 10, 12, 15, 19, 22, 23, 24, 25\}. \quad (1)$$

Швидкість зміни заощаджень фермерів пропорційна різниці між доходами від збуту продукції та видатками на особисте споживання видатками на зарплату робітникам, на виробничі потреби, на придбання сільгосптехніки та землі, на виплату орендодавцями за орендовану землю ($i = 2,3$):

$$\begin{aligned} \frac{du_i}{dt} = & \frac{\Delta_{iA}}{n_i} \sum_{j \in J} n_j p_A Q_A(D_A \alpha_j u_j / p_A) - T_i - \frac{\Delta_{iA}}{n_i} n_A s_A (1 + \zeta_i) - w_i \zeta + \xi_i(t) - \\ & - p_A (1 + \chi_i + \lambda_i) \left[w_i + \frac{\Delta_{iA} w_0 n_0}{n_i} \right] F_{Ai}(\gamma_i u_i / p_A, v_i / p_C) - p_C Q_C(D_C \delta_i u_i / p_C) - \\ & - \pi_C Q_C(P_C \delta_i u_i / \pi_C) - p_V Q_V(\sigma_i u_i / p_V) - W \left[w_i + \frac{\Delta_{iA} w_0 n_0}{n_i} \right] F_{Ai}(\gamma_i u_i / p_A, v_i / p_C). \end{aligned} \quad (2)$$

Швидкість зміни заощаджень пенсіонерів-власників паїв пропорційна різниці між їхнім доходом від пенсії та плати за оренду землі і видатками на особисте споживання:

$$\frac{du_0}{dt} = s_0(1 - \kappa_0) + W p_A \sum_{j=2,3} \Delta_{jA} w_0 F_{Aj}(\gamma_j u_j / p_A, v_j / p_C) - T_0 - w_0 \zeta_0 + \xi_0(t). \quad (3)$$

Швидкість зміни заощаджень u_i одноосібних селянських господарств пропорційна різниці між доходом від збуту аграрного продукту та видатками на особисте споживання, на виробничі потреби, придбання сільгосптехніки та землі:

$$\begin{aligned} \frac{du_i}{dt} = & \frac{\Delta_{iA}}{n_i} \sum_{j \in J} n_j p_A Q_A(D_A \alpha_j u_j / p_A) - \pi_C Q_C(P_C \delta_i u_i / \pi_C) - p_V Q_V(\sigma_i u_i / p_V) - \\ & - p_A (1 + \chi_i + \lambda_i) w_i F_{Ai}(\gamma_i u_i / p_A, v_i / p_C) - p_C Q_C(D_C \delta_i u_i / p_C) - T_i - w_i \zeta_i + \xi_i(t). \end{aligned} \quad (4)$$

Швидкість зміни заощаджень власників промислових підприємств пропорційна різниці між доходом від збуту промислової продукції та видатками на особисте споживання, на зарплату робітникам, на виробничі потреби, на купівлю засобів виробництва ($i = 5,6$):

$$\begin{aligned} \frac{du_i}{dt} = & \frac{\Delta_{iB}}{n_i} \sum_{j \in J} n_j p_B Q_B(D_B \beta_j u_j / p_B) - T_i - \frac{\Delta_{iB} n_7}{n_i} s_7 (1 + \zeta_7) + \xi_i(t) - \\ & - p_B \frac{\Delta_{iB} n_7}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Bi}(\gamma_i u_i / p_B) - p_D Q_D(D_D \delta_i u_i / p_D) - \pi_D Q_D(P_D \delta_i u_i / \pi_D). \end{aligned} \quad (5)$$

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств з виробництва сільгосптехніки пропорційна різниці між доходом від збуту промислової продукції та видатками на особисте споживання, на зарплату робітникам, на виробничі потреби, на купівлю проектів нових зразків сільгосптехніки ($i = 8,9$):

$$\begin{aligned} \frac{du_i}{dt} = & \frac{\Delta_{iC}}{n_i} \sum_{j=1,2,3} n_j p_C Q_C(D_C \delta_j u_j / p_C) - T_i - \frac{\Delta_{iC} n_{10}}{n_i} s_{10} (1 + \zeta_{10}) + \xi_i(t) - \\ & - p_C \frac{\Delta_{iC} n_{10}}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Ci}(\gamma_i u_i / p_C) - p_E Q_E(D_E \delta_i u_i / p_E) - \pi_E Q_E(P_E \delta_i u_i / \pi_E). \end{aligned} \quad (6)$$

Швидкість зміни заощаджень власників підприємств з виробництва засобів виробництва для промислових підприємств пропорційна різниці між доходом від збуту засобів виробництва та видатками на особисте споживання, на зарплату робітникам, на виробничі потреби, на купівлю проектів нових зразків засобів виробництва для промислових підприємств ($i = 11, 12$):

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{\Delta_{iD}}{n_i} \sum_{j=5,6} n_j p_D Q_D (D_D \delta_j \mu_j / p_D) - T_i - \frac{\Delta_{iD} n_{13}}{n_i} s_{13} (1 + \zeta_{13}) + \xi_i(t) - p_D \frac{\Delta_{iD} n_{13}}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Di} (\gamma_i \mu_i / p_D) - p_E Q_E (D_E \delta_i \mu_i / p_E) - \pi_E Q_E (P_E \delta_i \mu_i / \pi_E). \quad (7)$$

Швидкість зміни заощаджень власників конструкторських бюро пропорційна різниці між доходом від продажу інженерних проектів та видатками на особисте споживання, на зарплату працівникам, на виробничі потреби, на вивчення і освоєння звітів прикладних науково-дослідних інститутів ($i = 14, 15$):

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{\Delta_{iE}}{n_i} p_E \sum_{j=8,9,11,12} n_j Q_E (D_E \delta_j \mu_j / p_E) - T_i - \frac{\Delta_{iE} n_{16}}{n_i} s_{16} (1 + \zeta_{16}) + \xi_i(t) - p_E \frac{\Delta_{iE} n_{13}}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Ei} (\gamma_i \mu_i / p_E) - p_F Q_F (D_F \delta_i \mu_i / p_F) - \pi_F Q_F (P_F \delta_i \mu_i / \pi_F) \cdot S \quad (8)$$

Швидкість зміни заощаджень (капіталу) прикладних науково-дослідних інститутів пропорційна різниці між доходом від державного фінансування, від плати з виконані роботи (надання прикладних наукових звітів) і видатками на зарплату працівникам, на виробничі потреби, на вивчення і освоєння звітів фундаментальних науково-дослідних інститутів ($i = 17, 18$):

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{\Delta_{iF}}{n_i} p_F \sum_{j=14,15} n_j Q_F (D_F \delta_j \mu_j / p_F) + g_i(U) - T_i - \frac{\Delta_{iE} n_{19}}{n_i} s_{19} (1 + \zeta_{19}) + \xi_i(t) - p_E \frac{\Delta_{iF} n_{19}}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Fi} (\gamma_i \mu_i / p_F) - p_G Q_G (D_G \delta_i \mu_i / p_G) - \pi_G Q_G (P_G \delta_i \mu_i / \pi_G). \quad (9)$$

Швидкість зміни заощаджень (капіталу) фундаментальних науково-дослідних інститутів пропорційна різниці між доходом від державного фінансування, від плати з виконані роботи (надання фундаментальних наукових звітів) і видатками на зарплату працівникам, на виробничі потреби, на вивчення і освоєння наукових звітів іноземних фундаментальних науково-дослідних інститутів ($i = 20, 21$):

$$\frac{du_i}{dt} = \frac{\Delta_{iG}}{n_i} p_G \sum_{j=17,18} n_j Q_G (D_G \delta_j \mu_j / p_G) + g_i(U) - T_i - \frac{\Delta_{iG} n_{22}}{n_i} s_{22} (1 + \zeta_{22}) + \xi_i(t) - p_E \frac{\Delta_{iF} n_{22}}{n_i} (1 + \chi_i + \lambda_i) F_{Gi} (\gamma_i \mu_i / p_G) - \pi_G Q_G (P_G \delta_i \mu_i / \pi_G). \quad (10)$$

Швидкість зміни виробничих фондів пропорційна різниці між обсягами їхнього придбання і зношення:

$$\frac{dv_i}{dt} = \theta_i^v \left[Q_j (k_i^v D_j \delta_j \mu_j / p_i) + Q_j (P_j \delta_j \mu_j / \pi_i) - \mu_i v_i \right], \quad (11)$$

де: $(i, j) = (1, C), (2, C), (3, C), (5, D), (6, D), (8, E), (9, E), (11, E), (12, E), (14, F), (15, F), (17, G), (18, G), (20, G), (21, G)$; θ_i^v – параметр інерційності, μ_i – коефіцієнт зношуваності фондів; $k_i^v = 1$ для $i = 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18$; $k_i^v = 0$ для $i = 20, 21$. Для простоти запису позначимо функції в правій стороні рівнянь (11) символом ω_i , де індекси j визначено за індексами i за описаним вище співвідношенням.

Швидкість зміни обсягів землі пропорційна кількості купленої або проданої землі:

$$\frac{dw_i}{dt} = \theta_i^w Q_v (\sigma_i \mu_i / p_v), \quad (12)$$

де: $i = 1, 2, 3$; θ_i^w – параметр інерційності.

Швидкість зміни ціни аграрного продукту пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_A}{dt} = \theta_A \left[\sum_{j \in J} n_j Q_A (D_A \alpha_j \mu_j / p_A) - n_2 \left(w_2 + \frac{\Delta_{2A} w_0 n_0}{n_2} \right) F_{A2} (\gamma_2 \mu_2 / p_A, v_2 / p_C) - n_3 \left(w_3 + \frac{\Delta_{3A} w_0 n_0}{n_1} \right) F_{A3} (\gamma_3 \mu_3 / p_A, v_3 / p_C) - w_1 F_{A1} (\gamma_1 \mu_1 / p_A, v_1 / p_C) \right], \quad (13)$$

де θ_A – параметр інерційності.

Швидкість зміни ціни промислового продукту пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_B}{dt} = \theta_B \left[\sum_{j \in J} n_j Q_B (D_B \alpha_j \mu_j / p_B) - n_7 \sum_{j=5,6} n_j \Delta_j F_{Bj} (\gamma_j \mu_j / p_B) \right], \quad (14)$$

де θ_B – параметр інерційності.

Швидкість зміни ціни сільгосптехніки пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_C}{dt} = \theta_C \left[\sum_{j=1,2,3} n_j Q_C (D_C \delta_j \mu_j / p_C) - n_{10} \sum_{j=8,9} n_j \Delta_j F_{Cj} (\gamma_j \mu_j / p_C) \right], \quad (15)$$

де θ_C – параметр інерційності.

Швидкість зміни ціни засобів виробництва для промислових підприємств пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_D}{dt} = \theta_D \left[\sum_{j=5,6} n_j Q_D (D_D \delta_j \mu_j / p_D) - n_{13} \sum_{j=11,12} n_j \Delta_j F_{Dj} (\gamma_j \mu_j / p_D) \right], \quad (16)$$

де θ_D – параметр інерційності.

Швидкість зміни ціни проектів засобів виробництва пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_E}{dt} = \theta_E \left[\sum_{j=8,9,11,12} n_j Q_E (D_E \delta_j \mu_j / p_E) - n_{16} \sum_{j=14,15} n_j \Delta_j F_{Ej} (\gamma_j \mu_j / p_E) \right], \quad (17)$$

де θ_E – параметр інерційності.

Швидкість зміни плати за доступ до прикладних наукових звітів пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_F}{dt} = \theta_F \left[\sum_{j=14,15} n_j Q_F (D_F \delta_j \mu_j / p_F) - n_{22} \sum_{j=17,18} n_j \Delta_j F_{Fj} (\gamma_j \mu_j / p_F) \right], \quad (18)$$

де θ_F – параметр інерційності.

Швидкість зміни плати за доступ до фундаментальних наукових звітів пропорційна різниці між попитом і пропозицією:

$$\frac{dp_G}{dt} = \theta_G \left[\sum_{j=17,18} n_j Q_G (D_G \delta_j \mu_j / p_G) - n_{22} \sum_{j=20,21} n_j \Delta_j F_{Gj} (\gamma_j \mu_j / p_G) \right], \quad (19)$$

де θ_G – параметр інерційності.

Рівняння (1)-(19) з початковими умовами

$$u_i^0 = u_i(t_0) \quad (i \in I), \quad v_i^0 = v_i(t_0) \quad (i \in K), \quad w_i^0 = w_i(t_0) \quad (i = 1, 2, 3), \quad p_i^0 = p_i(t_0) \quad (i \in M) \quad (20)$$

описують модель складної економіки, можливої в нашій країні.

Зауважимо, що у цій моделі враховано лише прямий вплив наукових та проектних установ на стан економіки. Щоб взяти до уваги непрямий їхній вплив, пов'язаний із загальним рівнем освіти й технічної культури, у виробничих функціях необхідно взяти до уваги капіталозабезпечення наукових установ:

$$F_{ij} = F_{ij}(X, \gamma_j \mu_j / p_i),$$

де: $i \in M, j \in K$; параметр X описує капіталозабезпечення проектних і науково-дослідних установ: $X = \{\gamma_{14} \mu_{14} / p_E, \gamma_{15} \mu_{15} / p_E, \gamma_{17} \mu_{17} / p_F, \gamma_{18} \mu_{18} / p_F, \gamma_{20} \mu_{20} / p_G, \gamma_{21} \mu_{21} / p_G\}$.

У моделі економіки, що розвивається, розробленої В.М. Глушковым та співавторами, було враховано витрати на введення в експлуатацію нового обладнання та виведення з експлуатації старого обладнання [18]. В описаній моделі такі витрати описує функція $\Omega_i(\omega_i)$ ($i \in K$), залежна від інтенсивності оновлення фондів ω_i , яку описують праві сторони рівнянь (11); $d\Omega_i(x)/x > 0$; $d^2\Omega_i(x)/x^2 > 0$ за $x > x^*$, де x^* – значення обсягів оновлення виробничих фондів, за якого виникає прискорене збільшення витрат на оновлення фондів. За $x > x^*$ витрати на оновлення фондів переважають витрати на виробничі потреби. Щоб врахувати витрати на введення фондів в експлуатацію та виведення їх з експлуатації, необхідно до правих сторін рівнянь (2)-(10) додати функцію $\Omega_i(\omega_i)$ ($i \in K$).

Загальний обсяг бюджетних надходжень дорівнює такій функції:

$$U = \sum_{i \in L} n_i s_i \kappa_i + \sum_{i=1,2,3} n_i w_i \zeta_i + \sum_{i \in L_1} n_i \sum_N \Delta_N n_{N_i} \chi_{N_i} F_N (\gamma_{N_2} u_{N_2} / p_{N_1}) + \sum_{i \in L_1} n_i \sum_{l=0,1} \Delta_{N N_2} s_{N_2} s_{N_2},$$

де жито такі позначення: $L_1 = \{4, 7, 10, 12, 15, 19, 22\}$; N – мультиіндекс, який має такі значення (A,2), (A,3), (B,5), (B,6), (C,8), (C,9), (D,11), (D,12), (E,14), (E,15), (F,17), (F,18), (G,20), (G,21): N_k ($k = 1, 2$) – k -й елемент мільтиіндексу N .

Розглянемо властивості розв'язків моделі (1)-(20). Ця модель описує складну економіку, в якій виробництво безпосередньо залежить від досягнень науки. Така модель не відповідає сучасній економіці нашої країни, адже в ній наукові досягнення лише спорадично доводять до практичного використання. Також вона не відповідає економіці УРСР, бо в ній економічні зв'язки між на-

уковими і виробничими організаціями були організовані планово, а впровадження досягнень науки у виробництво споживчих товарів не було пріоритетним.

Додамо, що модель (1)-(20) описує відкрити економіку з погляду засвоєння енергії Сонця (рівняння динаміки капіталу і фондів аграрного виробництва), з погляду наукових відкриттів (рівняння динаміки капіталу і фондів КБ та НДІ), та з погляду наукових й технічних запозичень (доступ до іноземних наукових звітів та імпорт засобів виробництва). Але, як буде показано далі, цього недостатньо для відкритості економіки.

Описана модель відповідає організації науково-виробничих комплексів, які є в країнах з високопродуктивною економікою. Сучасний рівень науки і освіти в нашій країні наразі достатній для їхнього створення в національній економіці. Тому розглянемо описану модель з погляду можливого розвитку національної економіки. На жаль, в сучасному політичному дискурсі немає питання про самодостатній економічний розвиток України, який, за словами Папи Римського Івана Павла другого можна назвати ідеєю "Другого Єрусалиму". Таке становище є виявом етнічної неприємності, описаної О. Забужко [19] та наслідком втрати почуття україноцентризму. Натомість – актуальними є дискусія про зближення економіки України або з економікою Сходу (Митного Союзу), або Заходу (Європейського Союзу). Оскільки Схід діє з відкритою економічною агресією і не приховує ідеологічної експансії, вираженої, зокрема, окупацією українського інформаційного простору, його економічна політика має відкриті колоніальні ознаки.

Економічна політика Заходу таких відкритих ознак не має [20], і навколо ідеї зближення України з Заходом солідаризувалися власники великих підприємств в Україні, які належать до ідеологічно ворожих таборів (проукраїнських і антиукраїнських партій). За таких умов виникають актуальні питання. Чому власники великих підприємств, які є, за словами радянської метафори, – "зачаровані на Схід", тепер солідаризувалися навколо ідеї зближення з Заходом. Які процеси можуть виникнути в національній економіці під час її інтеграції з економікою Заходу?

Розглянемо відповіді на ці питання на основі аналізу властивостей розв'язків описаної моделі. За сучасних умов в нашій країні відбуваються комерційні процеси та державний регуляторний вплив, які призводять до збільшення різниці між темпом росту заощаджень власників великих та малих підприємств та зниження заощаджень громадян зі сталим доходом до рівня прожиткового мінімуму [21]. В позначеннях моделі це означає, що

$$u_i(t) < u_{\max} \quad (i \in L), \quad (21)$$

де u_{\max} – максимальний обсяг заощаджень громадян зі сталим доходом, відносно якого власники великих підприємств планують ціну товару й зарплату.

Умова (21) є достатньою умовою замкненості економіки. Адже жодні комерційні зусилля, аніяка економічна активність не приводить до подолання рубежу (21). Учасник економіки не може вийти за межу, заплановану іншими учасниками економіки, котрі мають вищу фінансову спроможність. Тут "дорогою до рабства" [22] є асимптотичне наближення розв'язків $u_i(t)$ до межі u_{\max} .

Сучасну розбіжність між темпом зміни заощаджень власників малих та великих підприємств описує умова $u'_i(t) < u'_{i+1}(t)$ ($i = 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20$).

Якщо в моделі (1)-(20) протягом певного часу буде дійсною умова

$$\frac{1}{u_i} \frac{du_i}{dt} < \frac{1}{u_{i+1}} \frac{du_{i+1}}{dt}, \quad i \in \{2, 5, 8, 11, 14, 17, 20\}, \quad (22)$$

тоді різниця у фінансових спроможностях власників малих і великих підприємств буде настільки істотна, що першим бракуватиме коштів для ведення економічної діяльності. Це означає, що в суспільстві зникне відповідна група учасників економіки-власників малих підприємств: $n_i = 0$ ($i = 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20$). Також зникне частина Δ_{ij} ($i = 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20$; $j \in M$) групи робітників відповідного сектору економіки. Так відбуватиметься спрощення економічної структури суспільства. Учасники економіки, які втратили доходи, гинуть, емігрують, або стають членами інших груп, зокрема – в інших країнах. Додамо, що точніші критерії щодо корисності економічних операцій для двох їхніх учасників описано в роботі [23], тут взято лише найпростіші з них.

Тривале дотримання умови (22) призводить до зниження платоспроможного попиту. Внаслідок цього меншає фінансова спроможність власників малих підприємств. Це позначається на властивостях розв'язків рівнянь моделі. Рівняння (1)-(10) є рівняннями типу Ланжевена [24, 25]. Вони мають розв'язок u_i , описаний законом розподілу $\rho_i(u_i)$. Внаслідок зменшення фінансової спроможності виробників цей розподіл є визначеним на обмеженому проміжку значень аргументів $u_i < u_i^{\max}$ ($i \in K, L$). Це означає, що в економіці (крім власників великих підприємств) залишаться лише ті соціально економічні групи, в яких виробники і споживачі мають фінансову спроможність на рівні виробництва і споживання товарів повсякчасної потреби. Це друга форма спрощення соціально-економічної структури учасників описаної відкритої економіки. Вона також є ознакою колоніальної залежності.

Зауважимо, що в описаній економіці не обов'язково зникають соціально-економічні групи, не обов'язково відбувається спрощення економічної структури. Проте для цього необхідно подолати умови (21), (22) та досягнути інших критеріїв, які описано в [23] протягом певного проміжку часу. Для цього потрібна економічна поведінка, яка відповідає економічному вченню Святої Церкви [26].

Отже, з аналізу основних властивостей розв'язку моделі складної відкритої економіки, випливають такі висновки. Якщо не буде змінено внутрішніх принципів організації економіки України (побудованої на пріоритетах інтересів власників великих підприємств, без паритету інтересів всіх учасників економіки [27]), то зближення економіки України з економікою Заходу ніскільки не змінить сучасного фінансового стану більшості громадян. Зате можливість імпорту товарів, доступ до ринку праці на Заході, та відповідна пропаганда створять видимість "економічного покращення". Така політика стане ширмою для приховування інтересів власників великих підприємств [28]. Без подолання умов (21), (22) економіка нашої країни залишатиметься закритою економікою колоніального типу, залежною від економічної влади власників великих підприємств, національних та іноземних.

Якщо ж солідаризацію власників великих підприємств навколо ідеї зближення з економікою Заходу доповнити умовами, описаними критеріями виду (21), (22), то вдосконалення національної економіки нашої країни стане можливим.

Література

1. Гринів Л.С. Національна економіка : навч. посібн. / Л.С. Гринів, М.В. Кічурчак. – Львів : Вид-во "Магнолія-2006". – 2009. – 464 с.
2. Буяк Л.М. Модельне розкриття мультистабільності економіки в полі капіталу, фондів, вексельних пасивів й активів як можливого тла для східчастого піднесення її продуктивності / Л.М. Буяк, Л.В. Данилюк, В.К. Паучок, О.І. Соколовська // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.7. – С. 278-283.
3. Буяк Л.М. Динамічна модель структурування сільського господарства за величиною капіталу, фондів й угідь / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.13. – С. 286-297.
4. Буяк Л.М. Україна на межі між Сходом і Заходом: економіко-математична модель та аналіз її розв'язків. / Л.М. Буяк, В.К. Паучок. – Тернопіль : Вид-во "Трегіт". – 2012. – 72 с.
5. Лисняк-Рудницький І. Історичні есе : пер. з англ. М. Базік, У. Гавришків, Я. Грицака, А. Дещиці, Г. Киван, Е. Панкесвої. – В 2-х т. – Т. I. – К. : Вид-во "Основи". – 554 с. – С. 1-9.
6. Дашкевич Я. Україна на межі між Сходом і Заходом (XIV-XVII ст.) / Я. Дашкевич // Записки Наукового Товариства ім. Т. Шевченка. – Львів : Вид-во "Спроба", 1991. – Т. ССХХІІ. – С. 28-44.
7. Паучок В.К. Базова математична модель соціально-економічних процесів у країнах Європейського Союзу / В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.3. – С. 362-369.
8. Тошков Д. Транспонирование социальной политики Евросоюза в новых государствах – членах ЕС / Д. Тошков // Журнал исследований социальной политики. – 2011. – Т. 8, № 3. – С. 295-318.
9. Буяк Л.М. Математична модель інвестування у низькопродуктивну економіку / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.1. – С. 346-358.
10. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность, катастрофы / Дж. Касти. – М. : Изд-во "Мир", 1982. – 238 с.
11. Юхновський І.Р. Базові принципи вдосконалення українського суспільства / І.Р. Юхновський // Вісник НАН України. – 2006. – № 1. – С. 3-13.
12. Вернадский В.И. Химическое строение Биосферы Земли и ее окружения / В.И. Вернадский. – М. : Изд-во "Наука", 2001. – 376 с.
13. Руденко М.Д. Економічні моноліти: (нариси катастрофічної помилки) / М.Д. Руденко; передм. П. Григоренка. – Б. м.: Сучасність, 1978. – 200 с. – (Б-ка прологу і сучасності; ч. 129).
14. Руденко М.Д. Енергія прогресу: [гносис і сучасність: метафіз. поема, публіцистика, поема] / М.Д. Руденко; перед. Б. Олійника. – К. : Вид-во "Журналіст України", 2008. – 715 с.
15. Паучок В.К. Розвиток і опір українського села: Велика Горожанна до середини 19 століття / В.К. Паучок. – Львів : Вид-во "Високий замок", 2004. – 78 с.
16. Пиріг О.А. Ринок і торгівля України (історичний аспект) / О.А. Пиріг. – К. : Вид-во "1996", - 199 с.
17. Буяк Л.М. Динамічна модель структурування сільського господарства за величиною капіталу, фондів й угідь / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.13. – С. 286-297.
18. Глушков В.М. Моделирование развивающихся систем / В.М. Глушков, В.В. Иванов, В.М. Яненко. – М. : Изд-во "Наука", "Физматлит", 1983. – 351 с.
19. Забужко О. Шевченків міф України. – К. : Вид-во "Факт", 2009. – 148 с.
20. Паучок В.К. 21 століття: тероризм видимий і невидимий / В.К. Паучок // Дзеркало тижня. – 21 березня 2002. – С. 16.
21. Буяк Л.М. Математична модель планового впливу на ціну споживчого товару в ринковій економіці / Л.М. Буяк, Н.В. Кулина, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.11. – С. 326-333.
22. Хайек Ф.А. фон Дорога к рабству : пер. с англ. / предисл. Н.Я. Петракова. – М. : Изд-во "Экономика", 1992. – 176 с.

23. Буяк Л.М. Модель економічної корисності учасників товарної взаємодії / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 23. – С. 263-279.

24. Чернавский Д.С. О проблемах физической экономики / Д.С. Чернавский, Н.И. Старков, А.В. Щербатов // УФН. – 2002. – Т. 172, № 9. – С. 1945-1066.

25. Гнатів Б.В. Математичне моделювання економічних процесів методами нерівноважної статистичної механіки / Б.В. Гнатів, Р.М. Токарчук, П.П. Костробій, М.В. Токарчук // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Фізико-математичні науки. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – Вип. 696, № 696. – С. 93-100.

26. Буяк Л.М. Стохастично-резонансний перехід економіки середньовічних країн Західної Європи у високопродуктивний стан / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Науковий вісник Чернівецького університету. – Сер.: Економіка. – Чернівці : Вид-во "Рута". – 2008. – Вип. 368-369. – С. 102-106.

27. Буяк Л.М. Модель впливу державного регулювання на стан перехідної економіки / Л.М. Буяк, В.К. Паучок // Економіст : наук. журнал. – 2009, № 11. – С. 46-50.

28. Гнаевич Н.В. Деякі ознаки типологічної ідентичності суспільства "вільного ринку" і комуністично-фашистських режимів / Н.В. Гнаевич, В.К. Паучок // Мандрівець: журнал гуманітарних студій. – К. : Вид-во "Києво-Могилянська академія". – 2008. – № 4. – С. 26-33.

Паучок В.К. Математическая модель возможной открытой экономики Украины

Описана математическая динамическая модель возможной открытой экономики Украины. В модели принято во внимание аграрное и промышленное производство, проектирование и производство сельхозтехники и средств промышленного производства, прикладные и фундаментальные научные исследования. Учтены детерминированные и случайные коммерческие связи между названными группами участников хозяйственных отношений, прямое и косвенное влияние фундаментальной и прикладной науки на производство. А также – импорт всех видов продуктов, возможность платного доступа к результатам иностранных научных исследований и затраты на демонтаж старых и введение в эксплуатацию новых производственных фондов. Экономические процессы описаны динамикой капитала, производственных фондов, земли и динамикой ценообразования. На основе динамических переменных модели установлены критерии, необходимые для совершенствования и развития экономики. На основании этих критериев и качественного анализа решений модели показано, что в нашей стране возможно или возникновение сложной открытой экономики, или наоборот, – ее упрощение и превращение на колониальное дополнение экономик Запада или Востока.

Ключевые слова: экономика Украины, математическое моделирование, физическая экономика, теоретическая экономика, экономическая политика, колониализм.

Pauchok V.K. A mathematical base model of socio-economic processes is in the countries of European Union

The mathematical dynamic model of possible open economy of Ukraine is described. An agrarian and industrial production, planning and production of farming machines and industrial capital goods, applied and fundamental scientific researches, is accepted into account in a model. The determined and casual commercial copulas are taken into account between the adopted groups of participants of economic relations, direct and indirect influence of fundamental and applied science on a production. And also is an import of all of types of products, possibility of requiring payment access to the results of foreign scientific researches and expense on dismantling of old and introduction to exploitation of new production funds. Economic processes are described the dynamics of capital, production funds, earth, and dynamics of pricing. On the basis of dynamic variables of model criteria, necessary for perfection and development of economy, are set. It is rotined on the basis of these criteria and quality analysis of decisions of model, that in our country is possible or origin of difficult open economy. Or vice versa, is its simplification and transformation on a colonial appendix to the economy of the West or the East.

Keywords: economy of Ukraine, mathematical design of economy, physical economy, theoretical economy, economic policy, colonialism.

6. ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

УДК 336.13:378

*Проф. С.В. Васильчак, д-р екон. наук;
магістрант М.М. Гуменчук – Львівський ДУВС*

РИНОК ОСВІТНІХ ПОСЛУГ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Графічно представлено сучасну освітню систему України і відповідно до неї проаналізовано розвиток кожної сфери системи освіти у Львівській області, зокрема це: дошкільні навчальні заклади, загальноосвітні навчальні заклади, професійно-технічні навчальні заклади та вищі навчальні заклади, визначено найважливіші зовнішні і внутрішні загрози у сфері освітніх послуг у контексті економічної безпеки держави та запропоновано альтернативні шляхи створення ефективної системи ринку освітніх послуг.

Ключові слова: освіта, ринок освітніх послуг, освітня система, загроза.

Актуальність теми. У глобалізованому світі освіта і наука стали визначальними чинниками людського розвитку, вони є безальтернативним засобом національного самоутвердження. Повноцінним учасником глобальної економіки може бути лише та країна, в якій інтелектуальні професії стали масовими, а інвестиції у розвиток людського потенціалу – вагомими і ефективними. Країни, які свого часу зробили ставку на науку і освіту, тепер стали світовими лідерами.

У системі ринкових відносин будь-якої країни сьогодні особливе місце відводять ринку надання освітніх послуг. У сучасному суспільстві важливою проблемою, яка потребує ґрунтовного аналізу та раціональних шляхів вирішення, є проблема формування і розвитку ринку освітніх послуг на національному рівні, а також виникнення загроз, які впливають на перспективний розвиток цієї сфери.

Стан дослідження. Теоретичним і практичним питанням формування національного ринку освітніх послуг приділено увагу у працях багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Значний внесок у дослідження цих проблем зробили провідні українські вчені Т. Боголіб, С. Буковинський, О. Василюк, В. Гейць, В. Глушенко, А. Даниленко, А. Криклій, В. Кудряшов, В. Куценко, Е. Лібанова, І. Лук'яненко, І. Лютий, Н. Новіков, Т. Оболенська, К. Павлюк, Д. Полозенко, Г. П'ятаченко, П. Саблук, В. Федосов, О. Чубукова, І. Чугунов, С. Юрій.

Враховуючи важливі праці вчених у цій сфері, варто зауважити, що у вітчизняній економічній літературі бракує досліджень, які стосуються проблеми забезпечення економічної безпеки національного ринку освітніх послуг на рівні держави. Через відсутність вагомого дослідження сучасних загроз в системі освітніх послуг методично не визначено складові механізми забезпечення економічної безпеки цього ринку в умовах високого ризику функціонування його суб'єктів.

Мета дослідження. У зв'язку з цим виникла потреба пошуку сучасних напрямів удосконалення механізмів забезпечення системи економічної безпеки в сфері освітніх послуг.

Результати дослідження. З розвитком глобалізаційних процесів посилюється роль фактора знань, що стають в сучасних умовах товаром. Нині конкурентоспро-