

# ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 519.866

© Григорків В.С., Кибич Г.П., 2014

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці

## МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ З УРАХУВАННЯМ ПРОЦЕСІВ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКУ ПРОДУКЦІЮ

*Досліджено процес формування ціни на сільськогосподарську продукцію. На основі науково обґрунтованих припущень побудовано динамічну модель економічної системи у просторі агрегованих економічних змінних, серед яких важливе місце займають ціни на агреговані сільськогосподарські та промислові продукти.*

**Ключові слова:** економіко-математична модель, сільськогосподарська продукція, процес ціноутворення

**Постановка проблеми.** У ціні, як одній з найскладніших економічних категорій товарного виробництва, відображається вся сукупність виробничих відносин і взаємозв'язок учасників суспільного виробництва. Вона слугує засобом розподілу та перерозподілу валового внутрішнього продукту, формування бази реалізації фінансових відносин, стимулювання розвитку науково-технічного прогресу, забезпечення формування структури споживання і товарообігу. За допомогою цін вимірюються витрати на виробництво і реалізацію продукції, визначаються результати фінансово-господарської діяльності підприємств, передається ринкова інформація та забезпечується узгодження економічних інтересів суб'єктів ринкових відносин. Формування цін в умовах ринкових відносин відбувається через доведення визначеної ціни пропозиції до ринкових вимог, що відображають фактичне співвідношення попиту і пропозиції. Установлення економічно обґрунтованих ринкових цін на економічні блага безпосередньо впливає на результати фінансово-господарської діяльності. Тому розробка моделей економічних систем у просторах агрегованих економічних змінних, серед яких важливе місце займають ціни на агреговані сільськогосподарські та промислові продукти, сприяє підвищенню ефективності суспільного виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми ціноутворення та формування цінового механізму АПК постійно знаходяться у центрі уваги науковців. Наприклад, питання ціноутворення на сільськогосподарську продукцію розглядаються у працях П.Т. Саблука [1], І.І. Лукінова [2], О.М. Шпичака, В.П. Ситника [3], Б.Й. Пасхавера [4], О.Г. Шпигуляка [5], О.О. Сторожука, Ю.С. Коваленка, В.Г. Ткаченко, В.Я. Месель-Веселяка [6], В.Я. Щербакіна, В.С. Шибаніна, Я.К. Білоусько, В.І. Бойка, С.В. Гаркавенка, Ф.І. Євдокимова, М.І. Маліка тощо. Вони збагатили економічну науку глибокими, фундаментальними ідеями, які стали фактором нових світоглядних орієнтацій. Проте актуальним і досі залишається формування ціни на

агреговану сільськогосподарську продукцію. Усе це зумовило необхідність проведення подальших досліджень.

**Постановка завдання.** Процеси формування цін на сільськогосподарську продукцію можна розглядати як для випадку, коли ринок цієї продукції функціонує без посередників (посередницьких підприємств), які закупають продукцію у виробників, а потім збувають її через свої торгові мережі, так і для випадку, коли ринок функціонує з посередниками. В останньому випадку сільськогосподарська продукція попадає до кінцевого споживача через посередника, що зазвичай приводить до підвищення її ціни. Щоб побудувати адекватні моделі ціноутворення, ринок сільськогосподарської продукції потрібно досліджувати сумісно з ринком промислової продукції, оскільки ціни на ці види продукції практично завжди впливають одні на одних. Їх взаємна залежність – реальний факт, який є предметом окремих досліджень економістів. Метою нижченаведених результатів є розробка моделей економічних систем у просторах агрегованих економічних змінних, серед яких важливе місце займають ціни на агреговані сільськогосподарські та промислові продукти. Такі моделі дозволяють визначити загальні закономірності та тенденції функціонування економічних систем у часі, а також розробити відповідну інформаційну і методологічну базу для підтримки процесів прийняття економічних рішень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розглянемо соціально-економічну систему, у якій виробництво продукції здійснюється двома агрегованими галузями – сільським господарством і промисловістю, а пов'язане з економікою суспільство складається із пенсіонерів ( $k_0$ ), робітників сільського господарства ( $k_1$ ), власників сільськогосподарських підприємств ( $k_2$ ), робітників промисловості ( $k_3$ ), власників промислових підприємств ( $k_4$ ), службовців ( $k_5$ ),

працівників освіти, медицини та культури ( $k_6$ ), а також робітників посередницьких торгових підприємств ( $k_7$ ), власників посередницьких торгових підприємств ( $k_8$ ). Скрізь у дужках указана відповідна кількість осіб, що відносяться до відповідної суспільної групи [7].

Суспільство споживає як сільськогосподарську так і промислову продукцію, тому позначимо через  $S_1(h_1)$  і  $S_2(h_2)$  функції попиту окремого споживача на ці види продукції ( $h_1$  та  $h_2$  – купівельні спроможності споживача щодо сільськогосподарської та промислової продукції, які залежать від заощаджень (ліквідних накопичень)  $g_1$  та  $g_2$ , виділених відповідно на придбання сільськогосподарської та промислової продукції, тобто  $h_1 = \frac{g_1}{c_1}$ ,  $h_2 = \frac{g_2}{c_2}$ , де  $c_1$ ,  $c_2$  – відповідні ціни).

Нехай на ринку сільськогосподарської продукції немає посередників, тобто ми матимемо поки що справу лише з введеними функціями попиту  $S_1(h_1)$ ,  $S_2(h_2)$ . Виробництво сільськогосподарської та промислової продукції у цій ситуації моделюється за допомогою виробничих функцій (функцій випуску)  $V_1(\tilde{h}_1)$ ,  $V_2(\tilde{h}_2)$ , які відображають обсяги випуску кожного з видів продукції у розрахунку на одне робоче місце або на одного робітника (при цьому  $\tilde{h}_1$  і  $\tilde{h}_2$  – капіталозабезпечення одного робочого місця у сільськогосподарському і промислового виробництвах, тобто  $\tilde{h}_1 = \frac{\tilde{g}_1}{c_1}$ ,  $\tilde{h}_2 = \frac{\tilde{g}_2}{c_2}$ , де  $\tilde{g}_1$ ,  $\tilde{g}_2$  – кількість заощаджень, виділених на одне робоче місце).

Оскільки всередині кожної суспільної групи всі елементи вважаються «рівнозначними», тобто всі макропоказники, які характеризують представника-репрезента кожної суспільної групи однакові, то це означає, що всі ці показники у певному сенсі усереднені. Наприклад, аргументом виробничих функцій є капіталозабезпечення одного робочого місця, яке, виходячи з вищенаведеного припущення, повинно бути однаковим у всій галузі (сільському господарстві чи промисловості). У зв'язку з цим вкладені у виробництво засоби  $\tilde{g}_1$  та  $\tilde{g}_2$  є сумарними

$$\frac{d\theta_0}{dt} = p_0 - c_1 S_1\left(\frac{v_0 \theta_0}{c_1}\right) - c_2 S_2\left(\frac{\mu_0 \theta_0}{c_2}\right). \quad (1)$$

Робітники сільського господарства, промисловості, службовці, а також працівники освіти, медицини та культури одержують сталу оподатковану заробітну плату (нехай ставка податку  $x_0$ ), що і відрізняє їх від пенсіонерів

величинами всіх індивідуальних вкладень власників, поділених на кількість зайнятих у відповідній галузі робочих місць (робітників). Зауважимо також, що можливі й інші припущення.

Стосовно  $\tilde{h}_1$  та  $\tilde{h}_2$  зазначимо, що це засоби, які зручно виміряти не у грошах, а у відношенні грошей до відповідних цін, тобто ці засоби не мають «фізичної» одиниці виміру.

Наведені вище функції належать до найважливіших функцій економічної поведінки, які з одного боку, є окремими моделями, а з іншого – складовими елементами більш складних моделей економічних систем.

Прийдемо до побудови основних співвідношень моделей економіки з урахуванням соціально-економічної кластеризації суспільства, які дозволяють відтворити динаміку ціноутворення на ринку товарів, у тому числі товарів сільськогосподарського виробництва. При цьому підкреслимо, що кожна з моделей, як гомоморфний образ досліджуваного об'єкта (економічної системи) або як гомоморфну проекцію об'єкта, будемо розглядати у системі економічних показників (тобто у просторі економічних змінних), до яких належать заощадження представників зазначених вище суспільних груп  $\theta_i$  ( $i = \overline{0,6}$ ) та ціни  $c_1$ ,  $c_2$ .

Динаміка заощаджень залежить від різниці між доходами та витратами кожного суспільного елемента. Витрати мають певну структуру. Нехай  $v_i$ ,  $\mu_i$  та  $(1 - v_i - \mu_i)$  ( $i = \overline{0,6}$ ) – відповідно частки витрат елемента  $i$ -ої групи на індивідуальне споживання продукції сільського господарства, промисловості та свою виробничу (чи іншу економічну) діяльність ( $0 \leq v_i, \mu_i \leq 1$ ,  $0 \leq v_i + \mu_i \leq 1$ ). Можна вважати, що ці частки відомі. Оскільки рівняння динаміки заощаджень характеризує кожного представника відповідної суспільної групи, то припускається, що всередині кожної із суспільних груп доходи і витрати усереднені й однакові.

До першої суспільної групи належать пенсіонери. Їх сталий дохід визначається пенсією  $p_0$  (у грошових одиницях), а витрати пов'язані зі споживанням продукції сільського господарства та промисловості, тому швидкість зміни заощаджень пенсіонера описується рівнянням

(пенсія не оподатковується). Інші їх витрати мають ту ж саму структуру, що й у пенсіонерів, тому динаміка їх заощаджень формалізується співвідношенням

$$\frac{d\theta_i}{dt} = z_i(1-x_0) - c_1 S_1 \left( \frac{v_i \theta_i}{c_1} \right) - c_2 S_2 \left( \frac{\mu_i \theta_i}{c_2} \right), \quad i = 1, 3, 5, 6, \quad (2)$$

де  $z_i$  ( $i = 1, 3, 5, 6$ ) – зарплата представника відповідної групи працівників.

Зауважимо, що у рівнянні (2) для працівників сільського господарства враховано ситуацію, коли цей робітник купує продукцію сільського господарства, як і всі інші категорії робітників.

$$\frac{d\theta_1}{dt} = z_1(1-x_0) - c_2 S_2 \left( \frac{\mu_1 \theta_1}{c_2} \right). \quad (3)$$

Доходи власників сільськогосподарських підприємств (фермерів) формуються за рахунок збуту своєї продукції споживачам, а витрати, пов'язані з придбанням сільськогосподарської (якщо вважати, що він купляє її на ринку) та промислової продукції, а також з виплатою зарплати своїм робітникам і податком на фонд

Якщо припустити, що він забезпечує себе сільськогосподарською продукцією без загального ринку цієї продукції (наприклад, частину зарплати отримує у натуральній формі, яка у рівнянні динаміки його заощаджень не враховується), то тоді зміна його заощаджень описується рівнянням

заробітної плати (ставка  $x_1$ ), податком на додану вартість (ставка  $x_2$ ) та накладними виробничими витратами, тобто витратами на деякі внутрішні потреби (частка  $\sigma_1$  у доданій вартості). Отже кажучи, рівняння зміни заощаджень власника сільськогосподарських підприємств має вигляд

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_2}{dt} = & \frac{c_1}{k_2} \sum_{i=0}^6 k_i S_1 \left( \frac{v_i \theta_i}{c_1} \right) - c_1 S_1 \left( \frac{v_2 \theta_2}{c_1} \right) - c_2 S_2 \left( \frac{\mu_2 \theta_2}{c_2} \right) - \frac{k_1 z_1 (1+x_1)}{k_2} - \\ & - \frac{k_1}{k_2} c_1 (\sigma_1 + x_2) V_1 \left( \frac{k_2 (1-v_2 - \mu_2) \theta_2}{k_1 c_1} \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Якщо власник сільськогосподарських підприємств сам забезпечує себе сільськогосподарською продукцією, тобто він не

купує її на ринку, то рівняння (4) треба замінити рівнянням

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_2}{dt} = & \frac{c_1}{k_2} \sum_{i=0, i \neq 2}^6 k_i S_1 \left( \frac{v_i \theta_i}{c_1} \right) - c_2 S_2 \left( \frac{\mu_2 \theta_2}{c_2} \right) - \frac{k_1 z_1 (1+x_1)}{k_2} - \\ & - \frac{k_1}{k_2} c_1 (\sigma_1 + x_2) V_1 \left( \frac{k_2 (1-v_2 - \mu_2) \theta_2}{k_1 c_1} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Заощадження власників промислових підприємств також змінюються пропорційно до різниці між їх доходами та витратами, які відповідно складаються із вартості реалізованої промислової продукції споживачам і видатків на особисте споживання сільськогосподарської та промислової продукції (у випадку, коли власник промислових підприємств купує промислову

продукцію на ринку, як і інші споживачі), зарплату робітникам промисловості та податок на фонд зарплати, податок на додану вартість і витрати на внутрішні потреби своєї діяльності (частка  $\sigma_2$ ).

Отже, маємо таке співвідношення для  $\theta_4$ :

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_4}{dt} = & \frac{c_2}{k_4} \sum_{i=0}^6 k_i S_2 \left( \frac{\mu_i \theta_i}{c_2} \right) - c_1 S_1 \left( \frac{v_4 \theta_4}{c_1} \right) - c_2 S_2 \left( \frac{\mu_4 \theta_4}{c_2} \right) - \frac{k_3 z_3 (1+x_1)}{k_4} - \\ & - \frac{k_3}{k_4} c_2 (\sigma_2 + x_2) V_2 \left( \frac{k_4 (1-v_4 - \mu_4) \theta_4}{k_3 c_2} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

У випадку, коли власник промислових підприємств забезпечує себе промисловою продукцією без урахування ринку цієї продукції, від рівняння (6) треба перейти до рівняння

$$\begin{aligned} \frac{d\theta_4}{dt} = & \frac{c_2}{k_4} \sum_{i=0, i \neq 4}^6 k_i S_2 \left( \frac{\mu_i \theta_i}{c_2} \right) - c_1 S_1 \left( \frac{v_4 \theta_4}{c_1} \right) - \frac{k_3 z_3 (1+x_1)}{k_4} - \\ & - \frac{k_3}{k_4} c_2 (\sigma_2 + x_2) V_2 \left( \frac{k_4 (1-v_4 - \mu_4) \theta_4}{k_3 c_2} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

У соціально-економічних системах з рівняння для динаміки цін на сільськогосподарську досконалими ринками ціни залежать від попиту й і промислову продукцію формалізується так:

$$\frac{dc_1}{dt} = \gamma_1 \left[ \sum_{i=0}^6 k_i S_1 \left( \frac{v_i \theta_i}{c_1} \right) - k_1 V_1 \left( \frac{k_2 (1-v_2 - \mu_2) \theta_2}{k_1 c_1} \right) \right], \quad (8)$$

$$\frac{dc_2}{dt} = \gamma_2 \left[ \sum_{i=0}^6 k_i S_2 \left( \frac{\mu_i \theta_i}{c_2} \right) - k_3 V_2 \left( \frac{k_4 (1-v_4 - \mu_4) \theta_4}{k_3 c_2} \right) \right]. \quad (9)$$

Коефіцієнти  $\gamma_1$  і  $\gamma_2$  у рівняннях (8) і (9) – це узгоджені з рівняннями (4), (6). Якщо замість (4), так звані коефіцієнти інерційності ринку. (6) у модель ввести рівняння (5), (7), то (8) і (9) Зауважимо також, що рівняння динаміки (8), (9) потрібно замінити рівняннями

$$\frac{dc_1}{dt} = \gamma_1 \left[ \sum_{\substack{i=0 \\ i \neq 2}}^6 k_i S_1 \left( \frac{v_i \theta_i}{c_1} \right) - k_1 V_1 \left( \frac{k_2 (1 - v_2 - \mu_2) \theta_2}{k_1 c_1} \right) \right], \quad (10)$$

$$\frac{dc_2}{dt} = \gamma_2 \left[ \sum_{\substack{i=0 \\ i \neq 4}}^6 k_i S_2 \left( \frac{\mu_i \theta_i}{c_2} \right) - k_3 V_2 \left( \frac{k_4 (1 - v_4 - \mu_4) \theta_4}{k_3 c_2} \right) \right]. \quad (11)$$

Доповнивши системи диференціальних рівнянь (1)-(4), (6), (8), (9) та (1)-(3), (5), (7), (10), (11) початковими умовами для шуканих динамічних змінних

$$\theta_i(t_0) = \theta_i^{(0)} \quad (i = 0, 6), \quad c_1(t_0) = c_1^{(0)}, \quad c_2(t_0) = c_2^{(0)}, \quad (12)$$

отримаємо варіанти найпростіших базових моделей економіки з урахуванням процесів ціноутворення, у тому числі ціноутворення на сільськогосподарську продукцію. Це моделі (1), (2), (6), (8), (9), (12) та (1), (2), (5), (7), (10)-(12), а також моделі, отримані відповідним комбінуванням співвідношень (4)-(11) та заміною рівняння (2) для змінної  $\theta_1$  рівнянням (3).

**Висновки.** Реальні економічні процеси, в тому числі й ціноутворення, у сучасному світі настільки складні та багатогранні, що для їхнього вивчення потрібно застосовувати великий комплекс наук. Серед них надзвичайна роль належить економіко-математичному моделюванню економічних процесів і явищ, яке також потребує досить широкого діапазону математичних методів, теорій

та прийомів і дає надзвичайно потужний, важливий та об'єктивний засіб дослідження. А їх використання в поєднанні з інформаційними технологіями для процесу ціноутворення є необхідною умовою прийняття ефективних управлінських рішень на сьогоднішньому етапі розвитку науки та практики.

Для покращення стану названих груп суспільства необхідно поєднати традиційні методи стимулювання сільськогосподарського виробництва з особливими регуляторними заходами, прив'язаними до існуючих процесів ціноутворення, а також до існуючих тенденцій переходу економіки з низькопродуктивного у високопродуктивний стан.

#### Список літератури

1. Саблук П. Т. Ціноутворення в період ринкового реформування АПК : монографія / Саблук П. Т. – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 440 с.
2. Лукинов И. И. Воспроизводство и цены / И. И. Лукинов – М. : Экономика, 1987. – 362 с.
3. Саблук П. Т. Ціноутворення в умовах формування ринкових відносин в АПК: підручник / П. Т. Саблук, В. П. Ситник, О. М. Шпичак [та ін.]. – К. : Інститут аграрної економіки УААН, 1997. – 502 с.
4. Пасхавер Б. Й. Цінова конкурентність аграрного сектора [Текст] / Б. Й. Пасхавер // Економіка України. – 2007. – №1. – С. 78-87.
5. Шпигуляк О. Г. Проблеми економічних відносин в механізмі ціноутворення аграрного ринку [Текст] / О. Г. Шпигуляк // Економіка АПК, 2009. – №10. – С. 77-82.
6. Месель-Веселяк В. Я. Аграрна реформа і організаційно-економічні трансформації в сільському господарстві [Текст] / В. Я. Месель-Веселяк // Економіка АПК. – 2010. – №4. – С. 3-18.
7. Григорків В. С. Динамічна модель економіки з урахуванням ринку землі / В. С. Григорків, Л. М. Буяк, С. В. Іщенко // Фінансова система України. Збірник наукових праць. – Острог, 2011. – Випуск 16. – С. 592-599.

#### Аннотация

Василь Григорків, Галина Кибич

#### МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ПРОДУКЦИЮ

Исследован процесс формирования цены на сельскохозяйственную продукцию. На основе научно обоснованных предположений построена динамическая модель экономической системы в пространстве агрегированных экономических переменных, среди которых важное место занимают цены на агрегированные сельскохозяйственные и промышленные продукты.

**Ключевые слова:** экономико-математическая модель, сельскохозяйственная продукция, процесс ценообразования

#### Summary

Vasyl Hryhorkiv, Halyna Kybych

#### ECONOMY MODEL WITH PROCESS ACCOUNTING PRICING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

In this article the process of formation of prices of agricultural products. Based on scientifically sound assumptions, a dynamic model of the economic system in the space of aggregate economic variables, among which an important place is occupied by the price of the aggregate agricultural and industrial products.

**Keywords:** economic and mathematical model, agricultural products, the pricing process