

УДК 519.865

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБАМИ ПАКЕТУ СИМВОЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ  
MAPLE НЕЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ПОПИТУ І РІВНОВАЖНИХ  
ПОКАЗНИКІВ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК ПРИ ІНФОРМАЦІЙНІЙ  
АСИМЕТРІЇ**

Кобець В.М.

Херсонський державний університет

Розглянемо діяльність ланцюгів поставок (ЛП) в умовах інформаційної асиметрії [1-2] за допомогою побудови і дослідження економіко-математичних моделей з інформаційною асиметрією щодо якості продукції.

При дослідженні ЛП припущення про інформаційну асиметрію між виробниками і споживачами щодо якості продукції означає, що виробники знають якість своєї продукції, а споживачам відома лише ймовірність придбання якісного товару. При цьому продавці неякісного товару видають його за якісний. Через те, що покупці не можуть визначити якість товару перед покупкою, і якісний, і неякісний товари продаються на одному ринку за однаковою ціною. Неякісний товар не завжди означає поганий товар, це свідчить лише про те, що даний товар має нижчу споживчу цінність у порівнянні з якісним. Ціна на товар формується як середня зважена цін неякісного та якісного товарів за їх частками на ринку:

$$P = (1 - a) \cdot P_0 + a \cdot P_1, \quad (1)$$

де  $P_1 = b_1 - c_1 \cdot q_1$  ( $P_0 = b_0 - c_0 \cdot q_0$ ) – функція попиту на якісний (неякісний) товар;

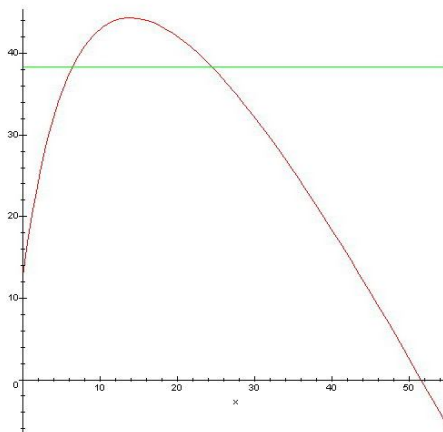
$P_1, q_1, b_1(P_0, q_0, b_0)$  – відповідно ринкова ціна, обсяг продаж та ринковий потенціал якісного (неякісного) товару; ціна якісного товару завжди не менша ціни неякісного ( $P_1 \geq P_0$ );

$c_1(c_0)$  – гранична зміна ціни при одиничній зміні обсягу продаж якісного (неякісного) товару;

$a = \frac{q_1}{q_0 + q_1}$  – частка якісного товару на ринку.

Коли на ринку продаються два товари різної якості за однаковою ціною, виникає новий ефект залежності між ціною та обсягом якісного товару, який для конкретних значень параметрів може бути побудований у системі символьних перетворень Maple (рис. 1).

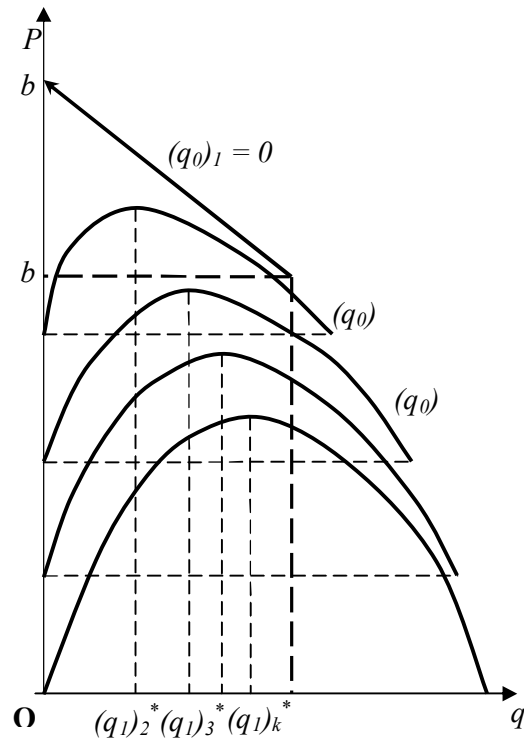
Узагальнення емпіричної інформації дозволяє побудувати загальну модель ринкового попиту засобами Maple (рис. 2)



**Рис. 1.** Нелінійна функція попиту при інформаційній асиметрії, побудована у Maple

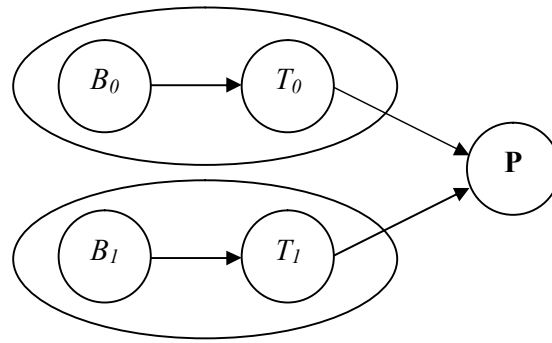
Зі збільшенням на даному ринку обсягу якісного товару відбувається зростання ціни завдяки підвищенню загальної репутації продукції. При досягненні межі  $q_1^*$  ринкова ціна стає максимальною, після чого, при подальшому зростанні обсягів поставок якісного товару, спостерігається вже традиційний ефект оберненої залежності ціни від обсягів товару. Це пояснюється насиченням ринку якісною продукцією, коли вже не репутація товару має визначальну роль, а саме кількість якісного товару. Отже, в умовах ринку з інформаційною асиметрією існує два важелі впливу на ціну товару – обсяг поставок і частка якісного товару. Для неякісного товару на ринку з інформаційною асиметрією зберігається обернена залежність між ціною продукції і обсягом поставок.

На рис.2 показано, що при сталих (відмінних від нуля) обсягах поставок неякісної продукції, із зростанням обсягу поставок якісної, ціна на всю продукцію спочатку зростає (новий ефект), досягає свого максимуму, після чого починає спадати (традиційний ефект).



**Рис.2.** Залежності ринкової ціни від обсягу якісної продукції  $q_1$  при різних обсягах неякісної  $q_0$ ,  $(q_0)_1 < (q_0)_2 < (q_0)_3 < \dots < (q_0)_k$

В умовах інформаційної асиметрії досліджена діяльність двох вертикально інтегрованих ланцюжків поставок, між якими відбувається горизонтальна конкуренція (рис.4) й загальні витрати яких задаються функціями  $TC_0 = V_0 \cdot q_0$ ,  $TC_1 = V_1 \cdot q_1$ , ( $V_0 < V_1$ ), де  $q_0$  і  $q_1$  – обсяги виробництва неякісної та якісної продукції відповідно,  $V_i$  – питомі витрати  $i$ -го ланцюжка на виробництво і доставку продукції.



**Рис.3. Вертикально інтегровані ланцюжки поставок різноякісної продукції на єдиний споживчий ринок**

З урахуванням (1) прибуток  $i$ -го ланцюжка становитиме  $\pi_i = (P - V_i) \cdot q_i \xrightarrow{q_i \geq 0} \max$ .

Для кожного з ланцюжків була визначена необхідна умова максимуму прибутку, що описується кубічним рівнянням:

$$q_i^3 + N_i \cdot q_i^2 + K_i \cdot q_i + F_i = 0, i = 0, 1, \quad (2)$$

де

$$N_i = \frac{b_i - V_i - 3c_i \cdot q_j}{-2c_i}, K_i = \frac{2 \cdot (b_i - V_i) \cdot q_j}{-2c_i}, F_i = \frac{(b_j - V_i) \cdot q_j^2 - c_j \cdot q_j^3}{-2c_i}, i = 0, 1, j = 1, 0, i \neq j.$$

Розв'язок системи двох кубічних рівнянь за допомогою алгебраїчних методів зводиться до розв'язання поліному п'ятої степені, для якого не існує розв'язку в загальному вигляді. Тому для знаходження розв'язку застосовується пакет символьних розрахунків Maple, який дозволяє знайти рівноважні обсяги продаж обох ланцюжків поставок (рис. 4). З одержаних за допомогою Maple розв'язків обираються лише ті, для яких виконується достатня умова максимуму функцій прибутку ланцюжків:  $q_i > \frac{b_i - V_i}{3c_i}, i = 0, 1$ .

```

Maple V Release 4 - [CS info asym price.mws]
File Edit View Insert Format Options Window Help
[Icons]
x [Icons]

> eq := x^4-5*x^2+6*x=2;
> solve(eq, x);
>
eq = x^4 - 5x^2 + 6x = 2
-1 + sqrt(3), -1 - sqrt(3), 1, 1
> eq := 12.25*(25-1*12.25)/(12.25+x)+x*(100-2*x)/(12.25+x)=38.373;
> solve(eq, x);
>
eq = 156.1875 / (12.25 + x) + x(100 - 2x) / (12.25 + x) = 38.373
6.438635897, 24.37486410

```

**Рис. 4. Обчислення рівноважних економічних показників для нелінійної функції попиту у Maple**

Кожне з кубічних рівнянь (2) розв'язується за допомогою формул Кардано, які дозволяють визначити функції реагування ланцюжків поставок у вигляді:

$$q_i = \sqrt[3]{-\frac{w_i}{2} + \sqrt{Dt_i}} + \sqrt[3]{-\frac{w_i}{2} - \sqrt{Dt_i}} - \frac{N_i}{3}, \text{ коли } Dt_i > 0, i = 0,1, \quad (3)$$

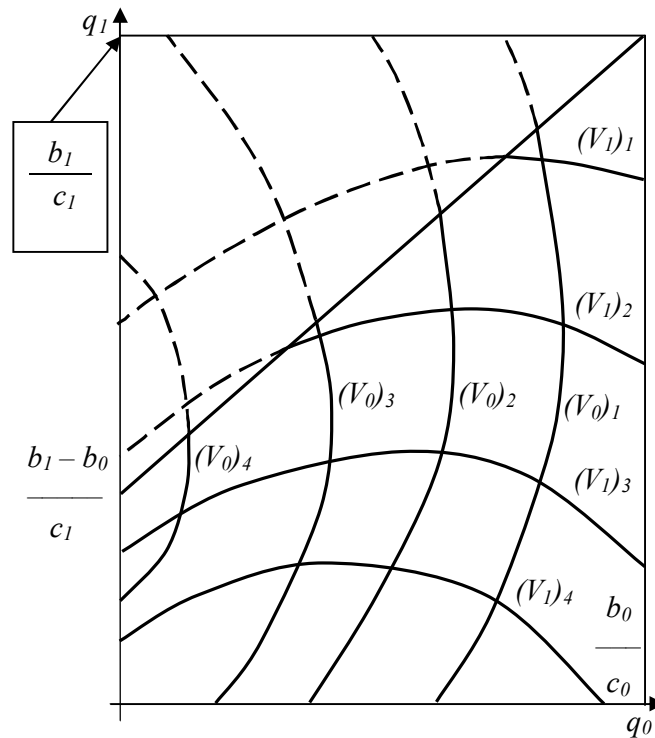
$$q_i = 2 \cdot \sqrt[6]{-\frac{w_i^2}{4} - Dt_i} \cdot \cos \frac{\varphi}{3} - \frac{N_i}{3}, \text{ коли } Dt_i < 0, i = 0,1, \quad (4)$$

де

$$\varphi = \arccos \left( \frac{-w_i}{2 \cdot \sqrt{\frac{w_i^2}{4} - Dt_i}} \right), Dt_i = \frac{w_i^2}{4} + \frac{r_i^3}{27}, r_i = K_i - \frac{N_i^2}{3}, w_i = \frac{2N_i^3}{27} - \frac{N_i \cdot K_i}{3} + F_i, i = 0,1.$$

На рис.5 показаний графічний вигляд функцій реагування ланцюжків поставок, одержаний за допомогою виразів (3) і (4) при різних питомих витратах кожного з них. Під рівноважними обсягами продукції розуміється така пара обсягів  $(q_0^*, q_1^*)$ , для якої виконується рівність  $q_i = q_i^*(q_j^*(q_i))$ ,  $i = 0,1, j = 1,0, i \neq j$ .

Рівновага на ринку з інформаційною асиметрією була знайдена на основі статистичних даних фінансової звітності українсько-швейцарського підприємства “Метален” для відомих параметрів попиту на його продукцію та питомих витратах ланцюжків на виробництво і доставку якісної та неякісної продукції. Одержані результати показали, що інформаційна асиметрія призводить до зниження ціни та прибутку ланцюжка поставок з якісним товаром підприємства “Метален”, підвищення ціни та прибутку ланцюжка з неякісним товаром та зменшення добробуту споживачів, які змушені купувати неякісний товар за вищою ціною, ніж у випадку інформаційної симетрії.



**Рис. 5. Рівноважні стани на ринку з інформаційною асиметрією за різних питомих витрат ланцюжків якісної і неякісної продукції**

Розраховані за допомогою пакету символьних обчислень MAPLE значення рівноважних показників вертикально інтегрованих ланцюжків поставок з якісною та неякісною продукцією

Параметри виробничо-транспортної системи	Значення параметрів	Рівноважні показники	Значення рівноважних показників при інформаційній симетрії	Значення рівноважних показників при інформаційній асиметрії	Прирости показників
$b_0$	50	обсяг неякісної продукції $q_0^e$	15,5	55,47	257,87%
$b_1$	180	обсяг якісної продукції $q_1^e$	98,125	109,65	11,75%
$c_0$	1	частка якісної продукції $a^*$	0,864	0,664	-23,11%
$c_1$	0,8	ціна	$P_0^e = 34,5$	$P^e = 61,28$	77,62%
$(V_0)_1$	19		$P_1^e = 101,5$		-39,63%
$(V_1)_1$	23	$\pi_0^e$	240,25	2345,32	876,17%
		$\pi_1^e$	7702,81	4197,34	-80,56%

Після одержання необхідних умов максимуму функції в точці і застосування для розв'язку системи двох нелінійних рівнянь з двома невідомими ( $q_0$  і  $q_1$ ) пакету символьних обчислень MAPLE, одержимо, що рівновага на ринку з інформаційною асиметрією встановиться при обсягах виробництва  $q_0^{eA} = 192,1$  і  $q_1^{eA} = 341,4$  тонн продукції (індекс <sup>A</sup> вказує на те, що рівновага встановилася при інформаційній асиметрії). Для одержаних значень виконується достатня умова максимуму функції прибутку  $\pi_i$ ,  $i = 0,1$  ( $q_i > \frac{b_i - V_i}{3c_i}$ ),

оскільки  $q_0 > \frac{300 - 50}{3 \cdot 5} \approx 16,67$ ,  $q_1 > \frac{3236,77 - 743,45}{3 \cdot 3,86} \approx 215,58$ . При цьому частка якісного

товару на ринку становитиме  $a = 0,64$ , тобто на ринку одночасно продаватиметься приблизно 2/3 якісного товару і близько 1/3 – неякісного за однаковою ціною  $P^E = 1229,02$  грн. Ціна при інформаційній асиметрії буде нижче, ніж ціна якісного товару і вище, ніж ціна неякісного - при інформаційній симетрії.

Прибутки обох ланцюжків відповідно становитимуть при інформаційній асиметрії  $\pi_0^{eA} = 226490,21$  та  $\pi_1^{eA} = 165774,42$  грн. Звідси легко бачити, що прибуток ланцюжка з якісною продукцією, після того як інформаційна симетрія змінилася інформаційною асиметрією щодо якості товару, впав на 59%, а ланцюжка з неякісною – зріс на 5077%! Очевидно, що продавець з неякісною продукцією зацікавлений у тому, щоб видавати свій товар за якісний, оскільки це дозволяє йому в разі збільшувати власний прибуток. Причому ланцюжок з неякісним товаром не зацікавлений у тому, щоб якісний товар зник з ринку, оскільки у цьому випадку покупці швидко дізнаються про справжню якість товару, який

купують, і попит на цей товар знизиться до рівня  $P_0 = 300 - 5 \cdot q_0$ , а прибуток ланцюжка з неякісною продукцією – до рівня 4375 грн.

Отже, асиметричний розподіл інформації між вертикально інтегрованими ланцюжками та споживачами призводить до таких наслідків:

1. Зниження ціни та прибутку інтегрованого ланцюжка з якісним товаром.
2. Підвищення ціни та прибутку для інтегрованого ланцюжка з неякісним товаром.
3. Зменшення добробуту споживачів, які вимушені купувати неякісний товар за вищою ціною, ніж у випадку симетрично розподіленої інформації.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Church J., Ware R. Industrial organization: a strategic approach. - Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000. – 892 P.
2. Motta M. Competition Policy: theory and practice. – Edinburgh: Cambridge University Press, 2004. – 616 p.
3. Sys Christa. Is the container liner shipping industry an oligopoly? // Transport policy. – 2009. – № 16. – P.259-270.
4. Акімова І., Щербаков О. Конкуренція та технічна ефективність українських виробничих підприємств // Наукові матеріали ІЕДПКУ. – 2002. - №17. – С. 1-16.
5. Закон України «Про Антимонопольний комітет України» від 14.12.1993, N 3660-XII, зі змінами та доповненнями станом на 07.10.2010.
6. Закон України «Про захист від недобросовісної конкуренції» від 07.06.1996, N 237/96-ВР, зі змінами та доповненнями станом на 16.04.2009.
7. Закон України «Про захист економічної конкуренції» від 26.12.2002, N 380-IV, зі змінами та доповненнями станом на 16.04.2009.
8. Кобець В.М. Цінова дискримінація проти єдиної ціни // Економіка і держава. – 2010. - №11. – С. 44-46.