

Шерстенников Ю. В.

МОДЕЛЮВАННЯ ДУОПОЛЬНОГО РИНКУ ТОВАРУ ПОВСЯКДЕННОГО ПОПИТУ

Управління конкурентоспроможністю виробничого підприємства безпосередньо пов'язане із питаннями формування конкурентних стратегій, що потребує всебічного аналізу тих складових діяльності підприємства, які можуть стати основою формування та зміцнення стійких конкурентних переваг. Існуючі моделі не враховують ринкову інфраструктуру і тому слабо пристосовані для використання в практичній роботі фірми на конкурентному ринку. У статті розроблені динамічні моделі кількісної та цінової дуополії, що описують роботу фірм, які займаються виробництвом, зберіганням і збутом товарів повсякденного попиту. Моделі дозволяють враховувати взаємозалежність поточного стану ринку і поточних виробничих потужностей підприємств. Отримані моделі дають змогу цілеспрямованого вибору стратегічної поведінки дуополістів. Проведений аналіз стратегій конкурентних фірм виявив суттєвий вплив ринкових характеристик на результати економічної діяльності фірм.

Ключові слова: конкуренція, динамічна модель, дуопольний ринок

Рис.: 16. *Табл.:* 5. *Формул.:* 14. *Бібл.:* 10.

Шерстенников Юрій Всеволодович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент, кафедра економічної кібернетики, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара (вул. Наукова, 13, Дніпропетровськ, 49050, Україна)

Email: hm001@ukr.net

УДК 330.45:334.012.64

Шерстенников Ю. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДУОПОЛЬНОГО РЫНКА ТОВАРОВ ПОВСЕДНЕВНОГО СПРОСА

Управление конкурентоспособностью производственного предприятия непосредственно связано с вопросами формирования конкурентных стратегий, которое нуждается во всестороннем анализе тех составляющих деятельности предприятия, которые могут стать основой формирования и укрепления устойчивых конкурентных преимуществ. Существующие модели не учитывают рыночную инфраструктуру и потому слабо приспособлены для использования в практической работе фирмы на конкурентном рынке. В статье разработаны динамические модели количественной и ценовой дуополії, описывающие работу фирм, занимающихся производством, хранением и сбытом товаров повседневного спроса. Модели позволяют учитывать взаимозависимость текущего состояния рынка и текущих производственных мощностей предприятий. Предложенные модели дают возможность целенаправленного выбора стратегического поведения дуополистов. Проведенный анализ стратегий конкурентных фирм выявил существенное влияние рыночных характеристик на результаты экономической деятельности фирм.

Ключевые слова: конкуренция, динамическая модель, дуопольный рынок

Рис.: 16. *Табл.:* 5. *Формул.:* 14. *Библ.:* 10.

Шерстенников Юрий Всеволодович – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент, кафедра экономической кибернетики, Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара (ул. Научная, 13, Днепропетровск, 49050, Украина)

Email: hm001@ukr.net

UDC 330.45:334.012.64

Sherstennykov Y. V.

MODELLING A DUOPOLY MARKET OF THE DAY-TO-DAY GOODS

Management of competitiveness of a production enterprise is directly connected with issues of formation of competitive strategies, which requires a thorough analysis of those components of the enterprise activity, which could become the basis of formation and strengthening of stable competitive advantages. The existing models do not take into account the market infrastructure and, that is why, not quite suitable for being used in the practical activity of a firm in a competitive market. The article develops dynamic models of quantitative and pricing duopolies, which describe activity of firms, which deal with production, storing and selling day-to-day goods. The models allow taking into account interdependence of the current state of the market and current production facilities of enterprises. The proposed models give a possibility of a purposeful selection of strategic behaviour of duopolists. The conducted analysis of strategies of competitive firms revealed significant influence of market characteristics upon results of economic activity of firms.

Key words: competition, dynamic model, duopoly market

Pic.: 16. *Tabl.:* 5. *Formulae:* 14. *Bibl.:* 10.

Sherstennykov Yuriy V. – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor, Department of Economic Cybernetics, Dnipropetrovsk National University named after Oles Gonchar (vul. Naukova, 13, Dnipropetrovsk, 49050, Ukraine)

Email: hm001@ukr.net

Постановка проблеми. Одне з ключових питань щодо функціонування галузевих ринків – це розробка стратегії планування роботи фірми на конкурентному ринку. В роботі [10] зазначається, що управління конкурентоспроможністю виробничого підприємства безпосередньо пов'язане із питаннями формування конкурентних стратегій, що потребує всебічного аналізу тих складових діяльності підприємства, які можуть стати основою формування та зміцнення стійких конкурентних переваг. Класичні моделі олігополії (зокрема дуополії) висвітлюють принципи, методологічні підходи щодо прийняття управлінських рі-

шень конкурентною фірмою. Однак ці моделі слабо пристосовані для використання в практичній роботі фірми на конкурентному ринку. В центрі уваги сучасних теорій має бути саме можливість практичного застосування моделей олігопольних ринків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі останнім часом приділяється велика увага висвітленню сутності конкурентних стратегій. Серед останніх публікацій привертають увагу наступні.

Безпосереднім розвитком класичних моделей є моделі, розроблені і досліджені в роботах [7–9]. Досліджується

дуополю-дуопсонієва конкуренція з використанням конкурентної моделі Лоткі-Вольтера [5; 6]. Модель застосовується для виявлення трендів розвитку і оперативного прийняття рішень. Розроблена і досліджена олігополія, в якій олігополісти для виробництва однорідного продукту використовують різні виробничі фактори, які купують на спільних ринках [2]. Розроблена модель олігополії [1], в якій досліджується ступінь впливу кожного олігополіста на ринкову ціну. Розроблена динамічна модель процесу виробництва, зберігання, збуту товарів, в рамках якої досліджені чинники, що впливають на темп збуту товару [4].

Невирішені частини загальної проблеми. В класичних моделях кількісної та цінової дуополій робиться ряд припущень, які не відповідають реальній ринковій ситуації, особливо для ринку товару повсякденного попиту. Класичні моделі дуополії (а також всі моделі перелічені вище)

не достатньо враховують той факт, що конкуренція між дуополістами не є «прямою», а здійснюється опосередковано через ринкову інфраструктуру. Ця обставина суттєво впливає на стратегічну поведінку дуополістів і має бути явним чином врахована в відповідних моделях.

Метою дослідження є розробка динамічних моделей кількісної та цінової дуополій, що описують роботу фірм, які займаються виробництвом, зберіганням і збутом товару повсякденного попиту.

Основні результати дослідження. Дві фірми пропонують однорідний продукт на локальному галузевому ринку. На ринку складається деяка ціна на цей продукт. Припускаємо, що фірми можуть варіювати лише власну виробничу потужність. Ці припущення приводять до моделі кількісної дуополії. Вважаємо, що взаємодія фірм в умовах дуополії відбувається відповідно до схеми на рис. 1.

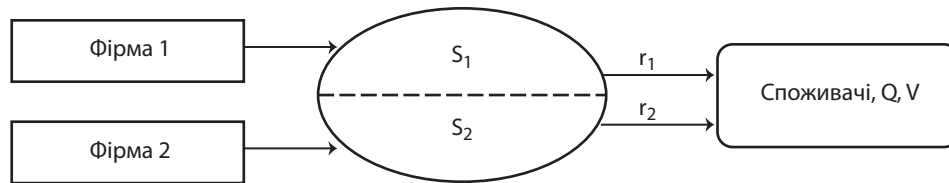


Рис. 1. Схема стратегічної взаємодії фірм в умовах дуополії

Схема на рис. 1 відбиває основну відмінність реального ринку від гранично спрощеного ринку класичних моделей. Класичні моделі кількісної дуополії виходять з припущення, що вся вироблена кожною фірмою продукція (y_1, y_2) в періоді t повністю реалізується в тому самому періоді, тобто для кожного періоду мають місце рівності $r_1 = y_1, r_2 = y_2$, тоді як на реальному ринку кількість продажів (r_1, r_2) в кожному періоді є пропорційною кількості торгових точок, тобто кількості товару відповідної фірми на ринку: $r_1 \sim S_1, r_2 \sim S_2$.

В теорії кількісної дуополії вважається відомою обернена функція попиту. За аналогією, будемо вважати відомою залежність ціни p одиниці продукції від обсягу товару на ринку:

$$p(t) = p_0 - p_1 \times (S_1(t) + S_2(t)). \quad (1)$$

де S_1, S_2 – відповідно кількість продукції 1 і 2 фірм на ринку (одиниці).

Інші рівняння моделі є:

$$\frac{dS_1}{dt} = y_1(t) - r_1(t), \quad (2)$$

$$\frac{dS_2}{dt} = y_2(t) - r_2(t), \quad (3)$$

$$r_1(t) = n \times (Q - V(t)) \times S_1(t), \quad (4)$$

$$r_2(t) = n \times (Q - V(t)) \times S_2(t), \quad (5)$$

$$\frac{dV}{dt} = r_1(t) + r_2(t) - k_1 \times V(t), \quad (6)$$

$$M_1(t) = p(t) \times y_1 - c_1 \times y_1(t) - d_1 - s_1 \times S_1(t), \quad (7)$$

$$M_2(t) = p(t) \times y_2 - c_2 \times y_2(t) - d_2 - s_2 \times S_2(t), \quad (8)$$

де y_1, y_2 – виробничі потужності (одиниці/день);

r_1, r_2 – темп продажів (одиниці/день);

Q – потенційна кількість покупок товару;

V – кількість ще не спожитого товару у споживачів;

n – коефіцієнт швидкості продажів;

k_1 – темп споживання товару;

M_1, M_2 – доход фірм 1 і 2 в періоді t ;

c_1, c_2 – змінні витрати на одиницю продукції;

d_1, d_2 – постійні витрати в періоді t (константи);

s_1, s_2 – плата за зберігання одиниці товару в одиницю часу.

Проект планується на період $T = 365$ (днів). При цьому виробництво кожної фірми треба припинити при деякому $t = t_{ost} < T$:

$$y_1(t) = \begin{cases} y_1, & \text{якщо } t < t_{ost1}, \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (9)$$

$$y_2(t) = \begin{cases} y_2, & \text{якщо } t < t_{ost2}, \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (10)$$

Критерієм вибору періодів зупинки виробництв (tv_1, tv_2) є зниження поточних прибутків (7), (8) наприкінці горизонту планування до значень:

$$0 < M_1(T) < 1, \quad 0 < M_2(T) < 1. \quad (11)$$

При виконанні умов (11) наприкінці проекту (при $t = T$) на ринку залишається невелика кількість товару кожної фірми. Цей товар має бути реалізований з 10% зниж-

кою. Тоді економічний ефект від реалізації проекту протягом року для першої і другої фірм є:

$$TM_1 = \int_0^T M_1(t)dt + 0,9 \times p(T) \times S_1(T), \quad (12)$$

$$TM_2 = \int_0^T M_2(t)dt + 0,9 \times p(T) \times S_2(T). \quad (13)$$

Рівняння (1) – (13) є моделлю дуопольного ринку.

Розрахунки за моделлю (1) – (13) виконувались для скінченно-різницевого варіанту моделі (період дискретизації $\Delta t = 1$ (день)) при таких значеннях параметрів:

$$p_0 = 10, p_1 = 0,01, k_1 = 0,07, Q = 500, c_1 = 5,$$

$$c_2 = 3,5, y_1(0) = y_1 = y_2(0) = y_2 = 5.$$

Початкові значення зрозумілі з наведених нижче рисунків. Зауважимо, що рівняння (1) накладає обмеження на загальну кількість товару на ринку.

Оскільки буде розглядатися кількісна дуополія, то для опису варіацій виробничих потужностей підприємств будемо використовувати мультиплікативні параметри ky_1 і ky_2 . Це означає, що поточні значення виробничих потужностей визначаються як $ky_1 \times y_1$ і $ky_2 \times y_2$, де ky_1 і ky_2 – варіаційні параметри. Вважаємо, що на початку роботи виробничі потужності підприємств є однаковими $y_1 = y_2$ ($ky_1 = ky_2 = 1$). Тоді економічні результати роботи фірм будуть представлені першим рядком табл. 1. З таблиці видно, що загальний дохід фірм 1 і 2 є $3,03 \times 10^3$ і $5,368 \times 10^3$, від-

повідно. Така різниця в доходах обумовлена суттєвою різницею в змінних витратах.

Тим не менш, така ситуація може не влаштовувати першу фірму. Для збільшення річного доходу перша фірма може збільшити випуск починаючи з періоду $t = 10^o$. Коефіцієнт збільшення випуску ky_1 наведений в першому стовпці табл. 1. Максимального річного доходу $3,32 \times 10^3$ перша фірма може досягти при $ky_1 = 1,35$. Зауважимо, що з табл. 1 видно, що дохід галузі $TMG = TM_1 + TM_2$ зменшується при збільшенні випуску першої фірми.

Якщо б перша не приймала ні яких дій, то поточний дохід другої фірми за період $t = 15^o$ дорівнював би $M_{2,15^o} = 15,47_3$, що є плановим значенням на яке сподівалась фірма 2. Однак, оскільки перша фірма нарощує свій випуск починаючи з періоду $t = 10^o$, то друга фірма замість планового значення $M_{2,15^o} = 15,47_3$ отримує за період $t = 15^o$ менший дохід $M_{2,15^o} = 13,00_9$. Таке зменшення доходу не влаштовує другу фірму і вона приймає рішення про збільшення випуску починаючи з періоду $t = 15^o$. Економічні наслідки від можливих дій фірми 2 наведені в табл. 2.

Перший рядок таблиці повторює третій рядок табл. 1 за винятком останнього значення, яке тепер має смисл поточного доходу фірми 1 в періоді 200. З табл. 2 видно, що фірма 2 отримує максимальний дохід при випуску $ky_2 = y_2 = 1,55 \times 5 = 7,7_5$ (за умови, що випуск фірми 1 становив $1,35 \times 5 = 6,7_5$). На рис. 2 – 8 показані результати розрахунків для оптимального розв'язку, у випадку коли інших змін крім тих, що вказані вище не відбувається.

Таблиця 1

Економічні результати роботи фірм на першому етапі ($ky_2 = 1$)

ky_1	TM_1	TM_2	Доход галузі, TMG	t_{ost1}	t_{ost2}	Критерій дій, $M_{2,15^o}$
1	$3,03 \times 10^3$	$5,368 \times 10^3$	$8,398 \times 10^3$	334	334	15,473
1,25	$2,276 \times 10^3$	$5,001 \times 10^3$	$8,277 \times 10^3$	330	334	
1,35	$3,32 \times 10^3$	$4,783 \times 10^3$	$8,166 \times 10^3$	329	334	13,009
1,45	$3,312 \times 10^3$	$4,684 \times 10^3$	$7,996 \times 10^3$	327	334	
1.55	$3,265 \times 10^3$	$4,484 \times 10^3$	$7,749 \times 10^3$	320	334	

Таблиця 2

Економічні результати роботи фірм на другому етапі ($ky_1 = 1,3_5$)

ky_2	TM_1	TM_2	Доход галузі, TMG	t_{ost1}	t_{ost2}	Критерій дій, $M_{1,20^o}$
1	$3,32 \times 10^3$	$4,783 \times 10^3$	$8,166 \times 10^3$	329	334	9,216
1,45	$2,519 \times 10^3$	$5,321 \times 10^3$	$7,84 \times 10^3$	327	326	
1,55	$2,333 \times 10^3$	$5,331 \times 10^3$	$7,664 \times 10^3$	327	324	3,569
1,65	$2,132 \times 10^3$	$5,329 \times 10^3$	$7,462 \times 10^3$	326	223	
1.75	$1,928 \times 10^3$	$5,293 \times 10^3$	$7,222 \times 10^3$	325	322	

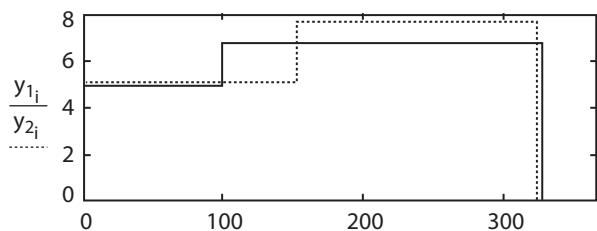


Рис. 2. Випуски першої (y_1) та другої (y_2) фірми для другого етапу

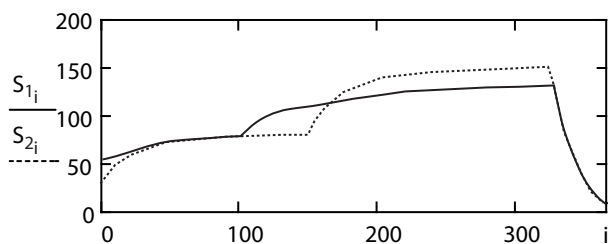


Рис. 3. Кількість товару першої (S_1) та другої (S_2) фірми для другого етапу

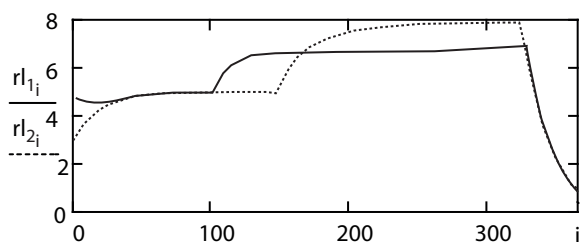


Рис. 4. Темпи продажів товарів першої (r_1) та другої (r_2) фірми для другого етапу

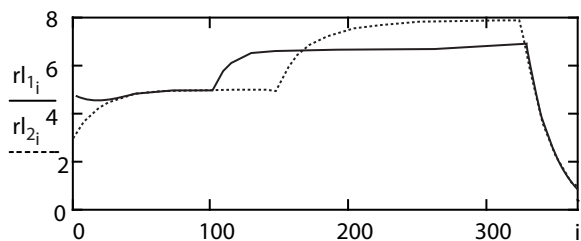


Рис. 5. Кількість товару у споживачів V для другого етапу

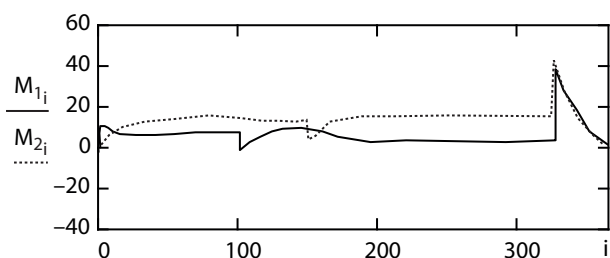


Рис. 6. Поточні доходи першої (M_1) та другої (M_2) фірми для другого етапу

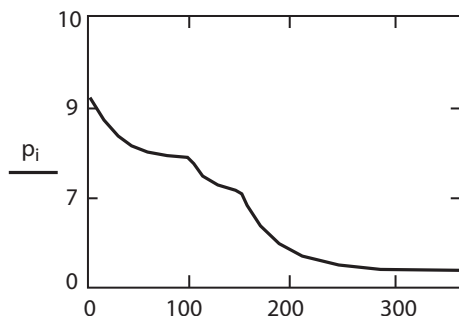


Рис. 7. Ціна товару p для другого етапу

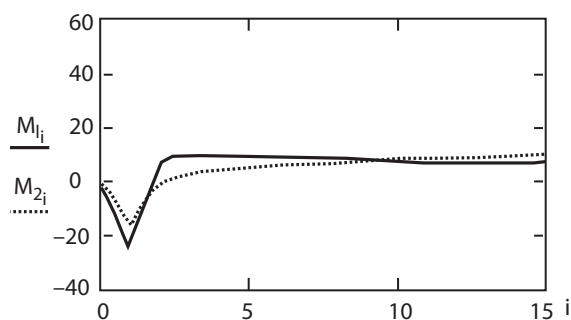


Рис. 8. Те що i на рис. 6

Однак, тепер перша фірма помічає (див. табл. 2), що замість запланованого прибутку 9,216 в періоді 200 вона отримує всього 3,569, тобто в 2,5 рази менше. Перша фірма приймає рішення ще раз змінити випуск, починаючи з періоду 200. Відповідні розрахунки наведені в табл. 3.

З табл. 3 видно, що максимальний економічний результат фірма 1 отримає за умови, що вона повернеться до початкового значення виробничої потужності $ky_1^* = 1$. Будемо вважати, що інших дій протягом планового періоду (один рік) фірми не здійснюють. Тоді зміна виробничих потужностей буде відповідати рис. 9.

Зміна інших показників представлена на рис. 10,11.

Підсумок трикрокової конкуренції наведений в табл. 4.

З таблиці 4 видно, що внаслідок трикрокової конкуренції дохід першої фірми зменшився з $3,03 \times 10^3$ до $2,428 \times 10^3$, дохід другої зріс з $5,368 \times 10^3$ до $5,875 \times 10^3$, дохід галузі зменшився з $8,398 \times 10^3$ до $8,303 \times 10^3$. Той факт, що перша фірма втрачає свої позиції на ринку, а друга – посилює обумовлений більш високими значеннями змінних витрат першої фірми ($c_1 = 5$), порівняно із змінними витратами другої ($c_2 = 3,5$). Зменшення доходу галузі в наслідок конкуренції узгоджується із загальним положенням про корисність конкуренції для споживачів. Зменшення доходу галузі в наслідок конкуренції є також добре відомим результатом класичної теорії олігопольних (зокрема, дуопольних) ринків.

При розрахунках за моделлю (1) – (13) загальна ємність ринку S вважалась необмеженою. Однак з рис. 3 видно, що загальна ємність ринку є відносно (потенційного попиту) невеликою. Кількість продукції кожної фірми на ринку є обмеженою завдяки від'ємному додатку $s_i \times S_i$

Економічні результати роботи фірм на третьому етапі ($ky_2 = 1, ky_1 = 1,3_5$)

ky_1	TM_1	TM_2	Доход галузі, TMG	t_{ost1}	t_{ost2}
0,9	2,424	6,009	8,434	335	326
1	$2,428 \cdot 10^3$	$5,875 \cdot 10^3$	$8,303 \cdot 10^3$	332	326
1,15	$2,411 \cdot 10^3$	$5,617 \cdot 10^3$	$8,028 \cdot 10^3$	329	324
1,25	$2,362 \cdot 10^3$	$5,476 \cdot 10^3$	$7,858 \cdot 10^3$	328	324
1,35	$2,333 \cdot 10^3$	$5,331 \cdot 10^3$	$7,664 \cdot 10^3$	327	324

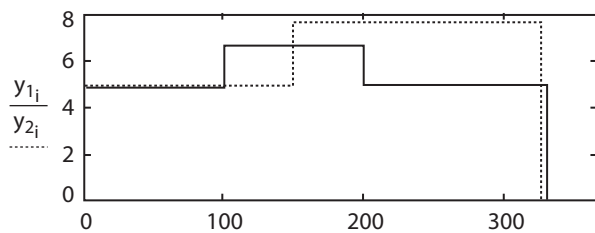


Рис. 9. Поточні значення випусків першої (y_1) та другої (y_2) фірми протягом року

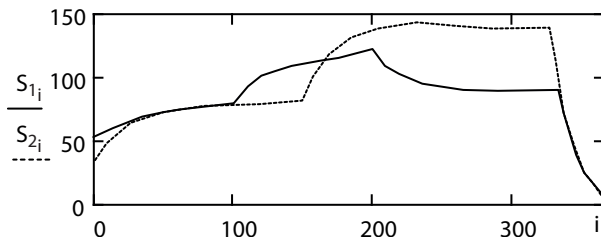


Рис. 10. Кількість товару першої (S_1) та другої (S_2) фірми протягом року

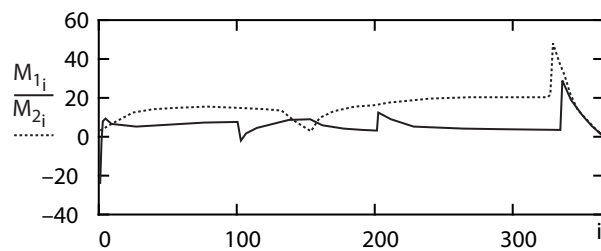


Рис. 11. Поточні доходи першої (M_1) та другої (M_2) фірми протягом року

Таблиця 4

Економічні результати трикрокової конкуренції

Кроки (етапи)	TM_1	TM_2	Доход галузі, TMG
Початок	$3,03 \cdot 10^3$	$5,368 \cdot 10^3$	$8,398 \cdot 10^3$
1	$3,32 \cdot 10^3$	$4,783 \cdot 10^3$	$8,166 \cdot 10^3$
2	$2,333 \cdot 10^3$	$5,331 \cdot 10^3$	$7,664 \cdot 10^3$
3	$2,428 \cdot 10^3$	$5,875 \cdot 10^3$	$8,303 \cdot 10^3$

($i=1,2$) в поточному доході фірм (11), (12). Хоча параметри s_1 і s_2 були визначені як плата за зберігання одиниці товару в одиницю часу, фактично вони також містять витрати на обслуговування оптової та роздрібною мереж торгівлі. Якщо продукція фірм має обмежений термін зберігання, то параметри s_1 і s_2 будуть містити також і вклад, обумовлений часовими втратами. Перелічені вклади призводять до того, що при більш ретельному дослідженні параметр s_1 (s_2) S_1 (S_2) також буде залежати від s_1 (s_2), а отже додаток $s_1 \times S_1$ ($s_2 \times S_2$) буде нелінійним за S_1 (S_2). Розрахунки доводять, що нелінійний внесок в загальні витрати накладає досить жорсткі обмеження на кількість продукції кожної фірми на

ринку. З рівнянь (4) і (5) видно, що $\frac{r1}{r2} = \frac{S1}{S2}$. Це співвідношення також видно з рис. 3 і 4. Той факт, що конкуренція на дуопольному ринку сприяє інтересам споживачів, видно також з рис. 7. Зауважимо, що при розрахунках було прийнято, що при $t > 30^{\circ}$ (днів) ціна виходить на стаціонарний рівень. З рис. 8 видно, що протягом перших двох періодів поточні доходи фірм від'ємні. Такий часовий відрізок від'ємних поточних доходів на початку роботи є характерною особливістю будь-яких нових проектів.

Вище були розглянуті лише кілька перших ходів (етапів) в діях дуополістів. Якщо робота в сталих умовах продовжується тривалий час і кожний дуополіст може зробити велику кількість ходів, то можуть виникнути дві ситуації. Перша – за декілька шагів встановлюється рівновага, яка визначає обсяги випуску і доходи кожного гравця (дуопліста). Друга – рівновага не встановлюється, тоді дуополісти можуть піти на картельну змову з метою зменшити власні витрати, але для цього вони вже мають знати свій середній прибуток за достатньо тривалий проміжок часу, тобто кілька конкурентних шагів має бути здійснено. Це треба аби обґрунтовано поділити ринок.

Модель (1) – (13) пристосована до дослідження кількісної дуополії. Розглянемо, які зміни треба внести в модель щоб за допомогою модифікованої моделі можна було досліджувати цінову дуополію.

Класичні моделі цінової дуополії (а також всі моделі перелічені вище) виходять з неявного припущення про повну інформованість споживачів про поточну цінову кон'юнктуру, що складається на ринку в кожному періоді.

Для товарів широкого вжитку це припущення не реалізується на практиці, оскільки кожний окремих покупець не може здійснювати моніторинг ринку. Оскільки при дослідженні цінової дуополії будемо розглядати (як приклад) лише однокрокову конкуренцію, то і відповідні модифікації робимо лише для цього випадку. Будемо дотримуватись вихідних положень однієї із класичних моделей цінової олігополії, запропонованої Ж. Бертраном як альтернативи стратегічної поведінки по відношенню до моделі Курно. Розглядаємо роботу двох фірм на галузевому ринку слабо диференційованого продукту. Дуополісти Бертрана приймають рішення незалежно один від одного, вважають рівень ціни конкурента як даний, і за таких умов ухвалюють рішення про рівень власної ціни. Варіаційними параметрами в моделі є ціни, а не випуски, тому рівняння (1) треба переписати як функцію ринкового попиту:

$$Q_1 = q_{01} + q_{11} \times (p_{01} - p_1), Q_2 = Q - Q_1, \quad (14)$$

де Q_1, Q_2 – потенційний попит на продукцію фірм 1 і 2;
 p_1 – ціна одиниці продукції першої фірми; інші параметри – константи.

Крім того, в рівняннях (4) і (5) величину Q треба замінити відповідно на Q_1 і Q_2 ; в рівняннях (7) і (8) величину p – на p_1 і p_2 . Рівняння (14) відповідає припущенню, що перша фірма є лідером, а друга – послідовником. Розрахунки за сформульованою моделлю виконувались при наступних значеннях параметрів: $y_1 = y_2 = 5, q_{01} = 250, q_{11} = 60, q_{12} = 45, p_{01} = 9, p_{02} = 8$. Інші параметри мають ті самі значення, що і раніше.

Розрахунки економічних результатів за моделлю представлені в табл. 5. Оскільки розглядається однокрокова стратегія, то ці результати є остаточними. Багатокрокова стратегія може бути отримана як послідовна комбінація однокрокових. З табл. 5 видно, що для максимізації повного доходу перша фірма повинна знизити ціну з початкової 9,45 до оптимальної 9,27. При цьому її річний дохід збільшиться до $3,613 \times 10^3$, дохід другої фірми зменшиться до $4,628 \times 10^3$, дохід галузі зменшиться до $8,241 \times 10^3$.

Таблиця 5

Економічні результати однокрокової стратегії на ринку цінової дуополії

Ціна встановлена першою фірмою, p_1	TM_1	TM_2	Доход галузі, TMG
9,45	$3,583 \times 10^3$	$4,785 \times 10^3$	$8,368 \times 10^3$
9,27	$3,613 \times 10^3$	$4,628 \times 10^3$	$8,241 \times 10^3$
9,09	$3,572 \times 10^3$	$4,444 \times 10^3$	$8,017 \times 10^3$
0,99	$3,48 \times 10^3$	$4,226 \times 10^3$	$7,705 \times 10^3$

На рис. 12 – 16 показані часові залежності основних ринкових показників. Для спрощення аналізу зупинка проекту в кінці року не передбачалась.

З рис. 13 видно, що темпи продажів товарів першої та другої фірм починаючи з періоду $i = 27^o$ стабілізуються

на рівні 5(одиниць/день), тобто на рівні виробничих потужностей $y_1 = y_2 = 5$. При цьому кількості продукції фірм на ринку не збігаються. Рівність темпів продажів зумовлена тим, що розбіжність S_1 і S_2 компенсується множниками $(Q_1 - V)$ і $(Q_2 - V)$. Мала кількість запасу товару у споживачів (рис. 14) на початку проекту обумовлює різке підвищення темпів продажів (рис. 13) протягом перших 5 періодів. Високий темп продажів на початку проекту обумовлює пік поточного доходу в околі третього періоду (рис. 15, 16).

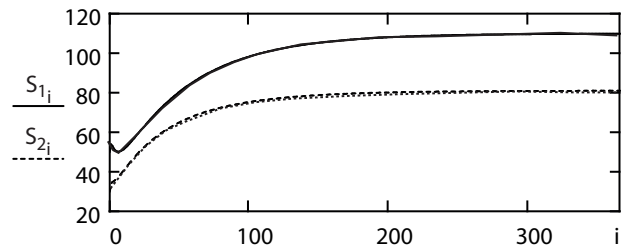


Рис. 12. Кількість товару першої (S_1) та другої (S_2) фірми протягом року

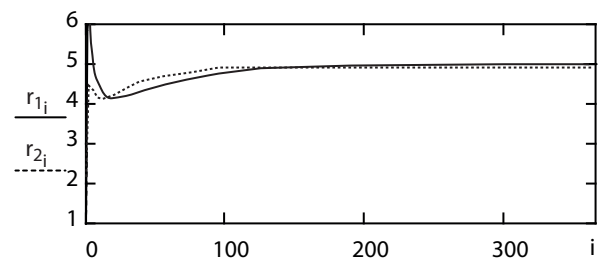


Рис. 13. Темпи продажів товарів першої (r_1) та другої (r_2) фірм

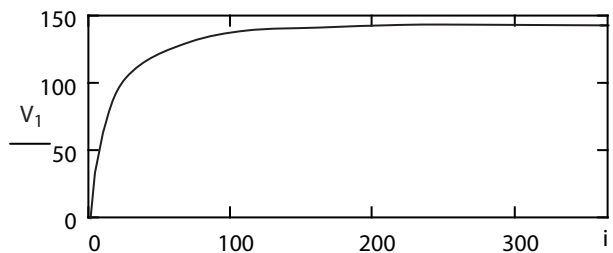


Рис. 14. Кількість товару у споживачів V

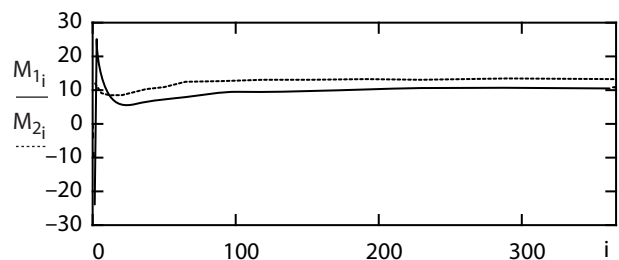


Рис. 15. Поточні доходи першої (M_1) та другої (M_2) фірми протягом року

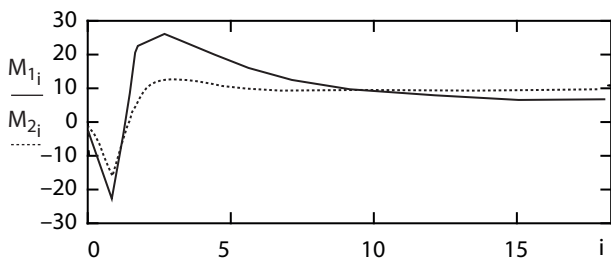


Рис. 16. Те саме, що в на рис. 15

Слід зробити одне важливе зауваження. Модель з роботи [3] в багатьох випадках приводить до нестійких розв'язків і навіть коли отримані розв'язки є стійкими, на початку роботи існує певний часовий інтервал, що відповідає перехідному періоду, в якому мають місце значні коливання розрахованих величин. Цей перехідний період не має економічного смислу і відбиває лише притаманну нелінійній математичній системі властивість. Хоча модель (1) – (13) є безпосереднім узагальненням моделі з [3] і в ній не застосовувалась ніяких спеціальних заходів для погашення зайвих коливань, тим не менш при розрахунках за

моделлю не лише всі отримані розв'язки виявилися стійкими, але також не спостерігалось навіть натяку на економічно необґрунтовані перехідні процеси на початку роботи системи. Те саме відноситься і для модифікованої системи (див. (14) і нижче). Ця важлива обставина, з одного боку, відкриває широкі можливості для застосування запропонованого в статті підходу для дослідження стратегічної поведінки фірм на олігопольних ринках, а з другого – дає можливість радикально покращити модель з роботи [3], оскільки робота навіть однієї фірми може розглядатися як функціонування системи складеної з двох підрозділів.

Висновки.

1. В роботі розроблені динамічні моделі кількісної та цінової дуополій, що описують роботу фірм, які займаються виробництвом, зберіганням і збутом товару повсякденного попиту. Моделі дозволяють враховувати взаємозалежність поточного стану ринку і поточних виробничих потужностей підприємств.
2. Отримані моделі дають змогу цілеспрямованого вибору стратегічної поведінки дуополістів.
3. Проведений аналіз стратегій конкурентних фірм виявив суттєвий вплив ринкових характеристик на результати економічної діяльності фірм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булавский В. А. Структура спроса и равновесие в модели олигополии // Экономика и математические методы. – 1997. – №3. – С. 112 – 124.
2. Булавский В. А. Модель олигополии с рынками производственных факторов // Экономика и математические методы. – 1997. – №3. – С. 78 – 86.
3. Горский А. А. Динамическая модель процесса производства, хранения и сбыта товара повседневного спроса / А. А. Горский, И. Г. Колпакова, Б. Я. Локшин // Известия РАН. Теория и системы управления. – 1998. – № 1. – С. 144–148.
4. Железняк О.О. Математичне моделювання динаміки продажу товарів на ринках недосконалої конкуренції / О. О. Железняк, О. С. Кузьменко // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – №1. – С. 236 – 245.
5. Козик В. В. Застосування моделі Лоткі-Вольтера для опису дуопольно-дуопсонієвої конкуренції / В. В. Козик, Ю. І. Сидоров, І. Б. Скворцов, О. Б. Тарасовська // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – №2. – С. 252 – 260.
6. Коляда Ю. В. Моделювання дуопольно-дуопсонієвої конкуренції з долученням режиму насичення // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – №5. – С. 293 – 299.
7. Мазалов В. В. Дуополия Хотеллинга и задача о размещении на плоскости / В. В. Мазалов, А. В. Щипцова, Ю. С. Токарева // Экономика и математические методы. – 2010. – №4. – С. 91 – 100.
8. Московкин В. М. Расчет сценария конкурентных, кооперационных и смешанных стратегий для N-мерных конкурентно-кооперационных взаимодействий в социально-экономических системах / В. М. Московкин, А. В. Журавка, В. С. Михайлов // Економічна кібернетика. – 2004. – №5-6. – С. 32 – 34.

REFERENCES

Bulavskiy, V. A. "Struktura sprosa i ravnovesie v modeli oligopolii" [The structure of supply and demand balance in the model of oligopoly]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, no. 3 (1997): 112-124.

Bulavskiy, V. A. "Model oligopolii s rynkami proizvodstvennykh faktorov" [Model of oligopoly markets of production factors]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, no. 3 (1997): 78-86.

Cokoliuk, H. O. "Konkurentni strategii vyrobnychoho pidpriemstva: osoblyvosti vyboru ta umovy realizatsii" [Competitive strategies of industrial enterprise: the preferences and conditions of sale]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 8 (2010): 163-169.

Gorskiy, A. A., Kolpakova, I. G., and Lokshin, B. Ya. "Dinamicheskaia model protsessa proizvodstva, khraneniia i sbyta tovara povsednevnogo sprosa" [The dynamic model of the process of production, storage and marketing of consumer goods]. *Izvestiia RAN. Teoriia i sistemy upravleniia*, no. 1 (1998): 144-148.

Kozyk, V. V., Sydorov, Yu. I., and Skvortsov, I. B. "Zastosuvannia modeli Lotki-Voltera dlia opysu duopolno-duopsoniievoi konkurentsii" [The use of model-tray Voltaire to describe duopolno-duopsoniyevoi competition]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 2 (2010): 252-260.

Koliada, Yu. V. "Modeliuvannia duopolno-duopsoniievoi konkurentsii z doluchenniam rezhymu nasychennia" [Simulation duopolno-duopsoniyevoi competition with attachment mode saturation]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 5 (2011): 293-299.

Mazalov, V. V., Shchiptsova, A. V., and Tokareva, Yu. S. "Duopoliiia Khotellinga i zadacha o razmeshchenii na ploskosti" [Hotelling duopoly and the problem of placing on the plane]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, no. 4 (2010): 91-100.

Moskovkyn, V. M., Zhuravka, A. V., and Mykhailov, V. S. "Raschet ste-nariya konkurentnykh, kooperatsyonnykh y smeshannykh strategiyi

9. Московкин В. М. Связь между конкурентными стратегиями Курно и Стакельберга и конкурентными моделями популяционной динамики, адаптированными к рыночной экономике / В. М. Московкин, А. В. Журавка // Экономична кібернетика. – 2003. – №5-6. – С. 25 – 29.
10. Соколюк Г. О. Конкурентні стратегії виробничого підприємства: особливості вибору та умови реалізації // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – №8. – С. 163 – 169.

dlya N-mernoi konkurentno-kooperatsyonnykh vzaymodeystviy v sotsyalno-ekonomicheskikh systemakh" [The calculation of the competitive scenario, cooperative and mixed strategies for N-dimensional competitive - cooperative interactions in social and economic systems]. Ekonomichna kibernetika, no. 5-6 (2004): 32-34.

Moskovkin, V. M., and Zhuravka, A. V. "Sviaz mezhdru konkurentnykh strategiyami Kurno y Stakelberha y konkurentnykh modeliyami populyatsyonnoi dynamiki, adaptirovannymy k rynochnoi ekonomike" [The relationship between competitive strategies, Cournot and Stackelberg, and competitive models of population dynamics, adapted to the market economy]. Ekonomichna kibernetika, no. 5-6 (2003): 25-29.

Zhelezniak, O. O., and Kuzmenko, O. S. "Matematychni modelivannia dynamiky prodazhu tovariv na rynkakh nedoskonalo konkurenttsii" [Mathematical modeling of the dynamics of selling goods in markets of imperfect competition]. Aktualni problemy ekonomiky, no. 1 (2011): 236-245.

UDK 658.8.03

Яценко Р. Н., Баликов А. Г.

ИМИТАЦИОННАЯ ПАУТИНООБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМ ПРЕДЛОЖЕНИЕМ

Представлена имитационная паутинообразная модель ценообразования с запаздывающим предложением. Рассмотрены случаи с отсутствием и наличием случайных факторов. Случайность в модели представлена концепцией «игры с природой» с использованием марковских цепей. Изучена деятельность розничного звена в описанной среде.

Ключевые слова: имитационное моделирование, паутинообразная модель ценообразования, «игры с природой», цепи Маркова, прибыль, предложение

Рис.: 8. *Библ.:* 4.

Яценко Роман Николаевич – кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

Email: yatsenko @ekhneu.org.ua

Баликов Алексей Георгиевич – студент, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

UDK 658.8.03

Яценко Р. М., Баликов О. Г.

ІМІТАЦІЙНА ПАВУТИНОПОДІБНА МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ З ПРОПОЗИЦІЄЮ, ЩО ЗАПІЗНЮЄТЬСЯ

Представлена імітаційна павутиноподібна модель ціноутворення із пропозицією, що запізнюється. Розглянуті випадки з відсутністю й наявністю випадкових факторів. Випадковість у моделі представлена концепцією «гри з природою» з використанням марковських ланцюгів. Вивчена діяльність роздрібної ланки в описаному середовищі.

Ключові слова: імітаційне моделювання, павутиноподібна модель ціноутворення, «гри з природою», ланцюги Маркова, прибуток, пропозиція

Рис.: 8. *Бібл.:* 4.

Яценко Роман Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, кафедра економічної кибернетики, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

Email: yatsenko @ekhneu.org.ua

Баликов Олексій Георгійович – студент, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

UDC 658.8.03

Yatsenko R. N., Balykov O. G.

SIMULATION COBWEB MODEL OF PRICE FORMATION WITH DELAYED SUPPLY

The article presents a simulation cobweb model of price formation with delayed supply. It considers cases with absence and availability of random factors. Randomness is presented in the model as a concept of games with nature with the use of Markov chains. The article studies activity of the retail link in the described environment.

Key words: simulation modelling, cobweb model of price formation, games with nature, Markov chains, profit, supply

Рис.: 8. *Бібл.:* 4.

Yatsenko Roman M. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of Economic Cybernetics, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)

Email: yatsenko @ekhneu.org.ua

Balykov Oleksiy G. – Student, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)