

УДК 19.6+517

Ігнатишин М.В.

кандидат економічних наук,

доцент кафедри фінансів

Мукачівського державного університету

## МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ТОВАРУ НА РИНКУ ТА ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЦІНОВІ РІШЕННЯ

У статті побудовано математичні моделі стосунків двох гравців – «торгове підприємство – покупець», «виробник – торгове підприємство». Отримано розв'язок задачі «торгове підприємство – покупець» у вигляді оптимального розподілу вільних коштів торговельної організації на придбання того чи іншого товару. Знайдено оптимальну стратегію стосунків «виробник – торгове підприємство».

**Ключові слова:** ціноутворення, конкурентне середовище, матричні ігри, моделювання стратегії.

### Ігнатишин М.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОВАРА НА РЫНКЕ И ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ЦЕНОВЫЕ РЕШЕНИЯ

В статье построены математические модели отношений двух игроков – «торговое предприятие – покупатель», «производитель – торговое предприятие». Получено решение задачи «торговое предприятие – покупатель» в виде оптимального распределения свободных средств торговой организации на приобретение того или иного товара. Найдена оптимальная стратегия отношений «производитель – торговое предприятие».

**Ключевые слова:** ценообразование, конкурентная среда, матричные игры, моделирование стратегии.

### Ignatashin M.M. DESIGN OF STRATEGIES OF PRODUCTS' OPTIMAL DISTRIBUTION ON THE MARKET AND FACTORS AFFECTING THE PRICE DECISION

Mathematical models of relations between the two players: trade company-buyer, the manufacturer – commercial enterprise have been built in the article. The solution of the problem of «commercial enterprise-buyer» has been obtained in the form of the optimal allocation of available funds of the trade organization for the purchase of a product. The optimal strategy of relations «manufacturer – commercial enterprise» has been found.

**Keywords:** pricing, competitive environment, matrix games, simulation of strategy.

**Постановка проблеми.** З теорії і практики розвитку економічних систем відомо, що економічні відносини у суспільстві формуються навколо ціни, яка визначає принципи і засади перерозподілу вартостей, а також рівень добробуту учасників ринку. У ринковому середовищі політика цін та управління ціноутворенням відіграють настільки важливу роль у діяльності фірми, що це є одним із основних моментів її стратегічного розвитку. З метою розробки якісної політики ціноутворення фірми необхідно відпрацювати збір інформації про ринок, його дослідження, підготовку та пропонування нових товарів, а також оптимальну організацію збуту. На підставі аналізу зібраної інформації про ринок підприємство розробляє свою політику ціноутворення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як відомо, уперше використання стратегічної матриці для ринкового аналізу було запропоновано американським дослідником І. Ансоффом у 1957 р. Ідея вченого полягала в тому, що існує дуже широкий вибір продуктів, які можна виробляти та пропонувати ринкові, і ринків, на яких можна працювати, тому підприємство може мати великий вибір різних стратегій. Матриця І. Ансоффа враховує взаємозв'язок між станом розвитку продуктів і ринків, пропонує варіанти стратегічного вектора зростання, що задасть напрямок укріплення конкурентоспроможності підприємства [1, с. 41].

В.В Романюк [2, с. 62] розглядає теоретичне підґрунтя для дослідження ефективності різних способів реалізації гравцями їх оптимальних змішаних стратегій у довільній матричній 2 2-грі без сітлової точки із скінченним числом партій гри. Кожен спосіб з цього моменту буде називатися тактикою перебору чистих стратегій.

І.Д. Погореловською [3, с. 30] розглянуто можливість застосування теорії ігор для визначення оптимальної поведінки інспектора у конфліктній ситуації.

М.В. Чорна [4, с. 213] досліджує обґрунтування методичного підходу до оцінки структури попиту на продукцію підприємств ресторанного господарства та ін.

Разом з тим подальшого розвитку потребують питання управління ціновою політикою в умовах загострення конкуренції та мінливості цінової ситуації, що зумовлює необхідність використовувати різні методи, теорії ігор для моделювання процесів та явищ, характерних для економіки України

**Мета статті** полягає у побудові платіжної матриці гри «виробник – торгове підприємство» та змішаного розв'язку гри та гри «торгове підприємство – покупець».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У сучасних умовах господарювання правильно сформована цінова і товарна стратегія підприємства фокусує увагу не тільки на визначенні асортиментного переліку продукції, але й дає змогу забезпечити підґрунтя капіталізації підприємства, збалансувати його виробничу діяльність, ризикованість і результативність управлінських рішень.

Ціна є результатом домовленості між покупцем і продавцем товару чи послуги. В умовах вітчизняного ринку ціни на продукцію підприємств устанавлюються з урахуванням особливостей кон'юнктури ринку, тобто характеру ринку та попиту, конкуренції, економіки, посередників, влади та інших чинників.

На рівень цін підприємства впливають як ендогенні, так і екзогенні фактори. На рис. 1 наведено чинники впливу, від яких залежить ціноутворення.

На сьогодні з метою забезпечення стійкості, високого рівня конкурентоспроможності підприємства фахівці повинні якісно забезпечувати зважену цінову політику, яка суттєво впливає на стратегічні цілі підприємства і базується на послідовних етапах.

На першому етапі проводиться обґрунтованість стратегічних рішень в області ціноутворення й ефективність їх реалізації, які базуються на якісних характеристиках інформації, якою володіє підприємство.

На другому етапі проводяться аналіз та оцінка внутрішніх і зовнішніх факторів з метою виявлення можливостей, відповідних умов і обмежень для реалізації тієї чи іншої цінової стратегії. На цьому етапі особливу роль відіграє стратегічне позиціонування на ринку конкуруючих підприємств. З метою виявлення найбільш активних конкурентів необхідно провести поглиблений аналіз їхніх цінових стратегій і конкурентної поведінки. Для цього пропонується використовувати матрицю «темпи росту частки ринку – тип конкурентної стратегії».

Третій етап формування методики цінової стратегії полягає у розрахунку базового рівня ціни з урахуванням поточних цін конкурентів і можливої реакції споживачів.

Вирішити це завдання можна за допомогою використання теорії ігор.

Нами сформульована і розв'язана задача оптимізації розподілу товару між виробниками та торговими підприємствами із застосуванням теорії матричних ігор та знаходженням змішаних стратегій поведінки двох гравців – «виробників» та «торгових підприємств».

**Гра «виробник – торгове підприємство».**

Наші розрахунки проведені на прикладі визначення цін на чоловічі костюми, що реалізуються підприємствами-виробниками в Закарпатській області (табл. 1). Для цього сформуємо платіжну матрицю (A), яка передбачає розгляд шести стратегій для

виробників однорідної продукції і двох можливих стратегій для торгових підприємств.

$$A = \begin{pmatrix} 1180 & 1120 & 1160 & 1150 & 1130 & 1140 \\ 1140 & 1150 & 1130 & 1135 & 1160 & 1105 \end{pmatrix}$$

Таблиця 1

**Рівні цін основних конкурентів при двох способах продажу товару**

Виробники	Рівні цін при способах продажу	
	ярмарки	фірмові магазини
ПАТ «Мрія»	1180,00	1140,00
ПАТ «Гроно текс»	1120,00	1150,00
ПАТ «Едельвейс – Лего»	1160,00	1130,00
ПАТ «Мукачівська швейна фабрика»	1150,00	1135,00
ТОВ «Ужгородська швейна фабрика»	1130,00	1160,00
СП «Віад – Сейлс Мукачево»	1140,00	1105,00

Число 1150, що знаходиться на перетинанні другого рядка і другого стовпця, означає попередню ціну угоди між партнерами (другим виробником і другим споживачем). Необхідно знайти оптимальний розподіл товару між виробниками та торговими підприємствами. З цією метою сформулюємо та розв'яжемо двоїсту задачу.



Рис. 1. Види конкурентного середовища та чинники впливу на цінові рішення

Пряма задача:

$$\begin{cases} v \rightarrow \max \\ 1180 \cdot x_1 + 1120 \cdot x_2 + 1160 \cdot x_3 + 1150 \cdot x_4 + 1130 \cdot x_5 + 1140 \cdot x_6 \leq v \\ 1140 \cdot x_1 + 1150 \cdot x_2 + 1130 \cdot x_3 + 1135 \cdot x_4 + 1160 \cdot x_5 + 1105 \cdot x_6 \leq v \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 1 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0; x_4 \geq 0; x_5 \geq 0; x_6 \geq 0, \end{cases}$$

де  $v$  – ціна гри виробників.

$x_j$  – ймовірність того, що  $j$ -й виробник ( $j = 1, 2, \dots, 6$ ) буде визначальним у ціноутворенні.

Оптимальне рішення задачі виробників:

$$v^* = 1129; x_1 = 0; x_2 = 0,54; x_3 = 0; x_4 = 0; x_5 = 0; x_6 = 0,46;$$

Двоїста задача:

$$\begin{cases} u \rightarrow \min \\ 1180 \cdot y_1 + 1140 \cdot y_2 \geq u \\ 1120 \cdot y_1 + 1150 \cdot y_2 \geq u \\ 1160 \cdot y_1 + 1130 \cdot y_2 \geq u \\ 1150 \cdot y_1 + 1135 \cdot y_2 \geq u \\ 1130 \cdot y_1 + 1160 \cdot y_2 \geq u \\ 1140 \cdot y_1 + 1105 \cdot y_2 \geq u \\ y_1 + y_2 = 1 \\ y_1 \geq 0; y_2 \geq 0, \end{cases}$$

де  $u$  – ціна гри торгових підприємств, грн.;  $y_i$  – ймовірність того, що  $i$ -е торгове підприємство ( $i = 1, 2$ ) буде визначальним у ціноутворенні.

Оптимальне рішення задачі торгових підприємств:

$$u^* = 1129; y_1 = 0,69; y_2 = 0,31.$$

Гра має сідлову точку у змішаних стратегіях, а ціна гри, що відповідає оптимальній ринковій ціні, дорівнює:

$$v^* = u^* = 1129 \text{ грн.}$$

З отриманих розв'язків прямої і двоїстої задач випливає, що торгові підприємства мають придбати:

- у другого виробника 54% продукції і розподілити 37% на ярмарку та 17% на фірмові магазини;
- у шостого виробника 46% продукції і розподілити 32% на ярмарку та 14% на фірмові магазини.

Ринок розподілений між двома підприємствами – № 2 та № 6. Виробники № 1, 3, 4, 5 для виходу на ринок повинні відкоригувати попередню ціну угоди з торговими підприємствами.

**Гра «торгове підприємство – покупець».**

Припустимо, що в торговому підприємстві (ТП, магазин, база) є  $n$  типів товару. У торгове підприємство необхідно завести тільки один із  $n$  типів даного товару. Необхідно вибрати той тип товару, котрий доцільно завести. Якщо  $i$ -й товар має попит, ТП отримує виручку і прибуток від продажу. Якщо товар не матиме попиту, ТП зазнає збитків пов'язаних із зберіганням, псуванням тощо.

Для реальних ситуацій характерна невизначеність попиту. У такому випадку формалізація фінансово-економічної ситуації ТП може бути здійснена в рамках теорії скінчених матричних ігор. Моделлю конфлікту інтересів торгового підприємства і покупця буде матрична гра, в якій ТП (гравець 1), покупець (гравець 2). Кожна з сторін має  $n$  чистих стратегій:  $i$ -та стратегія гравця 1 – завіз  $i$ -го товару,  $j$ -та стратегія гравця 2 – попит на  $j$ -й товар. Очевидно, корисним для гравця 1 буде отримати дохід і уникнути збитків. У цьому випадку антагоністична гра з точки зору ТП задається платіжною матрицею гравця 1.

Будуємо скінчену платіжну матрицю гри для гравця 1, що моделює стосунки «ТП – покупець». Вихідну інформацію для побудови матриці позначимо так:

- $A_i$  – виручка від продажу  $i$ -го товару;
- $B_j$  – залишок  $i$ -го товару на складі ТП;
- $T_i$  – термін придатності  $i$ -го товару ( $i = 1, \dots, N$ ).

Для врахування сезонності та інерції попиту виручку вважаємо сумою

$$A_i = kA_i^{(-12)} + (1-k)A_i^{(-1)}, \quad (1)$$

де  $A_i^{(-12)}$  – виручка від продажу  $i$ -го товару 12 місяців тому (сезонність попиту);

$A_i^{(-1)}$  – виручка від продажу  $i$ -го товару 1 місяць тому (інерція попиту);

$k$  – ваговий коефіцієнт продажу, що враховує сезонність торгівлі ( $0 \leq k \leq 1$ ).

$\Delta$  – макроекономічний показник, що впливає на купівельну спроможність покупців (відносний приріст інфляції, відносний приріст вартості споживчого кошика тощо).

Побудуємо матрицю гри для двох випадків.

**1. Високий попит.** Гравець 1 отримує максимальну виручку і прибуток, якщо завезе товар, що користується попитом, весь товар буде куплено. Діагональні елементи платіжної матриці  $H_{ii}$  будуть рівні одиниці:

$$H_{ii} = 1, \quad (2)$$

інші будуть від'ємні:

$$H_{ij} = - \left[ \frac{B_j}{T_j [B_j + kA_j^{(-12)} + (1-k)A_j^{(-1)}]} \right]^{1+\Delta} \quad (3)$$

вони математично формалізують збитки, зумовлені зберіганням, псуванням, і т.п. завезеного товару і залишків товару на складі ТП. Ці збитки пропорційні залишкам товару на складі ТП та обернено пропорційні терміну зберігання та прогнозованому рівню попиту на товар. При високому попиті можна вважати, що буде реалізовано весь товар – і завезений, і залишки на складі.

**Низький попит.** Гравець 1 отримує максимальну виручку і прибуток, якщо завезе товар, що користується попитом, буде куплено тільки завезений товар. Діагональні елементи платіжної матриці  $H_{ii}$  будуть рівні одиниці. Інші будуть від'ємні:

$$H_{ij} = - \left[ \frac{B_j}{T_j [kA_j^{(-12)} + (1-k)A_j^{(-1)}]} \right]^{1+\Delta}, \quad (4)$$

При низькому попиті можна вважати, що буде реалізовано тільки завезений товар. Платіжна матриця в даній задачі є квадратною. Отже, задачу можна представити системою рівнянь, що об'єднує невідомі оптимальні імовірності чистих стратегій  $p_i$  та невідому ціну гри  $v$ .

$$H^* = \begin{bmatrix} H^T & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, V^* = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \eta = \begin{bmatrix} p \\ v \end{bmatrix} \quad (5)$$

Розв'язок задачі має вид:

$$\eta = [H^*]^{-1} V^* \quad (6)$$

Очевидно,  $\sum_{i=1}^N p_i = 1$ .

Розглянемо два числові приклади для оцінки адекватності побудованих моделей досліджуваній фінансово-економічній задачі стосунків «ТП – покупець». Вихідні дані та результати розрахунків наведені в табл. 2 та 3.

При числових розрахунках прийнято ваговий коефіцієнт сезонності  $k = 0,5$ , макроекономічний показник не враховувався  $\Delta = 0$ .

Числові приклади вибрані з таких міркувань (табл. 1):

- товар № 1 мав максимальний попит 12 місяців тому;
- товар № 2 мав максимальний попит місяць тому;
- товар № 3 є в максимальному залишку на складі;
- товар № 4 має максимальний термін зберігання;

Таблиця 2

**Вихідні дані та результат розрахунку стратегії з високим попитом гравця 1**

Високий попит	Назва товару	$A^{(-12)}$ тис. грн.	$A^{(-1)}$ тис. грн.	$B$ тис. грн.	$T$ місяців	$p$
	Товар № 1	90	30	30	1	0,212
	Товар № 2	30	90	30	1	0,212
	Товар № 3	30	30	90	1	0,162
	Товар № 4	30	30	30	2	0,226
	Товар № 5	30	30	30	1	0,188

Таблиця 3

**Вихідні дані та результат розрахунку стратегії з низьким попитом гравця 1**

Низький попит	Назва товару	$A^{(-12)}$ тис. грн.	$A^{(-1)}$ тис. грн.	$B$ тис. грн.	$T$ місяців	$p$
	Товар № 1	90	30	30	1	0,242
	Товар № 2	30	90	30	1	0,242
	Товар № 3	30	30	90	1	0,091
	Товар № 4	30	30	30	2	0,242
	Товар № 5	30	30	30	1	0,182

- товар № 5 має помірний попит, термін зберігання та залишки на складі ТП. Платіжні матриці, розраховані за даними табл. 1, будуть такими:

- високий попит

$$H = \begin{bmatrix} 1 & -0,333 & -0,75 & -0,25 & -0,5 \\ -0,333 & 1 & -0,75 & -0,25 & -0,5 \\ -0,333 & -0,333 & 1 & -0,25 & -0,5 \\ -0,333 & -0,333 & -0,75 & 1 & -0,5 \\ -0,333 & -0,333 & -0,75 & -0,25 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

- низький попит

$$H = \begin{bmatrix} 1 & -0,5 & -3 & -0,5 & -1 \\ -0,5 & 1 & -3 & -0,5 & -1 \\ -0,5 & -0,5 & 1 & -0,5 & -1 \\ -0,5 & -0,5 & -3 & 1 & -1 \\ -0,5 & -0,5 & -3 & -0,5 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

В останньому стовпчику табл. 1 числа  $p_i$  можуть трактуватись як частка вільних коштів ТП, що має бути виділена на закупівлю  $i$ -го товару. Кошти мають бути розподілені так, як указано в табл. 4.

Таблиця 4

**Розподіл вільних коштів на придбання товару**

Назва товару	Високий попит	Низький попит	Примітка
на товар № 1 – 21,2%	21,2%	24,2%	максимальна виручка 12 місяців тому
на товар № 2 – 21,2%	21,2%	24,2%	максимальна виручка 1 місяць тому
на товар № 3 – 16,2%	16,2%	9,10%	максимальний залишок на складі ТП
на товар № 4 – 22,6%	22,6%	24,2%	максимальний термін зберігання цього товару
на товар № 5 – 18,8%	18,8%	18,2%	товар не дає великої виручки і термін його зберігання не є вищим

Адекватність побудованої моделі досліджуваної фінансово-економічної задачі стосунків «ТП – покупець» впливає з табл. 4:

1. при високому і низькому попиті модель передбачає виділення більших коштів на товар, що давав більшу виручку та має більший термін зберігання (21,2%, 22,6%, 24,2%);

2. при високому і низькому попиті найменша кількість коштів виділяється на товар, що є у великому залишку на складі (16,2%, 9,10%);

3. при зниженні загального попиту покупців на товар з високого на низький запропонована математична модель передбачає зменшення закупівлі товару, що є в значному залишку на складі та дає меншу виручку (з 16,2% до 9,10%, з 18,8% до 18,2%) на користь товару, що дає більшу виручку (з 21,2% до 24,2%, з 22,6% до 24,2%).

**Висновки.** На основі проведених розрахунків показано корисність застосування теорії матричних скінчених антагоністичних ігор, що дало можливість знайти оптимальний розподіл товару між виробниками та торговими підприємствами, а також сформулювати оптимальну цінову стратегію гравців, опираючись на цінову і товарну політику конкурентів.

Дана тематика має перспективу дослідження з використанням теорії матричних ігор, стосовно розрахунків для порівняльної оцінки взаємодії різних підприємств, структурних підрозділів тощо.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф. – М.: Экономика, 2005. – 178 с.
2. Романюк В.В. Тактика перебору чистих стратегій як теоретичне підґрунтя для дослідження ефективності різних способів реалізації оптимальних змішаних стратегій / В.В. Романюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2008. – № 3. – С. 61–68.
3. Погореловська І.Д. Деякі аспекти використання теорії ігор в адмініструванні податків / І.Д. Погореловська // Наук. вісник: зб. наук. праць Академії ДПС України. – 2003. – № 1(19). – С. 29–36.
4. Чорна М.В. Методичний підхід до оцінки структури попиту на продукцію підприємств ресторанного господарства / М.В. Чорна, О.Є. Чатченко // Бизнес Информ. – 2013. – № 11. – С. 212–216.