

УДК 330.46

Данилюк Н.М.

аспірант кафедри вищої математики
Київського національного економічного університету
імені Вадима Гетьмана

Danyliuk Natalia

The post-graduate student
of the Department of Advanced Mathematics
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

МОДЕЛІ ДІЛОВОЇ ГРИ ПІДПРИЄМСТВ – УЧАСНИКІВ МАРКЕТИНГОВОГО КАНАЛУ

BUSINESS GAME MODELS OF ENTERPRISES – THE PARTICIPANTS OF MARKETING CHANNEL

У статті представлено чотири основні моделі (три некооперативні та одна кооперативна) ділової гри підприємств – учасників маркетингового каналу, що дають змогу оцінити можливість оптимального формування доходів підприємств з урахуванням стратегій їхньої поведінки. Зокрема, до уваги беруться цінова стратегія та стратегія формування витрат на кооперативну рекламу, що, визначаючи особливості поведінки підприємства-виробника та підприємства роздрібної торгівлі (посередника), є основними чинниками впливу на формування їхніх доходів. Представлено ігрові ситуації, що формують рівновагу Неша, а також рівновагу Стакельберга, відображають можливі розв'язки некооперативної взаємодії виробника і посередника, тоді як кооперативна теоретико-ігрова модель дає змогу аналітично представити розв'язок задачі максимізації прибутку маркетингового каналу.

Ключові слова: кооперативна взаємодія, рівновага Неша, рівновага Стакельберга, прибуток каналу, стратегія поведінки.

В статье приведены четыре основные модели (три некооперативных и одна кооперативная) деловой игры предприятий – участников маркетингового канала, позволяющие оценить возможность оптимального формирования доходов предприятий с учетом стратегий их поведения. В частности, учитываются ценовая стратегия и стратегия формирования расходов на кооперативную рекламу, которые, определяя особенности поведения предприятия-изготовителя и предприятия розничной торговли (посредника), являются основными факторами влияния на формирование их доходов. Представлены игровые ситуации, формирующие равновесие Нэша, а также равновесие Стакельберга, которые отражают возможные решения некооперативного взаимодействия производителя и посредника, тогда как кооперативная теоретико-игровая модель позволяет аналитически представить решение задачи максимизации прибыли маркетингового канала.

Ключевые слова: кооперативное взаимодействие, равновесие Нэша, равновесие Стакельберга, прибыль канала, стратегия поведения.

The article emphasizes the relevance of studying the process of interaction between the manufacturer and the retailer as business partners which seek to maximize their profits and focus on long-term cooperation. Thus, there has become the arising question that is connected with the need of using game theory apparatus, through which it is possible to investigate the interaction of participants in the marketing channel through the prism of their chosen business strategies, rational behavior and the possibility of obtaining an equivalent gain (profit). While studying the influence of manufacturer and retailer price strategies, as well as their costs on cooperative advertising, on the consumer demand function, which directly reflects the profits of channel members, it has become important to take into account the various options of the business game, which is considered in the distribution

channel and depends on division the power influence between its participants. At the same time, the marketing channel, which represents the hierarchical system of relations between its participants and is vertical, is taken into account. This determines the degree of integration between the manufacturer and the retailer and also takes into account the distribution of power influence in the channel as the ability of participants to influence the process of interaction for the adoption of both their own management decisions and the decisions of the counterparty. The article presents four main models (three non-cooperative and one cooperative) of the business game of the enterprises – the participants of marketing channel, which allow to estimate the possibility of optimal formation of enterprises' incomes with taking into account the strategies of their behavior. In particular, the pricing strategy and the strategy of cost formation for cooperative advertising have been considered, which, being the determinant of the manufacturer and the retailer behavior, are the main factors that influence their income formation. The presented game situations that form the Nash equilibrium, as well as the Stackelberg equilibrium, reflect the possible solutions to the non-cooperative interaction between the manufacturer and the retailer, while the cooperative theoretic-game model allows an analytical representation of the solution to the problem of maximizing the profit of the marketing channel.

Keywords: cooperative interaction, Nash equilibrium, Stackelberg equilibrium, channel income, behavior strategy.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. На сучасному етапі розвитку ринкової економіки одними з пріоритетних напрямів формування та підтримки ділової репутації підприємства як економічного суб'єкта є ефективність його управління, правильно вибрана стратегія і гнучка тактика поведінки у змінному маркетинговому середовищі. Успішне функціонування підприємств – учасників маркетингових каналів усе більшою мірою залежить від їхньої здатності налагоджувати довгострокові партнерські відносини та орієнтуватися на перерозподіл владних ролей у каналах товароруху.

Для визначення сприятливих умов взаємодії підприємств у вертикальних каналах товароруху варто звернути увагу не лише на чинники, вплив яких на формування доходів економічно можна обґрунтувати, а й на особливості самої взаємодії учасників маркетингових каналів. Тому для оцінки ефективності роботи каналу товароруху, що проявляється в оптимальному поєднанні стратегій поведінки його учасників із метою максимізації їхніх прибутків та прибутку каналу, виникає необхідність урахувати різні варіанти ділової гри, що розглядається в каналі товароруху і залежить від розподілу владних ролей між його учасниками. Таким чином, максимізація прибутків підприємства-виробника та підприємства роздрібною торгівлі як учасників маркетингового каналу може відбуватися за умови як їхньої кооперативної взаємодії (кооперативної гри), так і за її відсутності. Наявність декількох сценаріїв такої взаємодії між виробником і посередником потребує більш деталь-

ного дослідження алгоритму дій підприємств залежно від ступеня їхнього впливу та залежності один від одного в каналі дистрибуції.

Під час побудови теоретико-ігрової моделі поведінки учасників маркетингового каналу, що враховує стратегії їхньої поведінки та послідовність дій щодо реалізації цих стратегій, вихідним постулатом є визначення можливості існування кооперативної взаємодії виробника і посередника, що призводить до максимізації їхніх прибутків у каналі товароруху, а також до максимізації прибутку самого каналу. Кооперативна взаємодія виробника і посередника враховує пошук оптимального співвідношення витрат на кооперативну рекламу та цінових стратегій учасників маркетингового каналу, що дає змогу підприємствам максимізувати власні прибутки, а також прибуток каналу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Необхідність дослідження основних сценаріїв ділової гри між підприємствами – учасниками маркетингового каналу зумовлена практичною потребою визначення ступеня владного впливу та можливого зміщення влади в каналі до одного з його учасників (виробника або посередника), що в подальшому визначає послідовність дій обох щодо максимізації своїх прибутків. Найпростіший сценарій ділової гри, за якого підприємство-виробник та підприємство роздрібною торгівлі взаємодіють у маркетинговому каналі незалежно один від одного, одночасно приймаючи рішення щодо максимізації власних прибутків, називається грою Неша [1]. Автори роботи [2] визначають гру Неша як гру

одночасних дій, до якої призводить зміщення влади (як сфери впливу на прийняття рішень у маркетинговому каналі) від виробників до посередників і, як результат, виникнення симетричних відносин між ними. Наочним відображенням такої форми взаємодії виробника і посередника за умови гри Неша є класичний приклад дилеми в'язня (The Prisoners' Dilemma), що передбачає:

- наявність інформації про учасників гри;
- відкритість і доступність інформації про стратегії поведінки учасників;
- можливість вибору гравцями виграшу залежно від комбінацій їхніх дій [3].

Ефективність роботи каналу товароруху часто розглядається через призму перерозподілу владних відносин між його учасниками, що з позицій теоретико-ігрового моделювання означає можливість побудови моделей часткового або повного лідерства. Останнє передбачає врахування лідерських позицій виробника або посередника щодо визначення частини або всіх складників функцій прибутків у нерозривному зв'язку з визначенням впливу вибраних стратегій поведінки на ефективність функціонування маркетингового каналу та побудову вертикальної стратегічної взаємодії між його учасниками.

Варто зазначити, що на перерозподіл владних відносин та визначення лідера в каналі товароруху значною мірою впливають форма функції споживчого попиту та часовий період, в якому досліджується взаємодія учасників маркетингового каналу. У цьому контексті актуальними є результати дослідження авторів роботи [4], оскільки вони дають змогу визначити наявність залежності вертикальної стратегічної взаємодії від характеру споживчої функції. Ця залежність проявляється у схильності учасника маркетингового каналу до лідерства під час прийняття рішення щодо вибору стратегії (зокрема, цінової) поведінки за наявності стратегічного заміщення або стратегічного доповнення [5]. Таким чином, за відсутності вертикальної стратегічної взаємодії учасники каналу товароруху незацікавлені у формуванні лідерських позицій щодо визначення ключових складників функцій прибутків.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою дослідження є оцінка можливих теоретико-ігрових моделей двосторонньої взаємодії підприємств – учасників маркетингового каналу щодо максимізації їх прибутків

з урахуванням вибраних стратегій поведінки (цінових та стратегії формування витрат на кооперативну рекламу). Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- визначити можливі сценарії ділової гри (некооперативної та кооперативної взаємодії виробника і посередника);
- аналітично розрахувати складники моделей формування прибутків учасників маркетингового каналу та каналі у цілому;
- дослідити взаємозалежності між складниками моделей для подальшого прийняття рішення щодо вибору оптимальної з погляду максимізації прибутків учасників каналу товароруху.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Виробник і посередник, взаємодіючи у децентралізованому маркетинговому каналі за умов гри Неша, мають рівні можливості у прийнятті рішень щодо максимізації власних прибутків. Задача максимізації функцій прибутків виробника і посередника за таких умов може бути відображена так:

для виробника:

$$\max_{p_i, v, c_{am}} Pr_m = p_i \cdot (1 - p_r) \cdot \left(\frac{A}{(B)^{\alpha + \beta + 1}} - \frac{1}{w^\alpha \cdot v^\beta} \right) - c_{am} \cdot w - v, \quad (1)$$

для посередника:

$$\max_{p_r, w} Pr_r = (p_r - p_i) \cdot (1 - p_r) \cdot \left(\frac{A}{(B)^{\alpha + \beta + 1}} - \frac{1}{w^\alpha \cdot v^\beta} \right) - (1 - c_{am}) \cdot w, \quad (2)$$

де p_i – трансфертна ціна одиниці продукту (товару), встановлена виробником, p_r – роздрібна ціна одиниці продукту (товару), встановлена посередником, c_{am} – відсоток покриття витрат на кооперативну рекламу роздрібного продавця виробником, w – витрати посередника на рекламу, v – витрати виробника на рекламу (рекламні інвестиції у бренд або торгову марку), A, B, α, β – параметри функції реакції витрат на кооперативну рекламу.

Нехай $p_r - p_i = p_i \Rightarrow p_r = 2 \cdot p_i$, тобто ця умова враховує рівність очікуваних прибутків учасників маркетингового каналу і водночас дає можливість визначити зв'язок між змінними p_i та p_r з урахуванням мінімально необхідних рівнів отримання прибутків як виробником, так і посередником. Згідно із дослідженням [3], незалежне прийняття стратегій поведінки учасниками гри Неша виключає незалежність їхніх дій щодо реалізації цих стратегій. Це означає, що і виробник, і посередник приймають рішення

ня щодо стратегій максимізації своїх прибутків незалежно один від одного, однак за цих умов вони можуть взаємодіяти у процесі реалізації вибраних стратегій. Розв'язки системи рівнянь (3) формують унікальну рівновагу Неша, за якої формуються та реалізуються стратегії учасників маркетингового каналу щодо максимізації їхніх прибутків:

$$\left\{ \begin{array}{l} w = \left(\frac{\alpha}{9} \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^\beta \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}} \\ v = \frac{\beta}{\alpha} \cdot w, \\ p_t = \frac{1}{3}, \\ p_r = \frac{2}{3}, \\ c_{am} = 0. \end{array} \right. , \quad (3)$$

За цих умов рівновагу Неша можна розглядати як набір стратегій виробника і посередника, що формується на умовах, вигідних для обох учасників маркетингового каналу, і реалізується шляхом виключення можливості максимізації прибутку лише одним із них. Побудована теоретико-ігрова модель прибутків виробника і посередника за умови гри Неша є одноперіодною (одиночною), тому може бути віднесена до класу моделей із чистими стратегіями, тобто стратегіями, що не змінюються у процесі ділової гри [6]. При цьому розраховані безрозмірні величини системи (3), що є складниками моделі прибутків виробника і посередника, описують рівновагу Неша як ситуацію, за якої бажані для кожного гравця результати (прибутки) стають об'єктивно можливими.

У запропонованому дослідженні до уваги беруться два види ігрових ситуацій, що уособлюють цілковите лідерство, тобто існування лідерських позицій відповідно виробника і посередника у визначенні стратегій поведінки та формуванні функцій прибутків. Такі ігрові ситуації називаються грою Стакельберга, в якій виробник або посередник може бути лідером у прийнятті рішень у каналі товароруху.

Для того, щоб визначити результат гри Стакельберга, в якій посередник має перевагу перед виробником у прийнятті рішень щодо реалізації власної стратегії поведінки, необхідно розв'язати задачу максимізації функції прибутку виробника

$$\max_{p_t, v, c_{am}} Pr_m = p_t \cdot (1 - p_r) \cdot \left(\frac{A}{(B)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}} - \frac{1}{w^\alpha \cdot v^\beta}} \right) - c_{am} \cdot w - v \quad \text{за}$$

певних умов, зокрема:

- у грі Стакельберга прибутки виробника і посередника формуються за умови, що $c_{am} = 0$, $p_r > p_t$, причому $p_r \uparrow 1$;

- ураховуючи те, що виробник у грі Стакельберга займає позицію послідовника, справедливою є умова $p_r = 2 \cdot p_t$.

Розв'язок гри Стакельберга, в якій посередник займає позицію лідера, а виробник – послідовника, можна записати у вигляді системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} c_{am} = 0, \\ p_t = \frac{1}{4}, \\ p_r = \frac{1}{2}, \\ w = \left[\left(\frac{\alpha}{\beta \cdot (\beta + 1)} \right)^\beta \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\alpha}{\beta + 1} \right]^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}}, \\ v = \left(\frac{\beta \cdot w^{-\alpha}}{8} \right)^{\frac{1}{\beta+1}} \end{array} \right. \quad (4)$$

Система (4) відображає розв'язок послідовної некооперативної гри двох учасників маркетингового каналу, що називається рівновагою посередника за умови гри Стакельберга. Таким чином, формування рівноваги посередника за Стакельбергом є результатом взаємодії учасників каналу товароруху, за якої посередник має можливість першим ініціювати прийняття рішення щодо визначення рівня власних витрат на кооперативну рекламу w , роздрібною ціни p_r та додаткового прибутку в розрахунку на одиницю продукту (товару), тоді як виробник є послідовником у прийнятті рішення про визначення рівня своєї участі у витратах на кооперативну рекламу v і трансфертної ціни на продукт (товар) p_t .

Аналогічно, як у разі формування рівноваги посередника за Стакельбергом, рівновага виробника, що є лідером у каналі товароруху щодо прийняття рішень про вибір цінової стратегії та участь у витрат на кооперативну рекламу, передбачає знаходження розв'язку задачі максимізації функції прибутку посередника

$$\max_{p_r, w} Pr_r = (p_r - p_t) \cdot (1 - p_r) \cdot \left(\frac{A}{(B)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}} - \frac{1}{w^\alpha \cdot v^\beta}} \right) - (1 - c_{am}) \cdot w$$

з урахуванням певних умов:

- $1 - 2 \cdot p_r + p_t = 0 \Rightarrow p_r = \frac{1 + p_t}{2}$;

- ставка участі виробника у витратах на кооперативну рекламу посередника може набувати різних значень, зокрема коли $p_t > \frac{1 + \alpha}{3 + \alpha}$, то $c_{am} \uparrow 0$, або коли $p_t = \frac{1 + \alpha}{3 + \alpha}$, то $c_{am} = 0$.

Розв'язок гри Стакельберга, в якій виробник займає позицію лідера, а посередник – послідовника, за $c_{am} = 0$, можна представити у вигляді системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} c_{am}^{Sr} = 0, \\ p_r^{Sr} = \frac{1+p_t}{2}, \\ w^{Sr} = \left[\frac{\alpha}{4} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot (\alpha+1) \cdot (1-p_t)}{2 \cdot \beta \cdot p_t} \right)^\beta \cdot (1-p_t)^2 \right]^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}}, \quad (5) \\ v^{Sr} = w^{Sr} \cdot \frac{2 \cdot \beta \cdot p_t}{\alpha \cdot (\alpha+1) \cdot (1-p_t)} \end{array} \right.$$

а розв'язок гри Стакельберга, в якій виробник є лідером, а посередник – послідовником, за $c_{am} = \frac{p_t \cdot (3+\alpha) - (\alpha+1)}{p_t \cdot (2+\alpha) - \alpha}$ можна подати у вигляді системи рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} c_{am} = \frac{p_t \cdot (3+\alpha) - (\alpha+1)}{p_t \cdot (2+\alpha) - \alpha}, \\ p_r^{Sr} = \frac{1+p_t}{2}, \\ w^{Sr} = \left(\frac{\alpha}{4} \cdot (1-p_t) \cdot (p_t \cdot (2+\alpha) - \alpha) \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^\beta \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}}, \quad (6) \\ v^{Sr} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot w^{Sr} \end{array} \right.$$

Системи рівнянь (5) і (6) виражають розв'язки гри Стакельберга і формування рівноваги виробника у цій грі за різних значень змінної c_{am} , що, своєю чергою, є функціями від p_t . Складність проведених аналітичних розрахунків для визначення трансфертної ціни виробника-лідера p_t у грі Стакельберга спонукає до застосування апарату чисельного моделювання.

Поряд із дослідженням трьох некооперативних ігрових ситуацій варто розглянути випадок побудови такої ігрової структури, коли ділова гра виробника і посередника враховує їхню взаємодію в маркетинговому каналі на умовах кооперації. Досягнення максимального рівня прибутку у цьому разі можливе за умови, що обидва учасники каналу орієнтовані на координацію власних стратегій поведінки (цінової та стратегії витрат на кооперативну рекламу), однак не виключає можливості отримання як виробником, так і посередником прибутків менших, аніж прибуток каналу в цілому. Задача максимізації функції сукупного прибутку каналу може бути записана так:

$$\max_{p_r, w, v} Pr_{ch} = \max_{p_r, w, v} \left[p_r \cdot (1-p_r) \cdot \left(\frac{A}{(B)^{\alpha+\beta+1}} - \frac{1}{w^\alpha \cdot v^\beta} \right) - w - v \right], \quad (7)$$

а її розв'язок можна записати так:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_r^{co} = \frac{1}{2}, \\ v^{co} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot w^{co}, \\ w^{co} = \left(\frac{\alpha}{4} \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^\beta \right)^{\frac{1}{\alpha+\beta+1}} \end{array} \right. \quad (8)$$

За умови, що роздрібна ціна p_r , а також витрати на кооперативну рекламу виробника v і посередника w набувають значень, еквівалентних тим, що формуються за умови кооперації учасників маркетингового каналу, можна стверджувати, що прибуток каналу може досягати максимального значення за будь-якого рівня c_{am} та p_t , що коливаються в межах $[0;1]$. Однак функції прибутків виробника і посередника залежать від змінних c_{am}, p_t , тому постає питання доведення адекватності кооперативної моделі реальним умовам функціонування маркетингового каналу.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Таким чином, дослідження різних сценаріїв ділової гри, за яких два учасники каналу товароруку приймають рішення щодо цінових стратегій, а також стратегій формування витрат на кооперативну рекламу, дало змогу аналітично розв'язати задачі максимізації функцій прибутків виробника, посередника, а також прибутку каналу в цілому. Під час визначення можливих розв'язків некооперативних ігор Неша та Стакельберга виявлено, що на відміну від рівноваги Неша та рівноваги посередника за Стакельбергом формування рівноваги виробника-лідера у грі Стакельберга відбувається за досить складних умов, що визначаються величиною ставки його участі у витратах на кооперативну рекламу посередника, а також трансфертної ціни на продукт (товар). Тому поряд із необхідністю подальшого дослідження оптимального для ефектної роботи маркетингового каналу рівня витрат на кооперативну рекламу виробника і посередника (співвідношення змінних v і w), що залежать від параметрів α, β , необхідно визначити, чи може кооперативна взаємодія забезпечити максимально можливі рівні прибутків для виробника і посередника, а також дати можливість їм розподілити додаткові прибутки.

Бібліографічний список:

1. Jorgensen S., Sigue S.-P., Zaccour G. Stackelberg Leadership in a Marketing Channel. *International Game Theory Review*. 2001. Vol. 3. № 1. P. 13–26.
2. Tsou Ch.-S., Fang H.-H., Lo H.-Ch., Huang Ch.-H. A Study of Cooperative Advertising in a Manufacturer-Retailer Supply Chain. *International Journal of Information and Management Sciences*. 2009. № 20. P. 15–26.
3. Gibbons R. *A Primer in Game Theory, Harvester Wheatsheaf*. New York, 1992.
4. Moorthy K.S., Fader P. *Strategic Interaction within a Channel*. In L. Pellegrini and S. Reddy (eds.), *Retail and Marketing Channels*. London : Routledge, New York, 1989. P. 84–99.
5. Lee E., Staelin R. Vertical Strategic Interaction: Implications for Channel Pricing Strategy. *Marketing Science*. 1007. Vol. 16. № 3. P. 185–207.
6. Duffy J. (2015). Game Theory and Nash Equilibrium. A project submitted to the Department of Mathematical Sciences in conformity with the requirements for Math 4301 (Honours Seminar). URL: <https://www.lakeheadu.ca/sites/default/files/uploads/77/images/Duffy%20Jenny.pdf> (2015).

References:

1. Jorgensen, S., Sigue, S.-P., Zaccour, G. (2001). Stackelberg Leadership in a Marketing Channel. *International Game Theory Review*, vol. 3. no. 1, pp. 13–26.
2. Tsou, Ch.-S., Fang, H.-H., Lo, H.-Ch., Huang, Ch.-H. (2009). A Study of Cooperative Advertising in a Manufacturer-Retailer Supply Chain. *International Journal of Information and Management Sciences*, 20, pp. 15–26.
3. Gibbons, R. (1992). *A Primer in Game Theory, Harvester Wheatsheaf*, New York.
4. Moorthy, K.S., Fader, P. (1989). *Strategic Interaction within a Channel*. In L. Pellegrini and S. Reddy (eds.), *Retail and Marketing Channels*. London : Routledge, New York, 84–99.
5. Lee, E., Staelin, R. (1997). Vertical Strategic Interaction: Implications for Channel Pricing Strategy. *Marketing Science*, vol. 16, no. 3, pp. 185–207.
6. Duffy, J. (2015). Game Theory and Nash Equilibrium. A project submitted to the Department of Mathematical Sciences in conformity with the requirements for Math 4301 (Honours Seminar). Available at: <https://www.lakeheadu.ca/sites/default/files/uploads/77/images/Duffy%20Jenny.pdf>