

## МАРКЕТИНГ

УДК: 338.47: 519.87; DOI: 10.31388/2519-884X-2020-41-206-211

*Власюк Ю.О., к.е.н., доцент,  
Хмельницький кооперативний торговельно-економічний інститут  
Педченко Г.П., к.е.н., доцент,  
Таврійський державний агротехнологічний університет*

### МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ ЗАМОВЛЕНЬ ТА РІВНЯ ТОВАРНИХ ЗАПАСІВ

*Анотація.* В статті розглянуто особливості методики ігрового моделювання економічних процесів, а саме: моделювання управління товарними запасами підприємства роздрібною торгівлі. Обґрунтовано доцільність застосування «гри з природою» з метою оптимізації створення товарних запасів молочної продукції для малого підприємства роздрібною торгівлі. Сформовано практичну модель ділової гри з прийняття управлінських рішень

*Ключові слова:* моделювання, теорія ігор, оптимальна стратегія, товарні запаси.

**JEL code classification:** C73 F17

*Vlasiuk Y.O., PhD, Ass. Prof.,  
Head of the Department of Marketing and Management,  
Khmelnitsky Cooperative Trade and Economic Institute  
Pedchenko G.P., PhD, Ass. Prof.,  
Department of Entrepreneurship, Trading and Exchange Activity,  
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University*

### SIMULATION OF ORDERS AND INVENTORY LEVELS

*Abstract.* The peculiarities of the game modeling methodology of economic processes application, namely the inventory management of a retail trade enterprise modeling have been considered in the article. It was noted that the format of retail organization is one of the crucial factors that influence the choice of inventory management model. A trading enterprise has been considered in the format of a retail outlet. The emphasis is focus on the need to apply a stock management model with a fixed time interval between orders for the specified trading entity format.

The feasibility of using "game with nature" to optimize the dairy commodities formation for a small retailer has been substantiated. When using a game models with a move by nature it is necessary to keep in mind that the player nature is not aim to active counteraction and is indifferent to the controlled process consequences. The practical decision-making model of business game management had been formed. The characteristics of formalized game (game participants, each participant possible strategies, winnings functions, satisfaction degree reflecting of interests, results of the game to which the chosen strategies lead) had been given.

In order to evaluate entrepreneur pure strategies, the following criteria had been considered: maximax criterion (extreme optimism), Wald's maximin criterion (extreme pessimism), Savage minimax regret criterion, Bayes-Laplace criterion (maximum average gains), Hurwicz criterion (pessimism and optimism). The optimal amount of inventories for a small retail business, depending on the entrepreneur purpose has been determined.

*Keywords:* modeling, game theory, optimal strategy, inventory.

**Постановка проблеми.** В умовах загострення конкуренції на споживчих ринках стійкість торговельних підприємств забезпечується в ході реалізації стратегій, спрямованих на максимальне задоволення споживчого попиту, а також на зниження всіх видів торгових витрат. Формування зазначених

стратегій у першу чергу передбачає раціоналізацію і оптимізацію товарних потоків. При плануванні товарних запасів ставляться дві цілі, які нерідко є взаємовиключними, – це повне задоволення попиту та запобігання втратам внаслідок створення надмірних запасів, що призводить до підвищення витрат

на зберігання або до втрат із-за псування продукції. Така ситуація значно ускладнює вибір і обґрунтування рішень. Тому, при розробці стратегії управління товарними запасами в умовах невизначеності доцільним є використання теоретико-ігрової моделі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми застосування методів моделювання в управлінні товарними запасами розглянуто у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема Д. Дж. Бауерсокса, Д.Дж. Клосса, М. Купера [1], Дж. Букана, Э. Кенигсберга [2], Ч. Мюррея [3] та інших. Питанням застосування теорії ігор приділено значну увагу у працях Дж. Ф. Нэша [4], Дж. Неймана, О. Моргенштерна [5], Дж. Р. Картера [6], а також В.В.Вітлінського [7], О.В. Ульянченка [8], Л.Г. Лабскера [9], А.А. Шияна [10] та інших.

Тим не менш, задача формування оптимального запасу товарів у торговому підприємстві залишається актуальною, а застосування для її вирішення математичного апарату теорії ігор доцільним.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є обґрунтування застосування інструментарію теорії ігор при визначенні оптимального товарного запасу.

**Виклад основного матеріалу.** Формат організації роздрібної торгівлі, як сукупність характеристик, що визначають її місце на ринку товарів народного споживання, які дають можливість їй ефективно функціонувати і розвиватися, є одним з визначальних факторів впливу на вибір моделі управління запасами. До характеристик, що визначає формат організації роздрібної торгівлі, відносяться асортимент, площа, застосовувані форми обслуговування, облікова кількість персоналу і т.д., що в певному сенсі визначає можливості підприємства щодо управління товарними запасами за іншими внутрішніми чинниками [11].

В даній статті увагу сконцентровано на такому форматі підприємств роздрібної торгівлі, як дрібнороздрібна торговельна точка. Для зазначеного типу підприємств характерні наступні ознаки:

- статус: незалежне або мережне;
- кількість асортиментних позицій: до 100;
- тип асортименту: обмежений;

- товарооборот: 30-40 тис. дол. на місяць;
- тип матеріально-технічної бази: переважно орендована;
- розмір торгової площі: до 10 кв. м [11].

У теорії управління запасами виділяють дві основні моделі: модель з фіксованим розміром замовлення і модель з фіксованим інтервалом часу між замовленнями. Обидві зазначені моделі мають широкий ряд обмежень, але на їх основі розробляються численні прикладні моделі, наближені до конкретних умов діяльності. Для такого формату торговельного підприємства, як дрібнороздрібна торговельна точка, застосовується модель управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями. Тому задачею дослідження є визначення саме обсягів замовлення товарів.

Управління запасами, як і будь-який інший процес управління, здійснюється шляхом прийняття послідовності певних рішень. Рішення приймаються на основі наявної інформації про стан об'єкта управління та умови його функціонування. Відсутність достатньої повної інформації та випадковий характер багатьох явищ призводять до невизначеності у прийнятті рішень. Зокрема, у торгівлі, випадковий характер зміни попиту унеможливує його точне прогнозування, а, отже, і формування ідеально точного замовлення на поставку товару. Ухвалення рішення в цьому випадку пов'язане з ризиком.

Більшість моделей управління запасами, представлених у науковій літературі й періодичних виданнях, є детермінованими. За своїм математичним змістом вони є задачами математичного програмування, в яких у якості основних змінних виступають обсяг замовлення, час поставки. У якості вхідної інформації в таких моделях використовується прогноз попиту на деякий період часу, або середньоочікувана величина попиту за деякими періодами, які трактуються як детерміновані дані, але не є такими в реальності. Стохастичний характер даних пояснює доцільність застосування ігрових моделей для планування обсягів товарних запасів для такого формату торговельного підприємства, як дрібнороздрібна торговельна точка.

У теорії ігор розглядаються питання зна-

ходження оптимальної поведінки учасників конфліктної ситуації. Конфлікт може виникнути також через розбіжності цілей, які віддзеркалюють не лише несполучні інтереси різних осіб або сторін, а також різноманітні інтереси однієї і тієї ж особи [6]. Протидія зацікавленій стороні може бути не лише наслідком усвідомлених дій, а й результатом об'єктивно існуючих, але непередбачених в повному обсязі умов. Моделювання таких ситуацій прийнято називати “гра з природою” [7]. Характерною особливістю відповідних моделей є розробка математичного апарата з прийняття рішень в умовах так званої природної невизначеності.

Є певні особливості побудови моделей гри “людина – природа”. Приймаючи рішення, людина може скористатися кількома стратегіями. Вплив природи на досліджуваний процес можна також змоделювати як використання певної множини стратегій. Обираючи лінію поведінки, людина може застосовувати як чисті стратегії, так і змішані, за умови, що існує можливість оцінити наслідки використання будь-якої чистої стратегії в залежності від будь-якого довільного стану природи, тобто для кожної допустимої ситуації, що виникає в результаті застосування стратегій гравцями, відомий числовий результат і можна задати матрицю виграшів досліджуваної гри. [8] Метою побудови таких моделей, як гра з природою, є визначення оптимальної стратегії для першого гравця і визначення величини його виграшу, оскільки “природа” – це гравець, який байдужий до виграшу і не бажає використовувати промахи іншого гравця.

Кожна формалізована гра характеризується:

- кількістю суб'єктів, які є учасниками взаємодії (конфлікту);
- можливим набором дій (стратегіями) кожного учасника;
- функціями виграшу, які відображують ступінь задоволення інтересів;
- результатом гри, до якого призводять обрані стратегії.

На практиці досить часто формуються обставини, в яких кілька сторін переслідують різні цілі, а підсумки кожного впливу будь-якої зі сторін знаходяться в залежності від дій опонента. Подібні ситуації відносяться

до конфліктних: результат будь-якої дії гравця залежить від зустрічного ходу іншого гравця [4, 5]. На відміну від реального конфлікту гра ведеться за певними правилами, які чітко визначають права і обов'язки учасників гри. У грі, що розглядається, першим гравцем є приватний підприємець – власник дрібнороздрібною торговельної точки, основу асортименту якої становить молочна продукція, другим гравцем – споживачі, які формують сукупний попит на молочну продукцію, що реалізується у зазначеній торговельній точці.

Стратегією гравця іменується комплекс умов, що визначають його дії у залежності від ситуації, що склалася. Виграш кожного гравця залежить як від обраної ним стратегії, так і від стратегій, обраних іншим гравцем. Особа, яка приймає рішення, обирає стратегію з множини доступних стратегій. Гра вважається скінченою, у випадку, якщо кожен учасник має кінцеву кількість стратегій, і нескінченною – у зворотному випадку [7, 8].

На основі інформації щодо запитів споживачів та обсягів реалізації продукції за останні три місяці досліджуванім підприємством, визначено діапазон, в якому змінювався попит на молочну продукцію. Кількість стратегій підприємця визначено виходячи з можливих коливань попиту та інших об'єктивних та суб'єктивних обмежуючих чинників. Двічі на тиждень власник робить замовлення і відповідно отримує певну партію для подальшої реалізації. Таким чином, маємо гру двох сторін, в якій припустимі стратегії кожної зі сторін представлені скінченими множинами.

З огляду на коливання попиту на сир кисломолочний, наявне матеріально-технічне забезпечення та торгову площу, підприємець може замовити і, відповідно, створити товарні запаси на рівні від 30 до 35 одиниць даної продукції. Відповідно, розглянемо шість стратегій підприємця щодо створення товарних запасів. Оскільки попит на сир кисломолочний за досліджуваний період коливався в межах від 30 до 35 одиниць продукції, то можна виділити шість стратегій другого гравця.

Під оптимальною стратегією розуміють стратегію одного з опонентів, при застосу-

ванні якої його виграш (програв) не може бути зменшений (збільшений), які б стратегії не реалізовував інший [7]. При прийнятті рішення підприємцем щодо замовлення продукції, існує ймовірність, що попит на продукцію перевищить обсяг наявних товарних запасів, тоді підприємець не в повній мірі використовуватиме наявні можливості. Якщо попит виявиться нижче, ніж обсяг підготовленої для реалізації продукції, то підприємець недоотримає прибуток або понесе збитки, адже продукція має обмежений термін придатності.

Відповідно до концепції теорії матричної

$$F = F\{f_{ij}\} = \begin{matrix} & q_1 & \dots & q_j & \dots & q_n \\ x_1 & f_{11} & \dots & f_{1k} & \dots & f_{1j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_i & f_{i1} & \dots & f_{ij} & \dots & f_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & f_{m1} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{matrix},$$

елемент  $f_{ij}$  якої – це кількісна оцінка рішення  $x_i \in X$ , за умови, що зовнішні умови відповідають стану  $q_j \in Q$ .

При побудові функціоналу оцінювання враховано прибуток, який підприємець

	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$
$x_1$	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0	129,0
$x_2$	110,8	133,3	133,3	133,3	133,3	133,3
$x_3$	92,6	115,1	137,6	137,6	137,6	137,6
$x_4$	74,4	96,9	119,4	141,9	141,9	141,9
$x_5$	56,2	78,7	101,2	123,7	146,2	146,2
$x_6$	38,0	60,5	83,0	105,5	128,0	150,5

З метою оцінки “чистих” стратегій підприємця розглянемо критерії: максимаксний критерій (крайнього оптимізму), критерій Вальда (крайнього песимізму), критерій Севіджа (мінімального ризику), критерій Байєса-Лапласа (максимуму середнього виграшу), критерій Гурвіца (песимізму-оптимізму).

$$S_m = \max_i \max_j f_{ij} = \max(129,0; 133,3; 137,6; 141,9; 146,2; 150,5) = 150,5.$$

За максимаксним критерієм найкращим для підприємця є рішення щодо вибору шостої стратегії – створення товарного запасу у 35 одиниць продукції.

гри ситуація прийняття рішень щодо вибору стратегії характеризується множиною  $\{X; Q; F\}$ ,

де  $X$  – множина стратегій підприємця;

$Q$  – множина можливих станів попиту;

$F = \{f(x_i, q_j); x_i \in X; q_j \in Q\}$  – функціонал

оцінювання,

$f(x_i, q_j)$  – функція виграшу підприємця,

$i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$  [4, 6, 7].

Функціонал оцінювання задається платіжною матрицею:

отримує від реалізації однієї партії сиру кисломолочного залежно від наявних обсягів товарних запасів, рівня закупівельних цін та цін реалізації, існуючого попиту тощо:

Згідно максимаксного критерію або критерію крайнього оптимізму робиться припущення, що зовнішні умови будуть для гравця найсприятливішими. Тому слід обрати рішення, яке забезпечує максимальний виграш серед максимально можливих, тобто:

Протилежне припущення щодо попиту на продукцію передбачає оцінка за критерієм Вальда. За даним критерієм вибір стратегії здійснюється з огляду на гіпотезу, що за будь-

якої стратегії першого гравця буде реалізована така стратегія другого гравця, яка призводить до найгіршої ситуації для першого гравця [7, 8].

$$S_W = \max_i \min_j f_{ij} = \max(129,0; 110,8; 92,6; 74,4; 56,2; 38,0) = 129,0$$

Сутність критерію Севіджа полягає у виборі стратегії, яка мінімізує ризики. З цією метою побудуємо матрицю ризиків, яка дозволяє більш чітко виявити переваги певної стратегії за даного можливого рівня попиту. Ризиком  $r_{ij}$ , якщо користуватися чистою стратегією  $x_i$  за  $q_j$  стану природи, називають різницю між максимальним виграшем  $\max_i f_{ij}$ , який можна було б одержати, якби приро-

да достовірно була в стані  $Q_j$ , та виграшем  $f_{ij}$ , який можна одержати, використовуючи стратегію  $x_i$  та приймаючи  $q_j$  за можливий стан природи [8].

Таким чином, мінімальне значення максимального можливого ризику гарантує друга стратегія – створення товарного запасу у 31 одиницю продукції:

$$S_S = \min_i \max_j r_{ij} = \min(21,5; 18,2; 36,4; 54,6; 72,8; 91,0) = 18,2$$

Застосування критерію Байєса-Лапласа передбачає наявність інформації щодо ймовірності застосування другим гравцем кожної зі стратегій. Проведені спостереження дозволили визначити ймовірності формуван-

ня певних рівнів попиту на молочну продукцію. У даному випадку, визначивши математичне сподівання виграшу для кожного рішення, обирають те, яке забезпечує найбільше значення виграшу:

$$S_{BL} = \max_i \sum_{j=1}^n f_{ij} p_j = \max(129,0; 132,2; 133,1; 127,3; 113,6; 97,6) = 133,1$$

Тобто, підприємцю доцільно застосовувати третю стратегію – створення товарного запасу у 32 одиниці продукції.

Принцип Байєса-Лапласа доцільно застосовувати у випадках багаторазового повторення поведінки гравців, що дає можливість оцінки ймовірності застосування стратегій статистичними методами, виходячи з частоти реалізації певних стратегій гравцями в

$$\max_i \left\{ \lambda \min_j f_{ij} + (1 - \lambda) \max_j f_{ij} \right\},$$

де  $\lambda \in [0; 1]$  і обирається за суб'єктивними міркуваннями. За умови  $\lambda = 1$  критерій Гурвіца тотожний критерію Вальда (крайнього песимізму), за умови  $\lambda = 0$  – критерію крайнього оптимізму. Коефіцієнт  $\lambda$  являє собою міру песимізму особи, яка приймає рішення

$$S_H = \max_i \left\{ 0,3 \min_j f_{ij} + 0,7 \max_j f_{ij} \right\} = \max(129,0; 126,6; 124,1; 121,7; 119,2; 116,8) = 129,0$$

За критерієм Гурвіца підприємцю доцільно обрати першу стратегію, тобто створити товарний запас у 30 одиниць продукції.

**Висновки.** Отже, оптимальний обсяг товарних запасів варто визначати, орієнтуючись на мету підприємця. Якщо підприємець

про вибір стратегій: чим більш небезпечна ситуація, тим доцільніше обрана  $\lambda$  ближче до 1 [8, 9, 10]. У досліджуваному випадку вважаємо за доцільне присвоїти  $\lambda$  значення 0,3, тоді отримаємо:

прагне мінімізувати ризик втрати прибутку, то йому слід обирати другу стратегію – створення запасу готової продукції обсягом 31 одиниця продукції. За песимістичних очікувань оптимальним варіантом буде вибір першої стратегії – створення запасу готової

продукції обсягом 30 одиниць продукції, доцільність даного рішення підтверджує перевірка за критерієм Гурвіца. За оптимістичних очікувань – шосту стратегію і, відповідно, створення запасу готової продукції обсягом 35 одиниць продукції. Якщо підпри-

ємець орієнтується на отримання найбільшого середнього прибутку (з урахуванням ймовірного розподілу попиту), то йому слід обирати третю стратегію – створення запасу готової продукції обсягом 32 одиниці продукції.

#### Список літератури:

1. Bowersox D.J. Supply Chain Logistics Management. / Donald J. Bowersox, David J. Closs, M. Bixby Cooper. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill, US. – 2002. – 498 p.
2. Buchan J. Scientific inventory management / Joseph Buchan, Ernest Koenigsberg. N.J. : Prentice-Hall, US. – 1963. – 523 p.
3. Murray C.C., Gosavi A., Talukdar D. (2012) The multi-product price-setting newsvendor with resource capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, Vol. 138, no. 1, pp. 148–158.
4. Nash J. F. (1953) Two-person cooperative games. *Econometrica*, Vol. 21 (1), pp. 128–140.
5. Von Neumann J. Theory of Games and Economic Behavior. / J. Von Neumann, O. Morgenstern. N.J. : Princeton University Press, US. – 1990. – 666 p.
6. Anderton C.H. Principles of conflict economics. A primer for social scientists / C. H. Anderton, J. R. Carter. Cambridge: Cambridge University Press, UK, – 2009. – 321 p.
7. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
8. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці: Підручник. – Суми: Видавництво "Довкілля", 2010. – 594 с.
9. Лабскер Л.Г. О критерии Гурвица в играх с природой / Л. Г. Лабскер // Бизнес Информ.– 2009.– №2(2).– С. 11 – 14.
10. Шиян А.А. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті : навч. посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 164с.
11. Олініченко К.С. Управління товарними запасами підприємств роздрібної торгівлі : монографія. Харків: Видавництво Іванченка І.С. – 2017. – 211с.

#### References:

1. Bowersox D.J., Closs D.J., Cooper M.B. (2002) Supply Chain Logistics Management., 3rd Edition. *New York: McGraw-Hill*, US, 498 p.
2. Buchan J., Koenigsberg E. (1963) Scientific inventory management. *N.J. : Prentice-Hall, US*, 523 p.
3. Murray C.C., Gosavi A., Talukdar D. (2012) The multi-product price-setting newsvendor with resource capacity constraints. *International Journal of Production Economics*, Vol. 138, no. 1, pp. 148–158.
4. Nash J. F. (1953) Two-person cooperative games. *Econometrica*, Vol. 21 (1), pp. 128–140.
5. Von Neumann J., Morgenstern O. (1990) Theory of Games and Economic Behavior. *Princeton University Press, US*, 666 p.
6. Anderton C.H., Carter J.R. (2009) Principles of conflict economics. A primer for social scientists. *Cambridge: Cambridge University Press, UK*, 321 p.
7. Vitlinskyi V.V. (2003) Modeliuvannia ekonomiky: Navch. posibnyk. K.: KNEU, 408 p.
8. Ulianchenko O.V. (2010) Doslidzhennia operatsii v ekonomitsi: Pidruchnyk. *Sumy: Vydavnytstvo "Dovkillia"*, 594 p.
9. Labsker L.G. (2009) O kriterii Gurvitsa v igrah s prirodoj. *Biznes Inform*, №2 (2), pp. 11 – 14.
10. Shyian A.A. (2009) Teoriia ihor: osnovy ta zastosuvannia v ekonomitsi ta menedzhmenti : navch. posibnyk. *Vinnytsia : VNTU*, 164 p.
11. Olinichenko K.S. (2017) Upravlinnja tovarnymy zapasamy pidprijemstv rozdrubnoji torghivli [Retail inventory management]. *Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S.*, 211 p.