

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ДУОПОЛІСТІВ В УМОВАХ НЕПОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

У даній статті представлена математична модель дуополії, що враховує рівень ринкового попиту на продукцію фірм-дуополістів, а також сам факт наявності такої інформації у учасників ринку. Запропонована модель дозволяє фірмі, яка володіє інформацією щодо рівня попиту, обрати більш ефективну стратегію й отримати вищий прибуток, ніж у випадку відсутності такої інформації й вибору стратегій згідно з класичними моделями дуополії.

Ключові слова: дуополія, рівень платоспроможного попиту, неповна інформація, оптимальний обсяг випуску, оптимальна стратегія, максимізація прибутку, стратегія Курно, стратегія Стакельберга.

MANTALYUK O.

Khmelnitsky National University

MATHEMATICAL MODELING OF DUOPOLISTS' CONDUCT UNDER CONDITIONS OF INCOMPLETE INFORMATION

The classic duopoly models are not particularly helpful in the context of declining effective demand from the population in Ukraine. This article represents the duopoly model that takes into account the grade of real market demand for production such as the very presence or absence of such the information. The model mentioned makes it possible to define the optimal output for the firm that has information about market demand level. In case of low demand it provides the best strategy choice for the firm that possesses market information. Another firm has not got such data and acts according to Steckelberg strategy but still obtains higher profit than in cases where it's competitor use Cournot or Steckelberg strategies. In case of high demand the market situation turns into the classic one and the relevant duopoly models become suitable. Thus, the model proposed provides the best choice of strategies and profit maximization for the both participants of duopoly under low level of effective market demand.

Keywords: duopoly, effective demand, incomplete information, optimal output, optimal strategy, profit maximization, Cournot strategy, Steckelberg strategy.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Зниження платоспроможного попиту населення України відображається на кон'юктурі товарних ринків. Внаслідок цього, традиційні математичні моделі ринкової поведінки продавців стають мало придатними в умовах низького попиту, потребуючи модифікації.

Аналіз останніх досліджень чи публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Дослідження діяльності олігополій, вивчення їх впливу на економіку країни та питань державного регулювання їх діяльності широко висвітлені в працях Є.В. Алімпієва [1], Т. Бея [2], О.О. Костусева, В.Д. Лагутіна, А.Й. Наливайка [3], С.І. Савчука, Дж. Стіглера [4], Г.М. Філюка [5] та інших. Разом із тим, під час аналізу поведінки учасників олігопольних ринків розглядаються класичні моделі, які передбачають неявним чином високий рівень споживчого попиту й не враховують можливості отримання та використання фірмами-олігополістами інформації щодо ринкового попиту на свою продукцію.

Метою дослідження є розробка математичної моделі дуополії, яка враховувала б рівень попиту на продукцію. У ситуації низького рівня попиту така модель дозволить учасникам дуополії обрати більш ефективні стратегії поведінки, ніж класичні моделі Курно або Стакельберга.

Основний матеріал дослідження. Розглянемо спочатку відому в математичній економіці задачу про дуополію – модель ситуації, коли на ринку діють два продавці однорідного товару за великої кількості покупців. Вважатимемо, що олігополісти можуть впливати на ціну товару не прямо, а опосередковано, маніпулюючи обсягом свого виробництва. Кожна із конкуруючих фірм при виборі обсягу випуску враховує не тільки прямий вплив ринку, але й непрямий вплив конкурента. Розглянемо таку задачу спочатку в класичній постановці, а потім розширимо модель на випадок низького рівня попиту, тобто меншого від суми обсягів випуску двох фірм, що визнані оптимальними згідно з відомими моделями Курно та Стакельберга.

Отже, дві компанії продають однорідний товар.

Ціна товару P пов'язана з обсягом загального випуску наступним співвідношенням:

$$P = a - b \cdot Y, a > 0, b > 0,$$

де Y – сукупний обсяг випуску двох фірм:

$$Y = Y_1 + Y_2.$$

Виробничі витрати фірм описуються такими лінійними залежностями:

$$\begin{aligned}C_1 &= cY_1 + d; \\C_2 &= cY_2 + d; \\c > 0; d > 0,\end{aligned}$$

де C_i – витрати кожної фірми, $i=1,2$;
 c – граничні витрати, які не залежать від обсягу випуску;
 d – фіксовані витрати.

Кожна фірма повинна вибрати такий обсяг випуску, який максимізує її прибуток. Обидві фірми приймають рішення одночасно. Прибуток кожної фірми складатиме відповідно:

$$\begin{cases} PR_1 = PY_1 - C = [a - b \cdot (Y_1 + Y_2)] \cdot Y_1 - c \cdot Y_1 - d, \\ PR_2 = PY_2 - C = [a - b \cdot (Y_1 + Y_2)] \cdot Y_2 - c \cdot Y_2 - d. \end{cases} \quad (1)$$

Кожна з наведених функцій прибутку досягає свого максимуму в точці, в якій частинні похідні цієї функції дорівнюють нулю. Тобто в точці оптимуму має виконуватись наступна система рівнянь:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial PR_1}{\partial Y_1} &= [a - bY_1 - bY_2] - bY_1 - b \frac{\partial Y_2}{\partial Y_1} Y_1 - C = 0, \\ \frac{\partial PR_2}{\partial Y_2} &= [a - bY_1 - bY_2] - bY_2 - b \frac{\partial Y_1}{\partial Y_2} Y_2 - C = 0. \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

Тут похідні $\frac{\partial Y_2}{\partial Y_1}$ та $\frac{\partial Y_1}{\partial Y_2}$ описують реакцію кожної фірми на зміну обсягу випуску її конкурента.

Розглянемо тепер частинний випадок задачі (1) – модель Курно, – в якій

$$\frac{\partial Y_2}{\partial Y_1} = \frac{\partial Y_1}{\partial Y_2} = 0.$$

Це означає, що кожен із дуополістів вважає, що зміни в його власному випуску продукції не вплинуть на конкурента, тобто обсяг випуску конкурента є постійним. Таким чином, величини $\frac{\partial Y_2}{\partial Y_1}$ і $\frac{\partial Y_1}{\partial Y_2}$ дорівнюють нулю. Отже, система (1) спроститься до такого вигляду:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial PR_1}{\partial Y_1} &= [a - bY_1 - bY_2] - bY_1 - C = 0, \\ \frac{\partial PR_2}{\partial Y_2} &= [a - bY_1 - bY_2] - bY_2 - C = 0. \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

Розв'язавши систему (3) відносно Y_1 та Y_2 , отримаємо вирази для оптимальних обсягів випуску фірм залежно від обсягу випуску конкурента визначаються такими виразами:

$$\begin{cases} Y_1^K = \frac{(Y_0 - Y_2)}{2}, \\ Y_2^K = \frac{(Y_0 - Y_1)}{2} \end{cases}, \quad (4)$$

$$\text{де } Y_0 = \frac{(a - c)}{b}.$$

Система (4) визначає обсяги випуску Y_1^K та Y_2^K , що є оптимальними за Курно, через обсяги випуску фірми-конкурента. Ці самі величини можна виразити також через параметри задачі:

$$\begin{cases} Y_1^K = \frac{Y_0}{3}, \\ Y_2^K = \frac{Y_0}{3}. \end{cases}, \quad (5)$$

Основною передумовою моделі Курно є постійність обсягу випуску конкурента. Отже, фірми вибирають обсяги випуску один раз і домовляються в подальшому їх не змінювати. Дійсно, за описаної ситуації в зміні обсягів випуску немає сенсу, оскільки вони відповідають рівновазі Курно.

Іншою відомою моделлю дуополії є модель дуополії за Стакельбергом. У цій ситуації фірма-лідер враховує реакцію конкурента на свою поведінку, при цьому вважаючи, що конкурент цього не робить. Якщо

його очікування справджуються, то встановлюється рівновага за Стакельбергом, за якої фірма лідер (вважатимемо, що ним буде перша фірма) випускає продукції в два рази більше і отримує прибуток у два рази вищий, ніж фірма-аутсайдер. Тоді оптимальні обсяги випуску можуть бути визначені за формулами:

$$\begin{cases} Y^S_1 = \frac{Y_0}{2}, \\ Y^S_2 = \frac{Y_0}{4}. \end{cases} \quad (6)$$

У випадку ж, коли фірма, від якої очікувалася поведінка аутсайдера, насправді враховує реакцію свого конкурента, то на ринку встановлюється ситуація нерівноваги за Стакельбергом, за якої обсяги випусків фірм визначатимуться згідно з рівнянням (7):

$$Y_1^{\bar{S}} = Y_2^{\bar{S}} = \frac{2}{5} Y_0. \quad (7)$$

Очевидно, що в цьому випадку випуск фірм є дещо вищим, ніж у ситуації рівноваги за Курно, але ціна продукції та прибутки фірм будуть нижчими.

Досі вважалося, що рівень попиту високий настільки, що обидві фірми зможуть продати всю свою продукцію. В реальності така гіпотеза може не справджувати, що потребує відповідного відображення в моделі.

Модифікуємо модель дуополії з повною інформацією, перетворивши її на модель із неповною інформацією шляхом заміни детермінованого ринкового попиту на випадковий. Для простоти приймемо, що випадкова величина Y може набувати лише два значення: Y_{1B} , що відповідає високому рівню попиту, з імовірністю ϕ та Y_{1H} , що відповідає низькому рівню попиту, з імовірністю $(1-\phi)$. Крім того, вважатимемо ринкову ситуацію асиметричною в інформаційному сенсі: перша фірма знає, в якому стані знаходиться попит, а другій фірмі нічого про це невідомо.

Коли ринковий попит є високим, фірми можуть діяти відповідно до моделі Курно (якщо домовляться) або Стакельберга (в протилежному випадку). Тому ця ситуація не потребує подальшого розгляду.

Зосередимо увагу на ситуації, коли попит є низьким, тобто меншим від суми оптимальних за Курно обсягів виробництва двох фірм. Тоді ціна товару буде визначатися обсягом попиту, обсяг продажу фірми – попитом та часткою фірми в загальному обсязі випуску, а виробничі витрати – обсягом виробництва. Задача максимізації прибутку першої фірми буде описуватися такою функцією:

$$PR_{1H} = [a - bD] \frac{Y_1}{(Y_1 + Y_2)} D - cY_1 \rightarrow \max, \quad (8)$$

де D – ринковий попит на продукцію дуополістів.

Будемо враховувати, що друга фірма діє за Стакельбергом, обираючи свій обсяг виробництва за правилом $Y_2 = \left(\frac{Y_0 - Y_1}{2} \right)$. Тоді отримаємо вираз:

$$PR_{1H} = \frac{(a - bD)DY_1}{\left(Y_1 + \frac{(Y_0 - Y_1)}{2} \right)} - cY_1 = \frac{2(a - bD)DY_1}{(Y_0 + Y_1)} - cY_1.$$

Знайдемо частинну похідну функції прибутку першої фірми за змінною Y_1 і прирівняємо її до нуля:

$$\frac{\partial PR_{1H}}{\partial Y_1} = 2D(a - bD) \frac{(Y_0 + Y_1) - Y_1}{(Y_0 + Y_1)^2} - c = 0.$$

Спростимо чисельник, розкривши дужки:

$$\frac{\partial PR_{1H}}{\partial Y_1} = 2D(a - bD) \frac{Y_0}{(Y_0 - Y_1)^2} - c = 0.$$

У результаті отримаємо такий вираз для обчислення оптимального обсягу випуску першої фірми для випадку низького попиту:

$$Y^*_{1H} = \sqrt{\frac{2D(a - bD)Y_0}{c}} - Y_0 \quad (9)$$

Розглянемо умовний числовий приклад застосування стратегії, що визначається формулою (9). Нехай на ринку однорідного товару діють два продавці за великої кількості покупців. Припустимо, що максимальна ринкова ціна товару $a=1000$ г.о., зниження ціни, що припадає на кожну додаткову одиницю попиту $b=0,1$ г.о., витрати на одиницю випущеної продукції $c=400$ г.о., а ринковий попит на продукцію $D=3000$ од.

Визначимо величину:

$$Y_0 = \frac{(a-c)}{b} = \frac{(1000-400)}{0,1} = 6000 \text{ (од.)}$$

Підставимо значення a , b , c , D до виразу (9) і обчислимо з точністю до цілого числа оптимальний обсяг випуску першої фірми:

$$Y_{1H}^* = \sqrt{\frac{2D(a-bD)Y_0}{c}} - Y_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 3000 \cdot (1000 - 0,1 \cdot 3000) \cdot 1000}{400}} - 6000 = 1937 \text{ (од.)}$$

Обсяг випуску другої фірми визначимо за формулою (4):

$$Y_{2H}^* = \frac{(Y_0 - Y_{1H}^*)}{2} = \frac{(6000 - 1937)}{2} = 1354 \text{ (од.)}$$

Відповідні обсяги прибутку фірм обчислимо за формулою (8):

$$PR_{1H} = [1000 - 0,1 \cdot 3000] \frac{1937}{(1937 + 1354)} 3000 - 0,1 \cdot 1937 = 461079 \text{ (г.о.)},$$

$$PR_{2H} = [1000 - 0,1 \cdot 3000] \frac{1354}{(1937 + 1354)} 3000 - 0,1 \cdot 1354 = 322320 \text{ (г.о.)}$$

Бачимо, що перша фірма, застосовуючи стратегію, що закладена у формулі (9), отримує більший прибуток, ніж друга.

В таблиці 1 наведені розраховані вище значення в порівнянні з аналогічними показниками, розрахованими за моделями Курно та Стакельберга.

Таблиця 1

Обсяги випуску продукції дуополістів та їх прибутки, що були розраховані за різними моделями

Використана модель	Оптимальні значення показників			
	Обсяг випуску першої фірми, од.	Прибуток першої фірми, г.о.	Обсяг випуску другої фірми, од.	Прибуток другої фірми, г.о.
Курно	$Y_1^K = 2000$	$PR_1^K = 250000$	$Y_2^K = 2000$	$PR_2^K = 250000$
Стакельберга (нерівновага)	$Y_1^{\bar{S}} = 2400$	$PR_1^{\bar{S}} = 90000$	$Y_1^{\bar{S}} = 2400$	$PR_2^{\bar{S}} = 90000$
Формула (9)	$Y_{1H}^* = 1937$	$PR_{1H}^* = 461079$	$Y_{2H}^* = 1354$	$PR_{2H}^* = 322320$

Висновки:

1. Фірма, що володіє інформацією про рівень ринкового попиту на свій товар і застосовує модифіковану модель дуополії, збільшує свій середній прибуток у порівнянні з ситуаціями, коли вона діє згідно з класичними моделями Курно або Стакельберга.

2. Фірма, що застосовує модифіковану модель дуополії, неявним чином (через інформацію про обсяг свого виробництва) передає інформацію щодо зниження ринкового попиту своєму конкурентові. У результаті друга фірма збільшує свій прибуток у порівнянні з ситуаціями, коли вона діє за класичними моделями, хоча й у меншій мірі, ніж перша з названих фірм.

3. Врахування в моделі задачі про дуополію випадкової величини попиту кардинально змінює точки рівноваги. При цьому фірма-дуополіст, що володіє інформацією про ринковий попит, має значну конкурентну перевагу в порівнянні з фірмою, що не володіє такою інформацією. У результаті перша з названих фірм випускає в середньому більший обсяг продукції, отримуючи вищу величину середнього прибутку, ніж друга.

Література

- Алімпієв Є.В. Економічні підходи протидії картельним угодам у практиці антимонопольного регулювання / Є.В. Алімпієв, К.Ф. Захарова // Ефективна економіка. – 2015. – № 11. – С. 243–249.
- Бень Т. Методи визначення монополізму на ринку промислової продукції / Т. Бень, В. Сиченко // Економіка України. – 1999. – № 3. – С. 36–41.
- Наливайко А.Й. Теорія стратегії підприємства: Сучасний стан та напрямки розвитку / Наливайко А.Й. – К.: КНЕУ, 2001. – 346 с.
- Стиглер Дж. Теорія олигополії / Дж. Стиглер // Вехи економічної думки. Теорія фірми. Т. 2; под ред. В.М. Гальперіна. – СПб.: Економічна школа, 2000. – 486 с.
- Філюк Г.М. Конкуренція і монополія в епоху глобалізації / Г.М. Філюк. – Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2009. – 403 с.

Надійшла: 23.09.2017; рецензент: д. е. н., професор Григорук П.М.

**МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПАСІВ
ПІДПРИЄМСТВА**

В науковій статті досліджено сутність категорії «запаси» та розглянуто процес економетричного моделювання ефективності використання виробничих запасів підприємства. Проведено факторний аналіз та економетричне моделювання ефективності використання матеріальних ресурсів, що дозволяє оцінити вплив окремих факторів на зміну досліджуваного показника, здійснити прогнозування ефективності використання запасів на підприємстві.

Ключові слова: запаси, стратегічне управління виробничими запасами підприємства, ефективність використання запасів, матеріаловіддача, економетричне моделювання, прогнозування ефективності використання матеріальних запасів.

PROSKUROVYCH O., YASTREMSKIY M., SOROKA L.
Khmelnitskyi National University**MODELLING OF THE USING EFFICIENCY OF ENTERPRISE STOCKS**

The purpose of writing the article is the theoretical study of the state, analysis and modelling of the increase of the efficiency of the use of materials using the correlation-regression analysis to improve the management system of material resources of the enterprise. In the scientific article, a factor analysis and econometric modelling of the efficiency of the use of material resources have been carried out, which allows us to assess the impact of individual factors on the change of the researched indicator, to make predictions about the efficiency of inventory utilization at the enterprise. The results of the factor analysis of the efficiency of the use of material resources, during the period under investigation, suggest that the reserves of further growth in the volume of commodity products is the future increase in material productivity. Correlation and regression analysis of changes in material returns under the influence of return on assets and excess of realized over commodity products allowed to determine the influence of selected factors on the dynamics of the effective indicator. As a result of the econometric modelling, a model of material return is constructed, which is adequate both for the determination coefficient and Fisher's criterion. Based on the results of econometric modelling and trend dependencies, the forecast of the level of material output for the future was carried out.

Keywords: stocks, strategic management of industrial stocks of the enterprise, efficiency of stock utilization, material productivity, econometric modelling, forecasting of the efficiency of use of material stocks.

Постановка проблеми. Успішне функціонування підприємства безперечно базується на ефективному використанні фінансових, матеріальних, сировинних, технологічних, трудових ресурсів. Для уникнення ризиків та простоїв у виробничому процесі необхідне їх накопичення на підприємстві. Категорія «запаси» передбачає формування матеріальних ресурсів для подальшого використання на підприємстві та для забезпечення безперервності процесу його діяльності [1]. Для ефективної діяльності підприємства розмір виробничих запасів повинен бути оптимальним, адже накопичення їх значного обсягу призводить до замороження коштів на тривалий термін, погіршення їх ліквідності, зростання витрат на їх утримання, а нестача запасів – до простоїв у виробництві і реалізації продукції, незадоволення вимог споживачів, а отже і зниження конкурентних переваг самого підприємства. Від характеру, обсягів, якості запасів і рівня управління ними залежить конкурентоспроможність підприємства, масштаби виробництва і ефективність його діяльності.

Все це зумовлює необхідність пошуку якісно нових підходів до оцінки ефективності діяльності підприємства шляхом покращення ефективності використання матеріальних ресурсів. Діагностування дозволяє проаналізувати стан та ефективність використання матеріальних ресурсів підприємства, визначити резерви та здійснити моделювання і подальше прогнозування покращення ефективності використання його ресурсного потенціалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розробку теоретичних та прикладних аспектів дослідження запасів здійснили як вітчизняні науковці: В. Н. Амітан, І. А. Бондарєва, В. Ю. Желєзняк, С. В. Кошеленко, Є. В. Крикавський, Є. А. Круглова, М. А. Окландер, В. Я. Омельченко, Ю. В. Пономарьова, І. В. Федосова, В. І. Фролов, І. Б. Швець, – так і зарубіжні дослідники: Б. А. Анікін, І. І. Бажин, Д. Дж. Бауерсокс, С. А. Белих, А. М. Гаджинський, М. П. Гордон, М. Джиллінгем, А. М. Зеваков, К. Лайсонс, Д. М. Ламберт, М. Ліндерс, В. В. Сисоєв, Д. В. Стаханов, А. Н. Стерлігова, Дж. Р. Сток, Д. Уотерс, Дж. Шрайбфедер. Проте, залишаються недостатньо вивченими питання стратегічного управління виробничими запасами підприємства, оптимізації обсягів матеріальних ресурсів та підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів на основі багатофакторного підходу. Економетричні моделі дозволяють розрахувати можливі шляхи вирішення саме цих завдань з мінімальними витратами, що і обумовило важливість та необхідність дослідження.

Постановка завдання. Метою цієї статті є дослідження стану, аналіз та моделювання підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів з використанням кореляційно-регресійного аналізу для удосконалення системи управління матеріальними ресурсами підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток вітчизняної економіки відбувається за умов значної нестачі у певних видах ресурсів, погіршення ефективності використання виробничого потенціалу, зниження конкурентоспроможності її підприємств. Тому, для оптимального використання наявних ресурсів, слід застосувати системний аналіз стану, структури та ефективності використання матеріальних ресурсів, за результатами якого варто розробити конкретні пропозиції щодо покращення ефективності використання ресурсного потенціалу.

Ресурсне забезпечення стратегічної діяльності підприємства повинно здійснюватись на основі розроблення ресурсних стратегій, які сприяють вирішенню таких завдань: визначення перспективних потреб підприємства в усіх видах матеріальних ресурсів; встановлення оптимально допустимих ресурсних обмежень і формування прогресивних норм витрат різноманітних матеріальних ресурсів підприємства; визначення «зон стратегічних ресурсів», можливостей їх використання шляхом збалансування обсягів і складу, термінів постачання з динамікою використання матеріальних ресурсів; розроблення заходів щодо раціонального використання ресурсів підприємства; використання логістичних підходів в системі реалізації ресурсних стратегій [2].

Стратегічне управління виробничими запасами підприємства передбачає розробку стратегії логістичного управління запасами, яка є підсистемою логістичної стратегії, що спрямована на її підтримку та представлена у вигляді довгострокового напрямку дій з розробки системи планування, використання, просування та зберігання запасів в логістичному ланцюгу для досягнення визначених цілей за оптимізації сукупних витрат. В економічній літературі виділяють наступні стратегії управління запасами [3]:

- стратегії обачності, додаткового резерву та відсотку від попиту, які втілені у наступних системах управління матеріальними потоками: MRP, MRP II, DRP, ERP, LRP, CALS, до яких варто застосувати системи управління запасами, що побудовані за моделлю EOQ, як інтегрованої системи управління запасами;

- стратегія «точно в строк», яка реалізується за такими системами управління матеріальними потоками і запасами: KANBAN, ZIPS, MAN, DOPS, NOT, LP, OPT;

- стратегія «визначення обмежуючих факторів», до якої під час здійснення тактичних цілей управління варто застосовувати систему управління запасами, що побудована за моделлю EOQ.

Отже, стратегічне управління виробничими запасами вважається результативним, якщо досягнуто основну мету та цілі управління підприємством. При цьому, варто особливо координувати роботу на підприємстві щодо підвищення ефективності використання його запасів.

Вітчизняними та зарубіжними вченими для діагностування ефективності використання матеріальних ресурсів підприємства застосовуються такі показники: матеріаловіддача; матеріаломісткість; співвідношення темпів росту обсягу виробництва і матеріальних затрат; питома вага матеріальних затрат у собівартості продукції; ступінь (кількість) використання матеріалів, прибутку на одну гривню матеріальних витрат [4].

В процесі системного дослідження ефективності використання матеріальних ресурсів доцільно забезпечити всебічне оцінювання цілого комплексу показників, що сприяють ідентифікації факторів, які впливають на виявлення резервів зростання ефективності та забезпечують формування можливостей моделювання розвитку її рівня на перспективу. Особливо це твердження є справедливим в умовах низької достовірності інформації щодо оцінки виробничих запасів, зокрема що сприяє формуванню передумов для деформування репрезентативності окремих показників [4].

Діагностування вартості виробничих запасів та показників ефективності їх використання проведемо за даними підприємства харчової промисловості – ПрАТ «Деражнянський молочний завод» протягом 2010—2016 рр. [5]. За результатами господарської діяльності протягом аналізованого періоду відбулося зростання за усіма як кількісними так і якісними показниками його роботи, крім матеріаловіддачі, чистого прибутку та показників рентабельності.

За досліджуваній період на підприємстві відбувається поступове зростання матеріальних витрат: у 2010 р. вартість виробничих запасів становить 41049 тис. грн, яка збільшилась на 32,27 % у 2011 р., на 1,93 % – у 2013 р., на 18,63 % – у 2014 р., на 37,37 % – у 2015 р. і у 2016 р. – на 15,74 % порівняно з попереднім роком і становила 134975 тис. грн. Зростання вартості матеріальних ресурсів та обсягу товарної продукції на підприємства харчової промисловості, за аналізований період, призвело до коливання матеріаловіддачі: у 2010 р., 2012 р. та у 2015 р. її розмір становить 1,01 грн, який скорочується до рівня 0,76 грн у 2011 р. та до 0,9 грн – у 2013 р., 2014 р. та 2016 р.

Динаміка складу та показників оборотності матеріальних ресурсів подано у таблиці 1

З даних таблиці 1 видно, що на підприємстві є досить значні суми виробничих запасів та готової продукції, оскільки їх збереження передбачене характеристиками самої продукції. Чистий дохід від реалізації продукції та середньорічний залишок оборотних активів на підприємстві протягом аналізованого періоду мають тенденцію до зростання. Протягом семи років значення коефіцієнту оборотності коливалося та скоротилося 42,44 %. Коефіцієнт завантаження майже не змінювався протягом аналізованого періоду. Тривалість одного обороту для оборотних фондів підприємства коливається від 17 днів у 2010 р. до 30 днів у 2014 р. та 2016 р. На досліджуваному підприємстві абсолютна потреба перевищила у сім разів його

вивільнення. Відносне вивільнення оборотних коштів з обороту відображає стабільність або зростання оборотних коштів при зростанні обсягів реалізації продукції підприємства. Відносна додаткова потреба в оборотних коштах в 2013 р. становила 0,12 тис. грн, а в 2015 р. – 0,10 тис. грн, а у 2011 р., 2012 р., 2014 р. та 2016 р. вже було відносне вивільнення в розмірі 0,45 тис. грн, 0,49 тис. грн, 1,04 тис. грн, 0,57 тис. грн відповідно. При цьому темпи зростання обсягів реалізації продукції підприємства випереджають темпи зростання залишків оборотних коштів.

Структура та ефективності використання матеріальних ресурсів наведено у таблиці 2.

Таблиця 1

Склад та показники оборотності оборотних фондів підприємства

Показники	Абсолютні значення за роками, тис. грн.							Темпи росту за роками, %					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011/ 2010	2012/ 2011	2013/ 2012	2014/ 2013	2015/ 2014	2016/ 2015
Виробничі запаси	817	866	1094	1192	1761	2425	3127	106,00	126,33	108,96	147,73	137,71	128,95
Готова продукція	154	840	1242	1023	1477	1292	4274	545,45	147,86	82,37	144,38	87,47	330,80
Товари	87	79	101	46	39	-	-	90,80	127,85	45,54	84,78	-	-
Разом матеріальних ресурсів	1058	1785	2437	2261	3277	3717	7401	168,71	136,53	92,78	144,94	113,43	199,11
Середньорічний залишок оборотних фондів	2250	3265	4880	4290	8756	7911	12420	145,11	149,46	87,91	204,10	90,35	157,00
Виручка від реалізації продукції	47409	62096	64798	76318	104502	117859	151168	130,98	104,35	117,78	136,93	112,78	128,26
Коефіцієнт оборотності	21,07	19,02	13,28	17,79	11,93	14,90	12,17	90,26	69,82	133,98	67,09	124,83	81,70
Коефіцієнт завантаження	0,05	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07	0,08	110,79	143,23	74,64	149,06	80,11	122,40
Тривалість одного обороту	17	19	27	20	30	24	30	110,79	143,23	74,64	149,06	80,11	122,40
Абсолютне вивільнення або додаткова потреба в оборотних коштах	-	1015	1615	-590	4466	-845	4509	-	159,11	-36,53	-756,95	-18,92	-533,61
Відносне вивільнення або додаткова потреба в оборотних коштах	-	0,45	0,49	-0,12	1,04	-0,10	0,57	-	109,65	-24,44	-861,05	-9,27	-590,61

Таблиця 2

Ефективність використання матеріальних ресурсів підприємства

Показники	Абсолютні значення за роками							Темпи росту за роками, %						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011/ 2010	2012/ 2011	2013/ 2012	2014/ 2013	2015/ 2014	2016/ 2015	
Обсяг товарної продукції, тис. грн.	41396	50791	55964	62984	84872	105112	131168	122,7	110,2	112,5	134,8	123,8	124,8	316,9
Матеріальні витрати, тис. грн.	41049	54297	55346	65655	90188	104381	134975	132,3	101,9	118,6	137,4	115,7	129,3	328,8
Матеріаловіддача, грн.	1,008	0,935	1,011	0,959	0,941	1,007	0,972	92,8	108,1	94,9	98,1	107,0	96,5	96,4
Матеріаломісткість, грн.	0,992	1,069	0,989	1,042	1,063	0,993	1,029	107,8	92,5	105,4	101,9	93,5	103,6	103,8
Співвідношення темпів росту обсягу виробництва і матеріальних затрат, %	0,928	1,081	0,949	0,981	1,070	0,965	0,964	116,5	87,8	103,4	109,1	90,2	99,9	103,9
Питома вага матеріальних затрат у собівартості, %	89,34	88,85	87,74	87,07	89,16	89,16	91,38	99,4	98,8	99,2	102,4	100,0	102,5	102,3

За даними таблиці 2 на підприємстві з року в рік відбувається зростання вартості матеріальних ресурсів. Впродовж усього досліджуваного періоду питома вага матеріальних витрат у операційних витратах підприємства має досить високе значення і майже не змінювалась.

Для виявлення резервів зростання обсягів виробництва продукції підприємства моделюють взаємозв'язки між обсягом товарної продукції матеріальними витратами і показниками ефективності їх використання та розраховують вплив зміни цих факторів на зміну обсягу виробництва (таблиця 3).

Таблиця 3

Факторний аналіз ефективності використання матеріальних ресурсів підприємства

Показники	Абсолютне відхилення за роками							Вплив факторів за роками						
	2011- 2010	2012- 2011	2013- 2012	2014- 2013	2015- 2014	2016- 2015	2016- 2010	2011- 2010	2012- 2011	2013- 2012	2014- 2013	2015- 2014	2016- 2015	2016- 2010
Обсяг товарної продукції, тис. грн.	9395	5173	7020	21888	20240	26057	89772	9 395	5 173	7 020	21 888	20 240	26 057	89 772
Сума матеріальних витрат, тис. грн.	13248	1049	10309	24533	14193	30594	93926	13360	981	10424	23535	13356	30808	94720
Матеріаловіддача, грн.	-0,073	0,076	-0,052	-0,018	0,066	-0,035	-0,037	-3 965	4 192	-3 404	-1 647	6 884	-4 752	-4 948

Дані табл. 3 свідчать, що фактичний обсяг товарної продукції за сім років збільшилася на 89722 тис. грн, при цьому темп зростання становив 216,9 %. Цій ситуації сприяло: зростання матеріальних витрат на 93926 тис. грн спричинило зростання обсягу товарної продукції на 94720 тис. грн; зниження матеріаловіддачі продукції на 0,037 грн призвело до зменшення обсягу виробництва на 4948 тис. грн. Тому, протягом аналізованого періоду на підприємстві харчової промисловості резервом підвищення обсягів товарної продукції є збільшення матеріаловіддачі. Результати факторного аналізу ефективності використання матеріальних ресурсів підтверджують загальну тенденцію: протягом 2010-2011 рр., з 2012 р. по 2014 р. та у 2016 р. резервами зростання обсягів товарної продукції є майбутнє підвищення матеріаловіддачі. Зокрема, у 2011 р це зростання дозволить додатково отримати товарної продукції на 9395 тис. грн, у 2013 р. – на 7020 тис. грн, у 2014 р. – на 21888 тис. грн, у 2016 р. – на 26057 тис. грн. На підприємстві харчової промисловості впродовж 2011-2012 рр. та 2014-2015 рр. спостерігалось зростання як суми матеріальних витрат на 981 тис. грн та на 13356 тис. грн, так і матеріаловіддачі – на 4192 тис. грн та на 6884 тис. грн відповідно, що дозволило збільшити випуск продукції на 5173 тис. грн у 2012 р. та на 20240 тис. грн у 2015 р. порівняно з попереднім роком. Тому, реалізація виявлених резервів дозволить підприємству збільшити обсяг товарної продукції у майбутньому.

Для оцінки системи управління матеріальними запасами підприємства харчової промисловості та прогнозування його розвитку варто застосовувати методи кореляційно-регресійного аналізу. Проведений попередньо аналіз впливу часового фактору на зміну показників ефективності використання матеріальних запасів довів не суттєвість його впливу на матеріаловіддачу (низьке значення коефіцієнта детермінації та неадекватність моделі за критерієм Фішера), тому методи трендового аналізу нами застосовуватись будуть лише для прогнозування зміни факторів на результативний показник.

Зважаючи на результати проведеного аналізу діяльності підприємства харчової промисловості основний показник ефективності використання матеріальних ресурсів – матеріаловіддача – скорочується протягом аналізованого періоду, тому варто дослідити причини такого становища (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка матеріаловіддачі та факторів, які на неї впливають

Показник		Рік						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Матеріаловіддача, грн.	Y	1,0085	0,7624	1,0112	0,9593	0,9411	1,0070	0,9718
Фондовіддача, грн.	x ₁	8,6820	7,6110	9,3072	7,9295	9,1074	10,6919	11,3842
Перевищення реалізованої над товарною продукцією, тис. грн.	x ₂	6013	20700	8834	13334	19630	12747	20000

За даними таблиці 4, протягом аналізованого періоду матеріаловіддача скоротилась на 3,6 %, зокрема у 2011 р. – на 7,2 %, у 2013 р. – на 5,1 %, у 2014 р. – на 1,9 %, у 2016 р. – на 3,5 % порівняно з попереднім роком. Зростання відбувалося лише у 2012 р. на 8,1 % та у 2015 р. – на 7,0 %, що є позитивним моментом в управлінні ефективністю використання запасів на підприємстві. Фондовіддача скорочувалась лише у 2011 р. на 12,34 %, в усі інші періоди спостерігається її зростання. Протягом досліджуваного періоду на підприємстві відбувається перевищення реалізованої над товарною продукцією, при цьому його розмір з року в рік зростає за винятком 2012 р. та 2015 р.

За даними кореляційної матриці усі відібрані фактори досить сильно впливають на результативний показник – матеріаловіддачу. Зокрема, найбільший, проте обернений вплив на матеріаловіддачу чинить перевищення реалізованої над товарною продукцією (0,6657). Прямий вплив здійснює фондовіддача (0,5446). Сильної залежності між факторами не існує, тому побудована двофакторна модель зміни матеріаловіддачі:

$$Y = 0,75 + 0,04 \cdot x_1 - 0,00001 \cdot x_2. \quad (1)$$

Згідно побудованою моделлю найбільший вплив на матеріаловіддачу здійснює фондовіддача (0,04) і обернений вплив надає перевищення реалізованої над товарною продукцією. Згідно коефіцієнта детермінації побудована модель (1) є адекватною, оскільки значення коефіцієнта (0,8119) досить високе і вказує на те, що на 81,19 % відібрані фактори впливають на зміну матеріаловіддачі і лише 18,81 % припадає на дію інших факторів, що не включено у модель. Усі три параметри економетричної моделі є достовірними, тому що розрахункові значення критерію Стюдента ($t_{a1} = 3,31$; $t_{a1} = 2,80$; $t_{a0} = 5,61$) перевищують його табличне значення ($t_{\alpha} = 2,78$). Побудована модель (1) є адекватною і за критерієм Фішера, оскільки його розрахункове значення (8,63) перевищує табличне значення (6,94), тому за нею можна здійснювати прогнозування матеріаловіддачі на перспективу.

Для визначення впливу часового фактору на зміну як матеріаловіддачі (Y_t) так і фондовіддачі (F_t) та перевищення реалізованої над товарною продукцією (P_t), застосовано трендове прогнозування (таблиця 5) за такими моделями:

$$Y_t = 0,94 - 0,01 \cdot t + 0,002 \cdot t^2 \quad (2)$$

$$F_t = 9,14 - 0,77 \cdot t + 0,16 \cdot t^2 \quad (3)$$

$$P_t = 7963,19 + 2141,37 \cdot t - 103,16 \cdot t^2 \quad (4)$$

Таблиця 5

Результати трендового прогнозування

Роки	t	t ²	Матеріаловіддача		Фондовіддача		Перевищення реалізованої над товарною продукцією	
			Фактичні значення	Розрахункові значення	Фактичні значення	Розрахункові значення	Фактичні значення	Розрахункові значення
			Y	Y _t	x ₁	F _t	x ₂	P _t
2010	1	1	1,0085	0,9308	8,6820	8,5332	6013	10 001,39
2011	2	4	0,7624	0,9295	7,6110	8,2398	20700	11 833,27
2012	3	9	1,0112	0,9332	9,3072	8,2648	8834,1	13 458,83
2013	4	16	0,9593	0,9417	7,9295	8,6081	13334	14 878,06
2014	5	25	0,9411	0,9552	9,1074	9,2697	19630,1	16 090,97
2015	6	36	1,0070	0,9737	10,6919	10,2496	12747,1	17 097,56
2016	7	49	0,9718	0,9971	11,3842	11,5479	19999,6	17 897,82
2017	8	64		1,0254		13,1644		18 491,76
2018	9	81	прогноз	1,0586	прогноз	15,0993	прогноз	18 879,37

Згідно з проведеними розрахунками, за низького значення коефіцієнта детермінації часовий фактор не впливає на зміну матеріаловіддачі (0,085) та на перевищення реалізованої над товарною продукцією (0,243) і суттєво впливає на зміну фондовіддачі (0,806). За критерієм Фішера є адекватною лише модель (3), оскільки його розрахункове значення (8,31) перевищує табличне значення (6,94), тому за нею можна здійснювати прогнозування фондовіддачі на перспективу.

Підставивши зпрогнозовані на два наступних роки значення фондовіддачі і перевищення реалізованої над товарною продукцією у модель (1) здійснено прогнозування матеріаловіддачі, результати надамо у табл. 6.

Таблиця 6

Фактичні, розрахункові та прогнозні значення матеріаловіддачі, фондовіддачі та показника перевищення реалізованої над товарною продукцією

Показники		Роки								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Матеріаловіддача	Y	1,0085	0,7624	1,0112	0,9593	0,9411	1,0070	0,9718		
Фондовіддача	x ₁	8,6820	7,6110	9,3072	7,9295	9,1074	10,6919	11,3842	13,1644	15,0993
Перевищення реалізованої над товарною продукцією	x ₂	6013	20700	8834	13334	19630	12747	20000	18492	18879
Змодельовані та прогнозні значення матеріаловіддачі	Y _p	1,0216	0,8205	1,0152	0,9128	0,8902	1,0264	0,9745	1,0600	1,1309
	Y _t	0,9308	0,9295	0,9332	0,9417	0,9552	0,9737	0,9971	1,0254	1,0586

Згідно з даними таблиці 6 апріорні та розрахункові значення зміни матеріаловіддачі досить наближені, що підтверджено графічним зображенням на рис. 1.

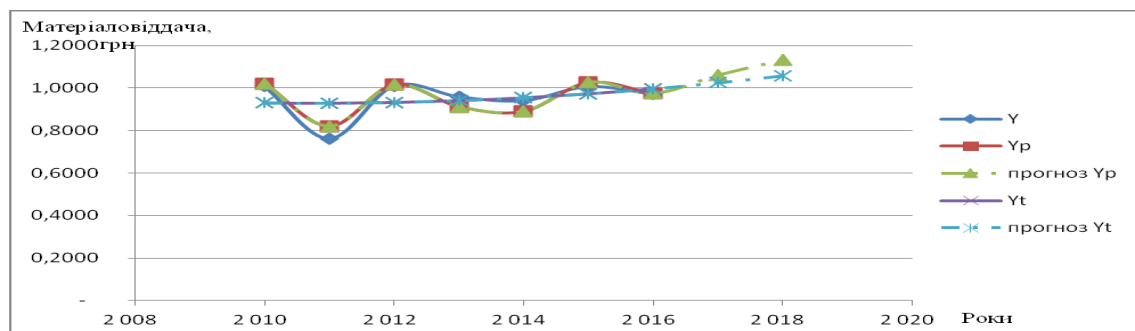


Рис. 1. Динаміка фактичних, розрахункових та прогнозних значень матеріаловіддачі

За даними табл. 6 та рис. 1 видно, що матеріаловіддача на підприємстві коливається з року в рік: поступово зростає з 2011 р. по 2012 р. та з 2014 р. по 2015 р., дещо скорочується у 2016 р. Її фактичні та розрахункові дані не сильно відрізняються, що вказує на якість проведеного моделювання. Якщо припустити, що на підприємстві у 2017 р. фондовіддача зростає і буде становити 13,16 грн, а перевищення реалізованої над товарною продукцією скоротиться і буде на рівні 18492 тис. грн, то це дозволить збільшити матеріаловіддачу на 8,77 % і досягти 1,06 грн. При подальшому зростанні у 2018 р. фондовіддачі до 15,10 грн і перевищення реалізованої над товарною продукцією сумі 18879 тис. грн підприємстві харчової промисловості рівень матеріаловіддачі становитиме 1,13 грн, що на 6,69 % більше ніж у попередньому році та на 16,04 % більше за значення 2016 р. Підвищення матеріаловіддачі якісно характеризує ефективність використання матеріальних запасів та позитивно вплине на результати господарювання підприємства.

Для покращення ефективності використання матеріальних ресурсів на підприємствах харчової промисловості слід застосувати систему управління запасами, яка передбачає вирішення наступних завдань: оптимізація загального розміру і структури виробничих запасів; зменшення витрат на обслуговування матеріальних витрат; забезпечення ефективного контролю за рухом матеріальних запасів.

Висновки. Досліджено стан та ефективність використання матеріальних ресурсів, проведено факторний аналіз зміни вартості виробничих запасів та матеріаловіддачі на зміну обсягу товарної продукції. Побудовано трендові та економетричні моделі зміни матеріаловіддачі та факторів, що здійснюють на неї безпосередній вплив (фондовіддачі та перевищення реалізованої над товарною продукцією). В процесі моделювання ефективності використання матеріальних ресурсів побудована економетрична модель, яка дозволяє оцінити матеріаловіддачу та прийняти вірне рішення щодо подальшої політики їх використання на підприємстві. Запропонований апарат дослідження дозволяє оцінити вплив факторів на зміну досліджуваного показника, здійснити прогнозування ефективності використання запасів на підприємстві.

Література

1. Радецька О. О. Управління витратами виробництва та проблеми ціноутворення / О. О. Радецька, О. В. Трифонова // Розвиток соціально-економічних відносин в умовах трансформації економіки України. – Хмельницький : Хмельницький національний університет, 2006. – С. 174–176.
2. Єфіменко В. І. Виробничі запаси підприємства як складова ресурсного потенціалу та особливості їх обліку / В. І. Єфіменко, М. В. Гончар // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2011. – № 6. – Т. 4. – С. 219–222.
3. Синиціна Ю. П. Напрями підвищення ефективності стратегічного управління запасами залізничної сировини на металургійному підприємстві / Ю. П. Синиціна // Економічний вісник. – 2013. – № 3. – С. 175–184.
4. Бугай А. В. Аналіз запасів товарно-матеріальних цінностей на прикладі підприємств машинобудівної галузі / А. В. Бугай // Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – № 1(4). – С. 24–27.
5. Офіційний сайт ПрАТ “Деражнянський молочний завод” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dmz.ua/ua/>.

Надійшла: 16.09.2017; рецензент: д. е. н., проф. Григорук П.М.