

Shumska, S. S. "Inflatsiia chy revalvatsiia: yake z dvokh zol menshe?" [Inflation or revaluation: Which of the two evils is less?]. *Ekonomika i prohnozuvannia*, no. 5 (2005): 127-146.

Sultan, K., Lukianenko, I., and Horodnichenko, Yu. *Metodolohichni aspekty rozrobky ta praktychnoho zastosuvannia makroekonomichnykh modelei (na prykladi Ukrainy)* [Methodological aspects of development and practical application of

macroeconomic models (on the example of Ukraine)]. Kyiv: VD «KM Academia», 2000.

*Systemnyi analiz formuvannia derzhavnoi polityky v umovakh makroekonomichnoi destabilizatsii* [System analysis of state policy making in conditions of macroeconomic destabilization]. Kyiv: NaUKMA, 2017.

УДК 330.3: 330.4

JEL: C32; M37

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАКУПІВЕЛЬ СИРОВИНИ ТА РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ПІДПРИЄМСТВА

©2019 ШЕРСТЕННИКОВ Ю. В., КОЖЕМ'ЯКА М. А.

УДК 330.3: 330.4

JEL: C32; M37

### Шерстенников Ю. В., Кожем'яка М. А. Оптимізація закупівель сировини та рекламної кампанії підприємства

Робота присвячена розробці одного з методів імітаційного моделювання логістичної системи (ЛС) підприємства. Мета статті – використовуючи підхід Дж. Форрестера, розробити економіко-математичну модель виробничої діяльності підприємства з урахуванням усіх основних ланок ЛС, починаючи зі складу сировини; застосувати розроблену модель для одночасної оптимізації закупівель сировини та тривалості рекламної кампанії. У роботі сформульовано систему рівнянь, що описують ЛС підприємства. Імітаційне моделювання реалізоване за допомогою системи математичних рівнянь, покладених в основу комп'ютерних програм, що дозволило провести моделювання роботи ЛС у режимі «імітації» структури з урахуванням параметрів ЛС. Сформульовано оптимізаційну задачу визначення максимуму економічної ефективності як функції параметрів, що визначають закупки сировини та терміни рекламної кампанії. Виконано розрахунки часової динаміки всіх темпів логістичної системи (виробництва, перевезень), а також динаміки рівнів товару на оптовому складі та в мережі роздрібної торгівлі.

**Ключові слова:** логістична система, економіко-математична модель, рекламна кампанія.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-8-105-110>

**Рис.:** 6. **Формул:** 15. **Бібл.:** 8.

**Шерстенников Юрій Всеволодович** – доктор економічних наук, доцент, професор кафедри економічної кібернетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

**E-mail:** hm001@ukr.net

**Кожем'яка Марія Андріївна** – магістрант, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

**E-mail:** mariakozhemaka@gmail.com

УДК 330.3: 330.4

JEL: C32; M37

UDC 330.3: 330.4

JEL: C32; M37

### Шерстенников Ю. В., Кожемьяка М. А. Оптимизация закупок сырья и рекламной кампании предприятия

Работа посвящена разработке одного из методов имитационного моделирования логистической системы (ЛС) предприятия. Цель статьи – используя подход Дж. Форрестера, разработать экономико-математическую модель производственной деятельности предприятия с учетом всех основных звеньев ЛС, начиная с состава сырья; применить разработанную модель для одновременной оптимизации закупок сырья и продолжительности рекламной кампании. В работе сформулирована система уравнений, которые описывают ЛС предприятия. Имитационное моделирование реализовано с помощью системы математических уравнений, положенных в основу компьютерных программ, что позволило провести моделирование работы ЛС в режиме «имитации» структуры с учетом параметров ЛС. Сформулирована оптимизационная задача определения максимума экономической эффективности как функции параметров, которые определяют закупки сырья и сроки рекламной кампании. Выполнены расчеты временной динамики всех темпов логистической системы (производства, перевозок), а также динамики уровней товара на оптовом составе и в сети розничной торговли.

**Ключевые слова:** логистическая система, экономико-математическая модель, рекламная компания.

**Рис.:** 6. **Формул:** 15. **Библ.:** 8.

**Шерстенников Юрій Всеволодович** – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономической кибернетики, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (просп. Гагарина, 72, Днепр, 49010, Украина)

**E-mail:** hm001@ukr.net

**Кожемьяка Мария Андреевна** – магистрант, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (просп. Гагарина, 72, Днепр, 49010, Украина)

**E-mail:** mariakozhemaka@gmail.com

### Sherstennikov Yu. V., Kozhemjaka M. A. Optimizing the Raw Materials Purchases and Advertising Campaign of Enterprise

The publication is concerned with elaboration of a method for simulation of the logistics system (LS) of enterprise. The article is aimed at development, using the approach by J. Forrester, of an economic-mathematical model of the enterprise's production activities taking into account all the main links of its LS, starting with the composition of raw materials; application of the developed model to simultaneously optimize the purchase of raw materials and the duration of an advertising campaign. The publication formulates a system of equations that describe the enterprise's LS. Simulation modeling is implemented using a system of mathematical equations, which constitute the basis of computer programs, allowing to model the work of LS in the mode of «simulation» of the structure, taking into account the parameters of the LS. The optimization task of defining the maximum economic efficiency as a function of parameters that determine the purchase of raw materials and the timing of an advertising campaign is formulated. Calculations of the time dynamics of all the pace of the logistics system (production, transportation), as well as the dynamics of the levels of goods in the wholesale and in retail chains, are accomplished.

**Keywords:** logistics system, economic-mathematical model, advertising campaign.

**Fig.:** 6. **Formulae:** 15. **Bibl.:** 8.

**Sherstennikov Yuriy V.** – D. Sc. (Economics), Associate Professor, Professor of the Department of Economic Cybernetics, Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)

**E-mail:** hm001@ukr.net

**Kozhemjaka Marija A.** – Graduate Student, Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)

**E-mail:** mariakozhemaka@gmail.com

**Н**а сьогоднішній день у економічній науці не існує праць, у яких би з єдиних позицій у межах однієї моделі був би розглянутий весь ланцюг логістичної системи (ЛС) підприємства. У класичній роботі Дж. Форрестера [1] була запропонована така модель, але вона не дає змоги розглядати вплив рекламної кампанії на реалізацію товару.

У роботі [2] запропоновано динамічну модель ринкового ціноутворення та виробництва, яка дозволяє визначити загальні закономірності виробничо-технологічної специфіки на еволюцію економічної системи. Теоретичною основою побудови моделі є балансові співвідношення, що об'єднують підходи Л. Вальраса й А. Маршалла для опису динаміки цін і обсягів промислової продукції на ринку одного товару. Недоліком роботи є те, що в моделі фактично не враховуються параметри ЛС підприємства, що обмежує можливості її використання у прикладних дослідженнях.

У роботі [3] проведено аналіз основних підходів до управління промисловим підприємством, які, на думку авторів, дозволяють підвищити ефективність управлінських рішень, що приймаються, в умовах нестабільного ринкового середовища. Однак, як показує практика розрахунків, при застосуванні абстрактних методів управління до конкретного підприємства результати можуть претендувати лише на виявлення деяких тенденцій процесів. Щодо кількісних оцінок, то у кращому випадку можна лише сподіватися на відповідність за порядком величини.

У роботі [4] розглянуте завдання моделювання споживання однотипної продукції різними сегментами ринку за допомогою сучасних економіко-математичних методів. Запропонована агентна імітаційна модель поведінки споживачів однотипної продукції. Але модель потребує великої кількості статистичної інформації, що є її суттєвим обмеженням.

У даній статті розроблена схема модельної оптимізації процесу закупівель сировини та рекламної кампанії підприємства, що виробляє і реалізує товар щоденного споживання. Представлено алгоритм модельних розрахунків, що дозволяє оптимізувати обсяг і строки закупівель сировини і терміни тривалості рекламної кампанії залежно від основних параметрів логістичної системи. Критерієм оптимізації

обрано чистий прибуток підприємства за весь плановий період проекту (обрій планування).

**Постановка проблеми.** Економічний успіх будь-якого підприємства визначається ретельним плануванням погодженої роботи всіх ланок логістичної системи (ЛС) підприємства. У теоретичних дослідженнях важливу роль має розробка моделей, які в єдиній системі рівнянь зв'язують усі основні параметри ЛС. Для реалізації всього потенціалу підприємства необхідно правильно оцінювати необхідні (і достатні) обігові засоби, зокрема, – запаси сировини.

**Мета** статті – розробка економіко-математичної моделі виробничої діяльності підприємства з урахуванням усіх основних ланок ЛС, починаючи зі складу сировини; застосування розробленої моделі для виробництва одночасної оптимізації закупівель сировини і терміну тривалості рекламної кампанії.

**Наукова новизна:** розроблена в статті модель є повністю авторською й у науковій літературі прямих аналогів не має. Ця модель є узагальненням моделей, розроблених у роботах [7; 8].

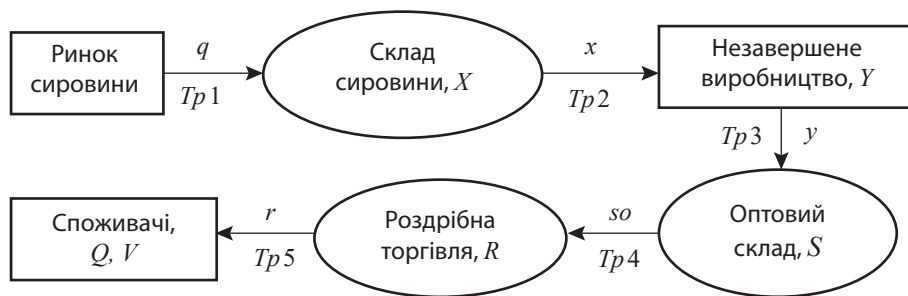
**Р**озглядається робота виробничо-збутового підприємства, логістична система (ЛС) якого відповідає *рис. 1*. З *рис. 1* видно, що ЛС має чотири накопичувальні резервуари (рівні – за термінологією Дж. Форрестера) –  $X, Y, S, R$  – і п'ять транспортних ланок  $Tr1 - Tr5$ .

Керівництво підприємства ставить перед менеджерами завдання: 1) виходячи з відомих параметрів ЛС, скласти щоденний план закупівель сировини, при якому прибуток підприємства за рік буде максимальним; 2) скласти план перевезень для всіх транспортних ланок; 3) визначити завантаження всіх резервуарів для всього планового періоду [0; 365].

При побудові моделі вважаємо, що вплив рекламної кампанії на потенційний попит описується рівнянням, яке є аналогом моделі Віделя і Вольфа [6]:

$$Q_{i+1} = Q1_i + Qn,$$

$$Q1_{i+1} = \begin{cases} Qm \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{Z}{tz}\right)\right) \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{i}{tQ}\right)\right) & \text{if } i < tr, \\ \frac{Q1_i}{tT} - \text{otherwise,} \end{cases} \quad (1)$$



**Рис. 1.** Схема логістичної системи підприємства

де  $Z$  – кількість рекламних заходів;  $tz$ ,  $tQ$  – параметри затримки;  $tT$  – коефіцієнт зменшення кількості потенційних споживачів за відсутності рекламної кампанії.

Сформулюємо систему рівнянь, які описують логістичну систему підприємства, зображену на рис. 1. Вважаємо, що підприємство повністю забезпечене обіговими коштами.

1. Темп перевезень транспортною ланкою  $Tr5$  визначається темпом продажів товару  $r_i$  (штук/день) і розраховується відповідно до рівняння (див. [5]):

$$r_{i+1} = n \cdot R_i \cdot (Q_i - V_i), \quad (2)$$

де  $Q$  – число потенційних покупців товару;  $R_i$  – рівень (кількість) товару в мережі роздрібної торгівлі (МРТ) в  $i$ -му періоді;  $V_i$  – кількість товару на руках у споживача (ще не спожите);  $n$  – параметр, який визначається по середньому числу продажів за попередній квартал (або рік).

2. Кількість товару в роздрібній мережі  $R_i$  визначається за рекурентною формулою (див. рис. 1):

$$R_{i+1} = R_i + Td \cdot (so_i - r_i), \quad (3)$$

де  $so_i$  – темп поставок (одиниці в день) з оптового складу в МРТ;  $T_d$  – період дискретизації моделі, проміжок часу між прийняттям рішень.

3. Рівень  $R_i$  має перебувати в межах  $0 \leq R_i \leq R_m$ , де  $R_m$  – максимально можливий рівень товару в МРТ. Цій вимозі відповідає така формула для темпу поставок з оптового складу в МРТ ( $Tr4$ ):

$$so_{i+1} = \min \left[ r_i \cdot \left( 1 + \frac{R_m - R_i}{R_m} \right), \frac{R_m - R_i}{Td}, \frac{S_i}{Td} \right], \quad (4)$$

де  $S_i$  – рівень запасу товару на оптовому складі. Вид формули (4) не є довільним. Перевезення, виконувани відповідно до формули (4), забезпечують максимальне завантаження МРТ.

У роботі [6] обґрунтовується необхідність при розрахунках за даною моделлю виконувати усереднення:

$$\overline{so}_i = \langle so \rangle_{i-ps}^i,$$

де  $ps$  – часовий інтервал усереднення.

4. Темп виробництва продукції  $y_i$  визначається такими формулами:

$$y_{i+1} = \frac{Y_i}{tY} \cdot A(S_i), \quad (5)$$

$$A(S_i) = \begin{cases} 1, & \text{if } S_i < Sm - 2, \\ 0,5 - \text{otherwise}, \end{cases}$$

де  $y_i$  – потужність виробництва в  $i$ -му періоді;  $Y_i$  – рівень незавершеного виробництва;  $Sm$  – максимальний рівень товару на оптовому складі. Формула дозволяє уникнути переповнення оптового складу.

5. Рівень запасу товару на оптовому складі  $S_i$  розраховується за формулою:

$$S_{i+1} = S_i + Td \cdot (y_i - so_i), \quad (6)$$

де  $so_i$  – темп потоку, який виходить із оптового складу (див. рис. 1).

6. Щоденні закупівлі сировини ( $Tr1$ ) визначаються за формулою:

$$q_i = \begin{cases} q0, & \text{if } i < tq, \\ 0 - \text{otherwise}, \end{cases} \quad (7)$$

де  $q0$  – планові закупівлі;  $tq$  – момент часу припинення закупівель сировини.

7. Рівень запасу сировини  $X_i$  на складі сировини розраховується за формулою:

$$X_{i+1} = X_i + Td \cdot (q_i - x_i). \quad (8)$$

8. Темп поставок сировини  $x_i$  на виробництва ( $Tr2$ ) визначається такою формулою:

$$x_{i+1} = \frac{X_i}{tX}. \quad (9)$$

9. Рівень незавершеного виробництва  $Y_i$  розраховується за формулою (див. рис. 1):

$$Y_{i+1} = Y_i + Td \cdot (x_i - y_i). \quad (10)$$

10. Прийнята така формула для визначення чистого прибутку підприємства:

$$M_i = (1 - kp) \cdot [(1 - kad) \cdot p \cdot r_i - p \cdot c \cdot yp_i - k2 \cdot S_i - z \cdot Rm0 - pq \cdot q_i], \quad (11)$$

де  $c$  – частка собівартості у вартості продукції;  $p$  – ціна одиниці продукції;  $k$ ,  $z$  – плата за зберігання одиниці товару протягом одного періоду на оптовому складі та в МРТ, відповідно;  $kp$  – ставка податку на прибуток;  $kad$  – ставка податку на додану вартість;  $Rm0$  – максимальна (договірна) кількість товару в МРТ.

11. Загальний економічний ефект підприємства розраховується за формулою:

$$EF = \sum M_i - qz \cdot Z \cdot tr, \quad (12)$$

де  $Z$  – кількість рекламних заходів;  $qz$  – вартість одного рекламного заходу;  $tr$  – тривалість рекламної кампанії.

При розробці моделі використовується припущення, що з одиниці сировини виходить одиниця продукції. Фактично це припущення є правилом для визначення одиниці сировини.

Для розробки плану закупівель сировини керівництво підприємства доручає менеджерам розв'язати таке оптимізаційне завдання. Цільовою функцією завдання оптимізації обрано економічний ефект, який буде отриманий за плановий час життя проекту  $T$  (обрій планування):

$$EF_T(q0, tq, tr) = \sum_{i=1}^T M_i - qz \cdot Z \cdot tr \rightarrow \max. \quad (13)$$

Варіаційними параметрами оптимізаційного завдання (13) є: кількість сировини, що закуповується в кожному періоді  $q0$ ; час припинення закупівель сировини  $tq$  ( $tq < T$ ); час припинення рекламної кампанії  $tr$  ( $tr < T$ ). Системою обмежень для оптимізаційного завдання (14) є система рівнянь (1) – (12).

Оптимізаційне завдання (13) вирішуємо для гіпотетичного підприємства, параметри ЛС якого визначаються такими значеннями:

$$\begin{aligned} Rm0 &= 80; Qn = 320; Qm = 50; T = 365; n = 0,0001; \\ k1 &= 0,33; Z = 50; tz = 30; k2 = 0,025; Sm = 150; Ro = 50; \\ n1 &= 0,1; tX = 5; tY = 4; tQ = 10; tT = 1,05; dT = 1; \\ kp &= 0,25; kad = 0,06; c = 0,6; p = 10; z = 0,03; \\ k2 &= 0,025; pq = 2. \end{aligned} \quad (14)$$

Для значень параметрів (14) був знайдений такий розв'язок оптимізаційного завдання:

$$\begin{pmatrix} q_{opt} \\ tq \\ tr \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,2 \\ 307,5 \\ 299,94 \end{pmatrix}.$$

Згідно з рішенням оптимізаційного завдання оптимальне щоденні закупівлі становлять  $q_{opt} = 3,2$ ; оптимальний час припинення закупівель сировини  $tq = 307,5$  (дні); оптимальний час припинення рекламної кампанії  $tr = 299,94$  (дні).

Тоді економічна ефективність за рік складе

$$EF_T(q_{opt}, tq, tr) = \sum_{i=1}^T M_i - qz \cdot Z \cdot tr = 4088. \quad (15)$$

Якщо підприємство не буде проводити рекламну кампанію, тоді економічна ефективність складе

$$EF_T(q_{opt}, tq, 0) = \sum_{i=1}^T M_i - qz \cdot Z \cdot tr = 3798,$$

що значно менше попереднього значення. На рис. 2 показане порівняння динаміки поточному прибутку за наявності рекламної кампанії та за її відсутності.

З рис. 2 видно, поточний прибуток за наявності реклами перевищує цей прибуток за її відсутності для всіх періодів, крім декількох останніх. Щоб докладно розібратися в цьому питанні, перейдемо до розв'язку завдань (2) і (3).

Розглянемо роботу всіх ланок логістичної системи (ЛС) підприємства при отриманому оптимальному розв'язку. Насамперед, становить інтерес співвідношення основних темпів перевезень виконуваних транспортними ланками  $Tr1 - Tr5$  ЛС (рис. 3). З рис. 3 видно, що темпи продажу за наявності реклами перевищують темпи продажу за її відсутності всюди, окрім останнього часового інтервалу [305; 365].

На цьому часовому інтервалі темпи продажу за відсутності реклами лишаяються на попередньому рівні, за наявності реклами – різко спадають.

Щоб зрозуміти таку поведінку темпів продажу, розглянемо динаміку запасів товару на оптовому складі  $S_i$  та в МРТ  $R_i$  (рис. 4). З рис. 4 видно, що за відсутності реклами до 305 періоду на оптовому складі накопичується максимальна кількість товару, і весь цей товар реалізується протягом часового інтервалу [305; 365], що приводить до стабілізації темпу продажу за відсутності реклами. За наявності рекламної кампанії таких товарних запасів не утворюється тому, що, як видно з рис. 3, у цьому разі темпи реалізації суттєво переважають темпу продажу за відсутності реклами на попередньому часовому інтервалі.

При цьому важливо, що поточне заповнення роздрібною мережі  $R_i$  для більшої частини планового життєвого терміну проекту  $T$  ( $T = 365$ ) виявляється близьким до максимальної ємності СРТ ( $Rm0$ ), оскільки згідно з формулою (2) темп продажів безпосередньо визначається значенням  $R_i$  (як одним із факторів). Але, згідно з формулою (11), саме темп продажів вносить єдиний позитивний внесок у прибуток. Близькість  $R_i$  до  $Rm0$  не є випадковою. У моделі (також, як і в реальній ЛС) таку близькість забезпечує темп перевезень  $so_i$  з оптового складу в СРТ (як це було пояснено раніше). Менеджери повинні перш за все забезпечити заповнення товаром СРТ, оскільки при відсутності такого заповнення підприємство буде втрачати прибуток. Що стосується запасів товару на оптовому складі  $S_i$ , то в цьому випадку таких твердих обмежень немає. У цьому випадку це питання більшої або меншої орендної плати за зберігання товару, що не має такого істотного впливу на прибуток.

Для того, аби розібратись із динамікою запасів товару на оптовому складі  $S_i$ , яка показана на рис. 4, звернемося до рис. 3. З формули (6) видно, що динаміка запасів товару на оптовому складі  $S_i$  визначається балансом вхідного темпу  $y_i$  та вихідного темпу  $so_i$  по відношенню до резервуара  $S_i$ .

Для наочності на рис. 5 показані співвідношення темпів  $y_i$  та  $so_i$ .

З рис. 5 видно, що за наявності рекламної кампанії вихідний темп  $so_i$  перевищує вхідний темп  $y_i$  на часовому інтервалі [50; 300], що веде до зниження рівня  $S_i$ . Саме таке зниження спостерігається на рис. 4. За відсутності рекламної кампанії між темпами спостерігається зворотне співвідношення на часовому

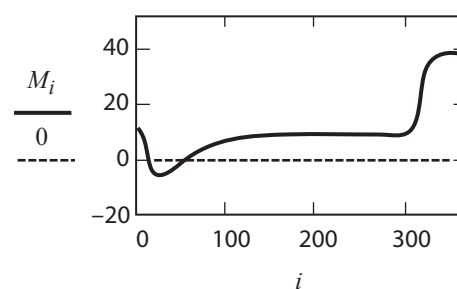
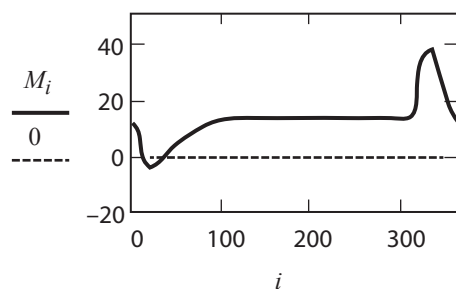


Рис. 2. Динаміка поточного прибутку за наявності рекламної кампанії (ліворуч) та за її відсутності (праворуч)

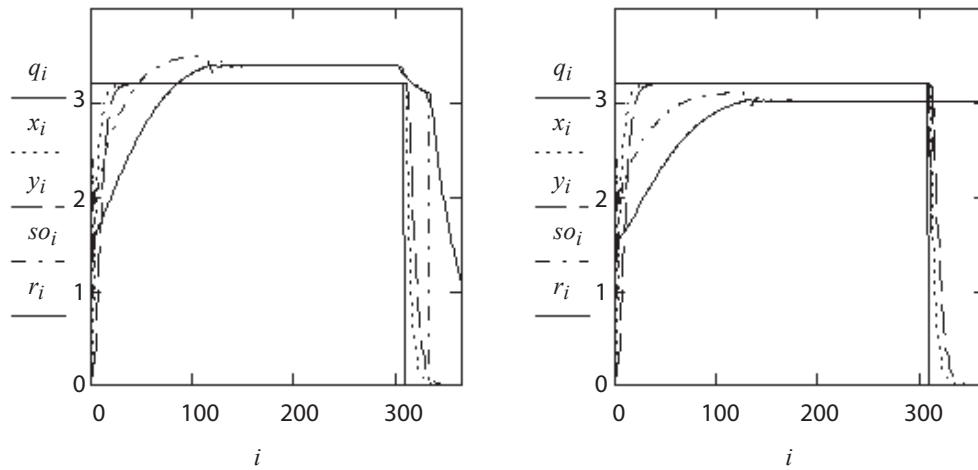


Рис. 3. Динаміка основних темпів перевезень у логістичній системі за наявності рекламної кампанії (ліворуч) та за її відсутності (праворуч)

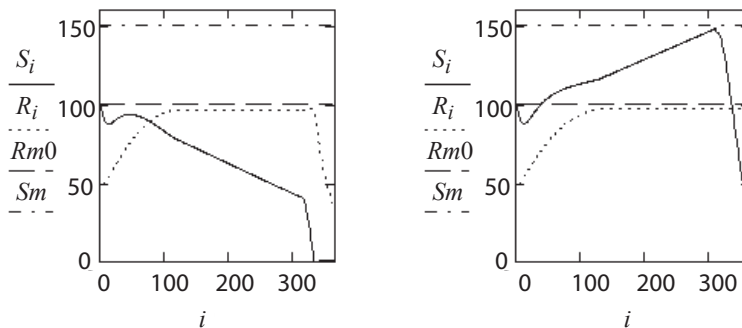


Рис. 4. Динаміка запасів товару на оптовому складі  $S_i$  та в МРТ  $R_i$  за наявності рекламної кампанії (ліворуч) та за її відсутності (праворуч)

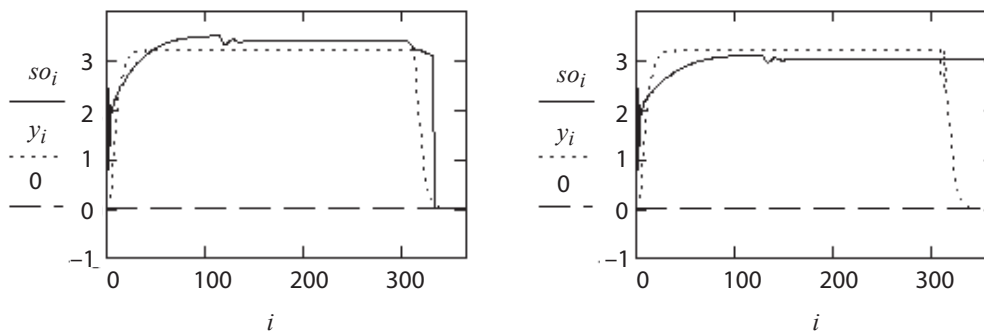


Рис. 5. Співвідношення вхідного темпу  $y_i$  та вихідного темпу  $so_i$  по відношенню до резервуара  $S_i$  за наявності рекламної кампанії (ліворуч) та за її відсутності (праворуч)

інтервалі [50; 300]. У цьому разі рівень  $S_i$  зростає. На інтервалі [300; 365] в обох випадках вихідний темп  $so_i$  перевищує вхідний темп  $y_i$ , і тому тут спостерігається зниження рівня  $S_i$ . Причому за відсутності рекламної кампанії це зниження є більш суттєвим.

На рис. 6 показано динаміку запасів сировини на складі сировини  $X_i$  та динаміку незавершеного виробництва  $Y_i$  за наявності рекламної кампанії.

З рис. 6 видно, що запаси сировини та незавершеного виробництва обертаються на нуль в кінці планового періоду проекту Т. Що є цілком зрозумі-

лою вимогою до оптимальної роботи ЛС. Рис. 6 дає також уявлення про масштаби, які мають бути прийняті при плануванні цих ланок ЛС.

### ВИСНОВКИ

Таким чином, у даному дослідженні розроблено модель логістичної системи підприємства, яке виробляє товар повсякденного попиту. При заданих параметрах ЛС знайдено оптимальні обсяги щоденних закупівель сировини, оптимальний часовий інтервал цих закупівель й оптимальний часовий інтервал про-

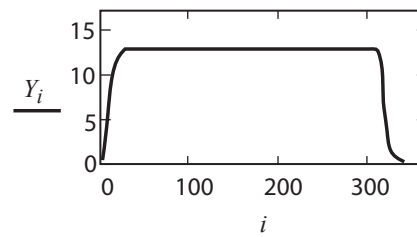
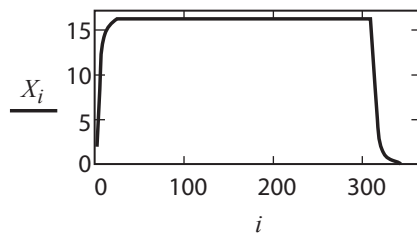


Рис. 6. Динаміка запасів сировини на складі сировини  $X_i$  та динаміка незавершеного виробництва  $Y_i$

ведення рекламної кампанії. Розраховано динаміку поточного прибутку підприємства, а також динаміку всіх основних характеристик ЛС. Інформація про динаміку основних характеристик ЛС буде корисною при прийнятті всіх управлінських рішень керівниками підприємства. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Forrester J. W. Industrial Dynamics – A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review*. 1958. Vol. 36. No. 4. P. 37–66.
2. Воронин А. В., Гунько О. В. Дискретная модель рыночной адаптации. *Бізнес Інформ*. 2013. № 4. С. 158–162.
3. Гвоздецька І. В., Остапчук О. В. Аналіз підходів до моделювання процесів управління промисловим підприємством. *Бізнес Інформ*. 2011. № 5. Т. 1. С. 79–80.
4. Титаренко Д. В. Модель поведения потребителей однотипной продукции. *Бізнес Інформ*. 2011. № 10. С. 99–100.
5. Горский А. А., Колпакова И. Г., Локшин Б. Я. Динамическая модель процесса производства, хранения и сбыта товара повседневного спроса. *Известия РАН. Теория и системы управления*. 1998. № 1. С. 144–148.
6. Эффективное управление рекламным бизнесом / Ю. Г. Лысенко, С. В. Дынчев, В. В. Гнатушенко, С. В. Челахов, В. М. Демьянов. Донецк : ДонНУ, 2003. 228 с.
7. Шерстенников Ю. В. Моделирование развития малого предприятия в условиях конкурентного рынка. *Бізнес Інформ*. 2013. № 7. С. 129–135.
8. Шерстенников Ю. В., Рудянова Т. М. Моделирование механизмов влияния на темпы продаж продукции предприятия. *Актуальні проблеми економіки*. 2014. № 1. С. 551–559.

#### REFERENCES

- Forrester, J. W. "Industrial Dynamics – A Major Breakthrough for Decision Makers". *Harvard Business Review*, vol. 36, no. 4 (1958): 37-66.
- Gorskiy, A. A., Kolpakova, I. G., and Lokshin, B. Ya. "Dinamicheskaya model protsessa proizvodstva, khraneniya i sbyta tovara povsednevnogo sprosa" [A dynamic model of the process of production, storage and marketing of everyday goods]. *Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya*, no. 1 (1998): 144-148.
- Hvozdetska, I. V., and Ostapchuk, O. V. "Analiz pidkhodiv do modeliuvannya protsesiv upravlinnia promyslovyim pidpriemstvom" [Analysis of approaches to modeling of industrial enterprise management processes]. *Biznes Inform*, vol. 1, no. 5 (2011): 79-80.
- Lysenko, Yu. G. et al. *Effektivnoye upravleniye reklamnym biznesom* [Effective advertising business management]. Donetsk: DonNU, 2003.
- Sherstennykov, Yu. V. "Modeliuvannya rozvytku maloho pidpriemstva v umovakh konkurentnoho rynku" [Modeling of small business development in a competitive market]. *Biznes Inform*, no. 7 (2013): 129-135.
- Sherstennykov, Yu. V., and Rudianova, T. M. "Modeliuvannya mekhanizmv vplyvu na tempy prodazhu produktsii pidpriemstva" [Modeling of mechanisms of influence on the rate of sale of products of the enterprise]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 1 (2014): 551-559.
- Titarenko, D. V. "Model povedeniya potrebiteley odnotipnoy produktsii" [Model of behavior of consumers of the same type of products]. *Biznes Inform*, no. 10 (2011): 99-100.
- Voronin, A. V., and Gunko, O. V. "Diskretnaya model rynochnoy adaptatsii" [Discrete model of market adaptation]. *Biznes Inform*, no. 4 (2013): 158-162.