

В.Ф. Гамалій, проф., д-р ф-м наук, І.В. Ніколаєв, асист.
Кіровоградський національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧО-ЗБУТОВОЇ СИСТЕМИ

У роботі запропоновано методику визначення параметрів імітаційної моделі виробничо-збутової системи, що дозволяє практично застосовувати її для управління організаційно-економічною стійкістю тваринницьких комплексів.

виробничо-збутова система, управління, модель, передаточна функція, тваринницький комплекс

Сучасний етап розвитку економічних відносин характеризується різким підвищенням жорсткості міжнародної конкуренції, як з боку внутрішніх виробників однотипної продукції, так і з боку світової економічної системи народного господарства, яка негативно позначається на становище вітчизняних підприємств. Таким чином, в умовах конкуренції ефективність роботи підприємства знаходиться у прямій залежності від того, як швидко воно реагує на постійні зміни у двох сферах: сфері забезпечення та сфері збуту. В цих умовах, підприємство повинно знаходитись у постійній взаємодії з постачальниками ресурсів та споживачами готової продукції, які і визначатимуть напрямок його розвитку.

В якості основної загальної мети функціонування таких підприємств як тваринницькі комплекси, слід обирати одержання максимальних прибутків, а отже – створення свого споживача. Мета “створення споживача” кардинально змінює підхід до планування і управління всіма виробничо-господарськими об’єктами з точки зору виділення цільових пріоритетів. Сучасні умови функціонування підприємства в умовах невизначеності та нестійкості зовнішнього середовища вимагають нових, вискоефективних способів та методів управління його господарською діяльністю. Якщо раніше основоположним було припущення про максимальне завантаження всіх виробничих ресурсів, то сьогодні раціональніше розглядати: 1) високий рівень дотримання термінів постачання; 2) невеликі запаси; 3) мінімальний час виробничого циклу. Традиційна концепція організації виробництва найбільш прийнятна для умов “ринку продавця”, у той час як логістична концепція – для умов “ринку покупця”. Тому, важливе значення для економіки України має розробка та аналіз, нових, більш сучасних, адаптованих до ринкових умов, нетрадиційних підходів до аналізу та стратегічного планування діяльності підприємства. Тобто, мова йде про створення пакета моделей функціонування підприємства з позиції організаційно-економічної стійкості пристосованих до сучасних вимог логістики.

В наслідок комплексності висунутої проблеми, виникає необхідність розглядати тваринницький комплекс як виробничо-збутову систему (ВЗС), тобто як єдину організаційно-господарську структуру що складається з промислового підприємства, постачальників сировини, матеріалів і комплектуючих виробів, споживачів готової продукції, а також включає до свого складу систему транспортного і складського господарства. Основними взаємозв’язками у ВЗС є взаємозв’язки постачальників з підприємством і підприємства із споживачами.

Вітчизняні та зарубіжні вчені неодноразово досліджували питання оптимізації логістичних процесів [1, 2, 3], умови функціонування промислового підприємства в ринкових умовах [2, 4], пропонували різноманітні моделі їх функціонування [2, 5, 6, 7].

Названі моделі дозволяють детально розглянути функціонування підприємства з позиції організаційно-економічної стійкості, оцінити тенденції та динаміку його подальшого розвитку. Оскільки процеси, які вони описують складні, то і моделі дещо ідеалізовані, спрощені, а тому мають велику практичну цінність тільки за умови визначеності всіх параметрів. Нажаль вищезазначені автори або ж не вирішували, або частково вирішували зазначену проблему. Тому, метою даної статті є визначення параметрів імітаційної моделі ВЗС.

Для цього пропонується використати розроблену авторами адекватну імітаційну модель ВЗС, а саме тваринницького комплексу. На її прикладі, проведемо визначення параметрів моделі, застосувавши для опису процесів, що протікають у ВЗС аналогову фізичну модель, формулу Вільсона та логістичне рівняння Ферхюльста – Пірла.

Адекватна імітаційна модель ВЗС, методика побудови якої наведена у роботі [5], має наступний вигляд:

$$W_{(1-7)}(p) = \frac{Ap^3 + Bp^2}{(a_6p^6 + \dots + a_2p^2 + a_1p + a_0)e^{p\tau} + b_4p^4 + b_3p^3 + b_2p^2}, \quad (1)$$

де $W_{(1-7)}(p)$ – узагальнена передаточна функція ВЗС;

$$\begin{aligned} A &= K_1K_2K_3K_4T_2T_4(K_6T_7 + K_7T_6), \quad B = K_1K_2K_3K_4T_2T_4(K_6 + K_7), \quad a_6 = T_1T_2T_3T_4T_6T_7, \\ a_5 &= T_4T_6T_7(T_1T_2 + T_1T_3 + T_2T_3 + K_1K_2T_2T_3) + T_1T_2T_3(T_6T_7 + T_4T_6 + T_4T_7), \quad a_4 = T_1T_4T_6T_7 + T_2T_4T_6T_7 + \\ &+ T_3T_4T_6T_7 + K_1K_2T_2T_4T_6T_7 + K_1K_2K_3T_2T_4T_6T_7 + T_1T_2T_6T_7 + T_1T_3T_6T_7 + T_2T_3T_6T_7 + K_1K_2T_2T_3T_6T_7 + \\ &+ K_1K_2K_3K_4T_2T_4T_6T_7 + T_1T_2T_4T_6 + T_1T_3T_4T_6 + T_2T_3T_4T_6 + K_1K_2T_2T_3T_4T_6 + T_1T_2T_3T_6 + T_1T_2T_4T_7 + T_1T_3T_4T_7 + \\ &+ T_2T_3T_4T_7 + K_1K_2T_2T_3T_4T_7 + T_1T_2T_3T_7 + T_1T_2T_3T_4, \quad a_3 = T_4T_6T_7 + T_1T_6T_7 + T_2T_6T_7 + T_3T_6T_7 + \\ &+ K_1K_2T_2T_6T_7 + K_1K_2K_3T_2T_6T_7 + T_1T_4T_6 + T_2T_4T_6 + T_3T_4T_6 + K_1K_2T_2T_4T_6 + K_1K_2K_3T_2T_4T_6 + T_1T_2T_6 + \\ &+ T_1T_3T_6 + T_2T_3T_6 + K_1K_2T_2T_3T_6 + K_1K_2K_3K_4T_2T_4T_6 + T_1T_4T_7 + T_2T_4T_7 + T_3T_4T_7 + K_1K_2T_2T_4T_7 + \\ &+ K_1K_2K_3T_2T_4T_7 + T_1T_2T_7 + T_1T_3T_7 + T_2T_3T_7 + K_1K_2T_2T_3T_7 + K_1K_2K_3K_4T_2T_4T_7 + T_1T_2T_4 + T_1T_3T_4 + \\ &+ T_2T_3T_4 + K_1K_2T_2T_3T_4 + T_1T_2T_3, \quad a_2 = T_6T_7 + T_4T_6 + T_1T_6 + T_2T_6 + T_3T_6 + K_1K_2T_2T_6 + \\ &+ K_1K_2K_3T_2T_6 + T_4T_7 + T_1T_7 + T_2T_7 + T_3T_7 + K_1K_2T_2T_7 + K_1K_2K_3T_2T_7 + T_1T_4 + T_2T_4 + T_3T_4 + K_1K_2T_2T_4 + \\ &+ K_1K_2K_3T_2T_4 + T_1T_2 + T_1T_3 + T_2T_3 + K_1K_2T_2T_3 + K_1K_2K_3K_4T_2T_4, \quad a_1 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_6 + \\ &+ T_7 + K_1K_2T_2 + K_1K_2K_3T_2, \quad a_0 = 1, \quad b_4 = K_1K_2K_3K_4T_2T_4T_6T_7, \quad b_3 = K_1K_2K_3K_4T_2T_4(T_6 + \\ &+ T_7 + K_6T_7 + K_7T_6), \quad b_2 = K_1K_2K_3K_4T_2T_4(1 + K_6 + K_7) \end{aligned}$$

– коефіцієнти, що являють собою відповідні сполучення постійних часу T_1, T_2, \dots, T_7 ланок ВЗС і коефіцієнтів підсилення K_1, K_2, \dots, K_7 в ланцюгах прямих і зворотних зв'язків $K_{(2-1)}^{33}, K_{(3-1)}^{33}, \dots, K_{(7-1)}^{33}$;

p – комплексний оператор Лапласа;

e – основа натурального логарифму;

τ – час перевезення вантажу.

Для визначення параметрів передаточної функції аперіодичної ланки $W_3(p) = \frac{K_3}{T_3p + 1}$ представимо виробництво у вигляді аналогової моделі (рис. 1), яка

імітує роботу будь-якого суб'єкта ринку [5, 7]. Припустимо, що підприємство виробляє продукцію об'ємом V . Воно закуповує у виробників сировину (напівфабрикати, обладнання, матеріали) з інтенсивністю Q_c (кг/добу) по ціні P_c (грн/кг), та виробляє готову продукцію з інтенсивністю Q_n (кг/добу) по ціні P_n (грн/кг). Крани K_c і K_n на малюнку характеризують пропускну здатність завантажувальних та розвантажувальних робіт у процесі закупки і продажу сировини і готової продукції.

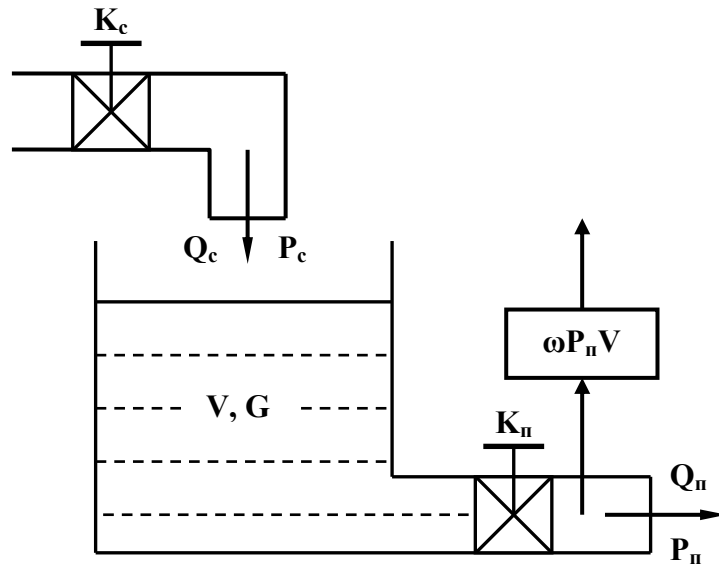


Рисунок 1 – Спрощена фізична модель виробництва

В усталеному режимі $Q_n^* = Q_c^*$, інтенсивність доходу підприємства відповідає інтенсивності виробництва:

$$D = Q_n^* \cdot P_n \quad (2)$$

Інтенсивність витрат:

$$S = Q_c^* \cdot P_c \quad (3)$$

інтенсивність накопичення фінансів G підприємством дорівнює нулю (тобто $(dG/dt) = 0$), адже $P_n = P_c$. Розглянемо випадок, коли в витратних статтях грошового балансу підприємства з'являється член, який враховує інтенсивність витрат фінансів усередині виробництва (див. рис. 1). Динаміку такого об'єкта можна записати так: дохід – витрата = накопичення або

$$Q_n P_n - Q_c P_c - \omega P_n V = V \frac{dP_n}{dt}, \quad (4)$$

де $D = Q_n P_n$ – інтенсивність доходу, грн/добу;

$S = Q_c P_c$ – інтенсивність витрат, які залежать від Q_c , грн/добу;

$\omega P_n V$ – інтенсивність витрат на функціонування виробництва, грн/добу;

ω – коефіцієнт інтенсивності, 1/добу.

Після перетворень (4) отримаємо:

$$\frac{V}{\omega V - Q_n} \cdot \frac{dP_n}{dt} + P_n = -\frac{Q_c}{\omega V - Q_n} \cdot P_c, \quad (5)$$

де $T_3 = \frac{V}{\omega V - Q_n}$ – постійна часу виробництва, яка характеризує його інерційність, тобто час перебування грошей (доходу) у виробництві, діб;

$K_3 = -\frac{Q_c}{\omega V - Q_n}$ – коефіцієнт передачі (підсилення) по відповідному каналу.

Стандартний вид рівняння (5) наступний [8]:

$$T_3 \cdot \frac{dP_n(t)}{dt} + P_n(t) = K_3 \cdot P_c \quad (5a)$$

Для визначення параметрів передаточних функцій реально-диференціюючих ланок $W_2(p) = \frac{K_2 T_2 p}{T_2 p + 1}$ і $W_4(p) = \frac{K_4 T_4 p}{T_4 p + 1}$ оговоримо, що процеси, які відбуваються на складах прийняті для дещо ідеалізованих умов управління запасами [5]. Фіксована кількість продукції Q (кг) замовляється в ту мить, коли її запас досягає нуля, причому витрати на виконання однієї партії замовлення (накладні витрати) є сталими і дорівнюють O (грн). Замовлення задовольняється миттєво, з періодом T (діб). Попит (швидкість витрати запасів зі складу) неперервний і має сталу інтенсивність S (кг/добу), коли запас досягає нуля, видається нове замовлення. Дефіцит не припускається. Витрати на зберігання одиниці продукції (питомі витрати) безперервні і мають сталу інтенсивність C (грн/кг·добу). Враховуючи вище сказане, оптимальний обсяг однієї партії замовлення знайдемо за формулою Вільсона [9]:

$$K_2 = Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot O}{C}} \quad (6)$$

Оптимальний період поповнення запасу (термін використання поставки оптимального обсягу):

$$T_2 = T = \sqrt{\frac{2 \cdot O}{C \cdot S}} \quad (7)$$

Кількість оптимальних поставок:

$$k = \frac{S}{Q} = \sqrt{\frac{C \cdot S}{2 \cdot O}}, \quad (8)$$

де S – інтенсивність попиту (швидкість витрати запасів зі складу), кг/добу;

O – витрати на виконання однієї партії замовлення (накладні витрати), грн;

C – витрати на зберігання одиниці продукції (питомі витрати), грн/кг·добу;

k – кількість оптимальних поставок;

$K_2 = Q_{opt}$ – оптимальний обсяг однієї партії замовлення, кг;

$T_2 = T$ – оптимальний період поповнення запасу, діб.

Параметри передаточної функції $W_5(p) = e^{-p\tau}$ (зовнішній транспорт або перевезення зі складу до споживача), знайдемо з диференційного рівняння ланки запізнення [8]:

$$V_{omp} = e^{-p\tau} \cdot V_{nep} \quad (9)$$

де V_{nep} – обсяг товару, що перевозиться;

V_{omp} – обсяг товару, отриманого споживачем;

τ – час перевезення вантажу;

e – основа натурального логарифму.

Споживач продукції може бути формалізований із використанням графіка класичного життєвого циклу товарів [5], з передаточною функцією аперіодичної ланки

$W_6(p) = \frac{K_6}{T_6 p + 1}$. Для визначення її параметрів розглянемо “павутинну” модель попиту

та пропозиції [10]. Нехай ринок будь-якого окремого товару характеризується лінійними функціями попиту та пропозиції: $d = d(P)$, $s = s(P)$. Причому $d(P)$ убуває, а $s(P)$ зростає (рис. 2), тобто:

$$d(P) = \alpha - aP, \quad s(P) = \beta + bP, \quad (10)$$

де α , β – відповідно коефіцієнти попиту та пропозиції;

a , b – деякі коефіцієнти.

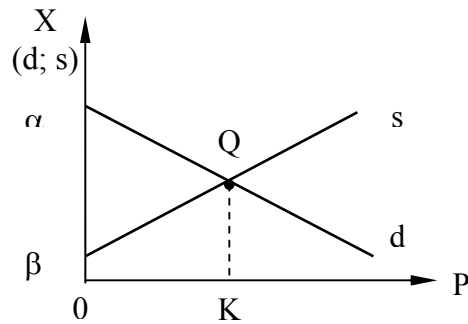


Рисунок 2 – “Павутинна” модель попиту та пропозиції

Внаслідок збуту товару на ринку ціна на нього буде змінюватися з часом. Нехай $P(t)$ – ціна на товар на ринку в момент часу t , а $P(t + \Delta t)$ – ціна на товар в момент часу $t + \Delta t$. Тоді різниця $P(t + \Delta t) - P(t) = \Delta P$ дасть приріст функції $P(t)$ за проміжок часу від t до $t + \Delta t$. Цей приріст можна визначити як:

$$\Delta P = D - S, \quad (11)$$

де $D = d \cdot P \cdot \Delta t$ – інтенсивність доходу за час Δt ;

$S = s \cdot P \cdot \Delta t$ – інтенсивність витрат за час Δt .

Тоді, підставляючи (10) в (11) та позначивши $r = \alpha - \beta$, $s = a + b$, запишемо:

$$\Delta P = r \cdot P \cdot \Delta t - s \cdot P^2 \cdot \Delta t \quad (12)$$

Це рівняння дозволяє обґрунтувати певну коректність припущення про лінійність функцій $d(P)$ та $s(P)$. Дійсно, другий доданок у виразі (12) відображає зниження швидкості зростання ціни із-за внутрішньо-ринкової конкуренції. Але конкуренція тим вища, чим більше товарів на ринку, а кількість товарів пропорційна P^2 .

Для отримання логістичного рівняння Ферхюльста – Пірла розділимо вираз (12) на Δt і перейдемо до границі при $\Delta t \rightarrow 0$:

$$\frac{dP}{dt} = rP - sP^2, \quad r > 0, s > 0 \quad (13)$$

де $r = \alpha - \beta$ – показник швидкості зростання ціни;

$s = a + b$ – коефіцієнт самолімітації або внутрішньо-ринкової конкуренції;

P – ціна на товар.

У цьому рівнянні показник швидкості зростання ціни r фактично дорівнює максимальній потенційній швидкості зростання, яку досягла би ціна при відсутності лімітуючих факторів.

Стандартний вид рівняння (13) наступний:

$$\frac{dP}{dt} = rP \left(\frac{K - P}{K} \right) \quad (13a)$$

де $K_6 = K = \frac{r}{s}$ – ціна рівноваги.

Знайдемо рішення цього рівняння проінтегрувавши його при початкових умовах $t_0 = 0$ і $P(0) = P_0 < K$:

$$P(t) = \frac{K \cdot P_0}{P_0 + (K - P_0) \cdot e^{-rt}} \quad (14)$$

Якщо продиференціювати рівняння (13a) і підставити в отриманий вираз значення $P(t)$ з виразу (14), то отримаємо:

$$\frac{d^2 P}{dt^2} = r \left(\frac{K - P_0 - P_0 \cdot e^{rt}}{K - P_0 + e^{rt}} \right) \frac{dP}{dt} \quad (15)$$

Звідси видно, що при $K - P_0 - P_0 \cdot e^{rt} > 0$ похідна $P''(t) > 0$, і отже, функція $P(t)$ увігнута; при $K - P_0 - P_0 \cdot e^{rt} < 0$ похідна $P''(t) < 0$, тому $P(t)$ опукла. Абсциса точки перегину відповідає рівнянню $K - P_0 - P_0 \cdot e^{rt} = 0$, звідси знайдемо постійну часу T_6 :

$$T_6 = T = \frac{1}{r} \cdot \ln \frac{K - P_0}{P_0} \quad (15)$$

Запропонована методика визначення параметрів імітаційної моделі виробничо-збутової системи, дозволяє достовірно визначити всі її параметри. Це відкриває майже необмежені можливості практичного застосування імітаційної моделі для детального розгляду функціонування тваринницьких комплексів, а також для цілей управління їх організаційно-економічною стійкістю.

Так, процес управління ВЗС (параметри імітаційної моделі якої ми визначили вище) можна уявити як систематичне відслідковування у часі її функціонування, при порівнянні виходів системи з фактичним виконанням прогностичного виробничого плану, як для кожної локальної підсистеми ВЗС (виробництво, складування, транспортування, збут продукції), так і для всієї системи в цілому. При відхиленні від прогностичного виробничого плану виробляється керуюча дія, яка повертає систему в усталений стан.

Список літератури

1. Лысенко Ю.Г., Румянцев Н.В. Повышение экономических показателей предприятия за счет оптимизации логистических процессов //Економічна кібернетика. –2004. -№1-2 (25-26). –С.14-20.
2. Колобов А.А. Логистико-ориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде. -М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. -205 с.
3. Гамалій В.Ф., Ніколаєв І.В. Розробка логістичної системи молочної ферми //Наукові праці Кіровоградського державного технічного університету. Економічні науки. -2004. Вип. 4. -С.229-236.
4. Лысенко Ю.Г., Петренко В.Л. и др. Экономическая кибернетика. Учебное пособие. Донецк: ДонГУ, 1999. -397 с.
5. Кравчук А.Ф., Ніколаєв І.В. Імітаційна модель молочної ферми //Наукові праці Кіровоградського державного технічного університету. Економічні науки. –2002. Вип. 3. -С.148-154.
6. Ніколаєв І.В. До питання адекватної імітаційної моделі тваринницької ферми //Економіка: проблеми теорії та практика. Збірник наукових праць. –2003. Вип. 177. Том I. -С.175-179.
7. Марюта А.Н., Жилиева А.В. Модель экономической динамики однопродуктового рынка //Теоретична економія та її застосування. Динамічні моделі в економіці. Збірник наукових праць. – 2000. -№3. -С.16-24.
8. Основы автоматического управления и регулирования /Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. – К.: «Техніка», 1975. – 496 с.
9. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.
10. Моделирование экономической динамики: Учебное пособие /Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Полякова О.Ю., Раевнева Е.В., Милов А.В., Сергиенко Е.А. – Х.: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2004. – 244 с.

В работе предложена методика определения параметров имитационной модели производственно-сбытовой системы, которая позволяет практически применять ее для управления организационно-экономической устойчивостью животноводческих комплексов.

In work is offered the methods of definition of parameters of imitating model of industrial - marketing system, which allows to apply it to management of organizational - economic stability of cattle-breeding complexes.