

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ МОЛОЧНОЇ ФЕРМИ

Сучасні комплексно автоматизовані ферми є складними промисловими підприємствами з виробництва тваринницької продукції. Умови їх функціонування залежать від стану ринку постачальників і споживачів. В якості основної загальної мети функціонування таких підприємств, на нашу думку, слід обирати одержання максимальних прибутків, а отже – створення свого споживача (що пов'язано з необхідністю задоволення повного спектру потреб споживчого ринку за профілем продукції, що випускається, і послуг). Це припускає виявлення і з'ясування взаємозалежностей підприємства з всіма суб'єктами інфраструктури і розробку економіко-математичного апарату управління ними.

Мета “створення споживача” кардинально змінює підхід до планування й управління всіма виробничо-господарськими об'єктами з точки зору виділення цільових пріоритетів. 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 [1]. Це вимагає інтегрованого підходу до дослідження виробничо-фінансових проблем усіх складових постачальницько-виробничо-збутового процесу.

В наслідок комплексності висунутої проблеми, пропонується розглядати молочну ферму 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 й складського господарства [2].

Створення споживача для підприємства пов'язано із ступенем задоволення споживчого попиту в молочних продуктах кожного виду номенклатури за показниками обсягів та якості, часу й місця поставок на протязі тривалого періоду. Якщо такий стан підприємством досягнуто, вважатимемо, що його діяльність є стійкою. При підході до оцінки ферми, що розглядається, на увазі мається її організаційно-економічна стійкість.

Під організаційно-економічною стійкістю пропонується розуміти здатність підприємства зберігати фінансову стійкість при постійній зміні ринкової кон'юнктури шляхом удосконалення і цілеспрямованого розвитку його виробничо-технологічної й організаційної структури методами логістико-орієнтованого управління.

Таким чином, “створення споживача” є наслідком завоювання підприємством стійкого положення на ринку. Тому в якості цілі функціонування будь-якої ферми може бути прийняте завоювання й збереження стійкого положення на ринку виробників.

Структурна схема функціонування ВЗС у спрощеному варіанті, зображеному на рис. 1. З неї видно, що доходи породжують нові доходи і що цей потік залежить від ринкових умов, попиту і науково-технічного прогресу (НТП). Повернення капіталовкладень визначається відповідністю між властивостями продукції (включаючи ціну) і ринковим попитом (зумовленим економічним кліматом і технічними альтернативами для задоволення одних і тих же потреб, тобто НТП). Капіталовкладення можуть розподілятися між освоєнням нової продукції, вдосконаленням продукції, що випускається, підвищенням оперативності управління, а також між споживачами і постачальниками з метою ефективного їх функціонування в даній ВЗС і, як наслідок, збільшення доходів. Такий підхід цікавий своїми динамічними характеристиками. При цьому в системі можуть існувати елементи, які як підсилюють різного роду коливання, так і приховують їх. Отже, виникає необхідність розв'язання задачі управління, що полягає у забезпеченні стійкості (стійкої реакції) системи, яка призводить до стійкості прибутків і їх постійного зростання.

В роботі [2] було показано, що для розв'язання наведеної задачі має сенс розглянути функціонування ВЗС із точки зору теорії автоматичного управління (ТАУ).

При розгляді кожної зі складових, тобто при аналізі ВЗС, визначаються їх цілі й задачі, які при синтезі (злитті в єдину систему), як правило не співпадають. Спроби з'єднати ці не співпадаючі інтереси нерідко призводять до збільшення загальних витрат у процесі руху сировини до готової продукції. Тому розгляд ферми як ВЗС і на підставі використання принципів логістики [2], основна ідея яких полягає у всебічному комплексному підході до питань руху сировини та готової продукції і спрямована на створення та контроль діяльності єдиної системи управління виробничо-господарською й фінансовою діяльністю ВЗС, необхідно проводити на основі економіко-математичного моделювання. У зв'язку з цим функціонування підприємства повинно здійснюватись в

замкненій ВЗС (рис. 2, а), що складається із самої ферми (блок 3), складів для сировини, обладнання, напівфабрикатів, матеріалів (блок 2) і готової продукції (блок 4). При такій структурі максимально збільшується ефективність всієї ВЗС у цілому.



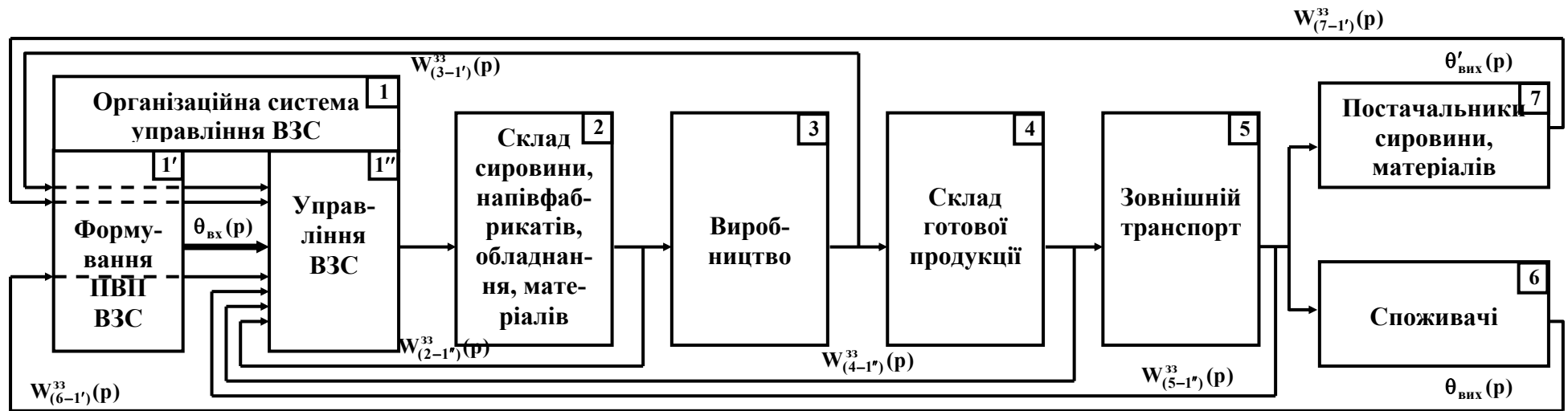
Рисунок 1 – Спрощений варіант структурної схеми функціонування ВЗС

З врахуванням викладеного, розглядається поелементний підхід до дослідження ВЗС з позиції ТАУ складними імовірнісними кібернетичними системами. Запропонований комплекс ВЗС, можна зобразити як складну кібернетичну імовірнісну систему з множиною інформаційних і матеріальних потоків, що керується менеджерами (блок 1) за допомогою системи зворотних зв'язків $W_{(7-1)}^{33}(p), \dots, W_{(2-1)}^{33}(p)$, за якими поступає оперативна інформація. На рис. 2, а подана блок схема організаційно-функціональної структури ВЗС і суміщена з нею її структурна схема в термінах перетворень Лапласа (передаточних функцій). Входом $\theta_{\text{вх}}(p)$ (рис. 2, а) є прогностичний виробничий план (ПВП), який відслідковується й реалізується блоком 1. Виходом системи u є готова продукція в сфері споживача (блок 6). Відповідні показники ПВП поступають на блоки 2-7, порівнюються з можливостями їх реалізації і враховуються в процесі функціонування ВЗС. Дещо спрощено процес управління ВЗС можна уявити як систематичне відслідковування у часі блоком 1 функціонування ВЗС при порівнянні виходів із фактичним виконанням ПВП як для кожної локальної підсистеми (блоки 2-7), так і для всієї системи в цілому. За критерій оптимальності, локальний і глобальний, у процесі управління можна приймати мінімізацію неузгодження:

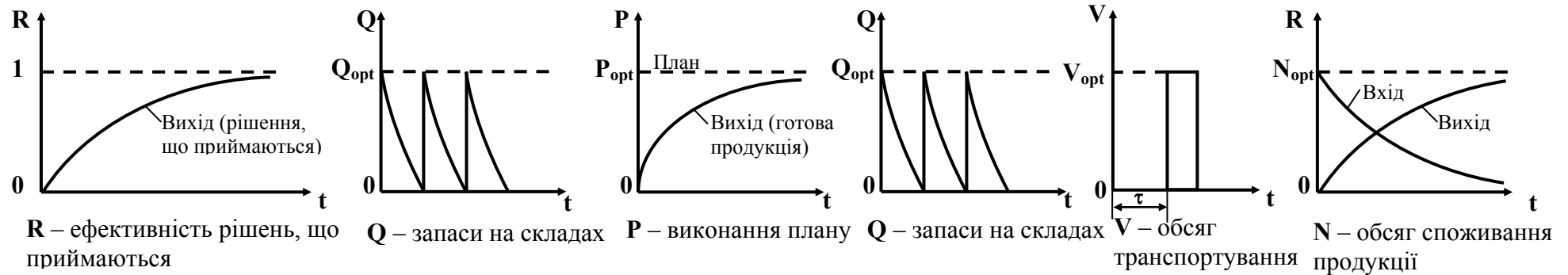
$$\Delta\theta = \theta_{\text{вих}}^{\text{пл}} - \theta_{\text{вих}}^{\text{ф}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $\Delta\theta$ – величина неузгодження; $\theta_{\text{вих}}^{\text{пл}}$ – план; $\theta_{\text{вих}}^{\text{ф}}$ – фактичне виконання плану.

Для формалізованого опису процесу функціонування ВЗС у часі використовується класичний апарат ТАУ лінійних слідкуючих систем із врахуванням імовірнісних аспектів. Дещо спрощено перехідні функції всіх блоків ВЗС при використанні принципу



а



б

$$W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}; \quad W_2(p) = \frac{K_2 T_2 p}{T_2 p + 1}; \quad W_3(p) = \frac{K_3}{T_3 p + 1}; \quad W_4(p) = \frac{K_4 T_4 p}{T_4 p + 1}; \quad W_5(p) = e^{-p\tau}; \quad W_{6,7}(p) = \frac{K_{6,7}}{T_{6,7} p + 1}$$

в

Рисунок 2 – Блок-схема організаційно-функціональної структури ВЗС (а), перехідні (б) і передаточні (в) функції блоків

“чорного ящика” наведені на рис. 2, б, а на рис. 2, в – їх передаточні функції з врахуванням перетворення Лапласа [3]. Блоки 1 (менеджмент) і 3 (виробництво) описуються експонентами і відповідними передаточними функціями аперіодичних ланок: $W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}$ і $W_3(p) = \frac{K_3}{T_3 p + 1}$. Перехідні передаточні функції складів (блоки 2

і 4) прийняті для дещо ідеалізованих умов управління запасами й описуються за допомогою реально-диференціюючих ланок $W_2(p) = \frac{K_2 T_2 p}{T_2 p + 1}$ і $W_4(p) = \frac{K_4 T_4 p}{T_4 p + 1}$.

Перевезення зі складу до споживача (блок 5) враховується за допомогою ланки запізнення з передаточною функцією $W_5(p) = e^{-p\tau}$, де τ – час перевезення вантажу; e – основа натурального логарифму. Споживач (блок 6), для визначеності, може бути формалізований з використанням графіка класичного життєвого циклу товарів із передаточною функцією аперіодичної ланки $W_6(p) = \frac{K_6}{T_6 p + 1}$ (рис. 2, б, в), або з використанням графіків інших життєвих циклів. Якщо врахувати, що зовнішній транспорт може доставляти готову продукцію не тільки споживачеві (блок 6), але й у блок 2 – сировину, обладнання, напівфабрикати, матеріали (блок 7), то даний блок може бути описаний передаточною функцією аперіодичної ланки $W_7(p) = \frac{K_7}{T_7 p + 1}$.

Передаточна функція всієї ВЗС як відношення виходу $\theta_{\text{вих}}(p)$ до входу $\theta_{\text{вх}}(p)$ в функції часу з використанням перетворення Лапласа при нульових початкових умовах для неперервних лінійних динамічних систем без врахування зворотних зв'язків уявляється наступним чином (рис. 2, а):

$$W_{(1-7)}(p) = W_1(p)W_2(p)W_3(p)W_4(p)W_5(p)(W_6(p) + W_7(p)), \quad (2)$$

де $W_1(p) \dots W_7(p)$ – передаточні функції блоків; p – комплексний оператор Лапласа.

У відповідності з відомими правилами [3] проводиться згортання всієї структурної схеми ВЗС із врахуванням передаточних функцій зворотних зв'язків $W_{(2-1)}^{33}(p), \dots, W_{(7-1)}^{33}(p)$ (рис. 2, а). Після перетворення отримаємо вираз узагальненої передаточної функції ВЗС у вигляді:

$$W_{(1-7)}(p) = \frac{\theta_{\text{вих}}(p)}{\theta_{\text{вх}}(p)} = \frac{Ap^3 + Bp^2}{(a_6 p^6 + \dots + a_2 p^2 + a_1 p + a_0)e^{p\tau} + b_4 p^4 + b_3 p^3 + b_2 p^2}, \quad (3)$$

де $A = K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 (K_6 T_7 + K_7 T_6)$; $B = K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 (K_6 + K_7)$; $a_6 = T_1 T_2 T_3 T_4 T_6 T_7$;

$$\begin{aligned}
a_5 &= T_4 T_6 T_7 (T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3 \pm K_1 K_2 T_2 T_3) + T_1 T_2 T_3 (T_6 T_7 + T_4 T_6 + T_4 T_7); \\
a_4 &= T_1 T_4 T_6 T_7 + T_2 T_4 T_6 T_7 + T_3 T_4 T_6 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_4 T_6 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_4 T_6 T_7 + T_1 T_2 T_6 T_7 + T_1 T_3 T_6 T_7 + T_2 T_3 T_6 T_7 \pm \\
&\pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_6 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_6 T_7 + T_1 T_2 T_4 T_6 + T_1 T_3 T_4 T_6 + T_2 T_3 T_4 T_6 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_4 T_6 + T_1 T_2 T_3 T_6 + T_1 T_2 T_4 T_7 + \\
&+ T_1 T_3 T_4 T_7 + T_2 T_3 T_4 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_4 T_7 + T_1 T_2 T_3 T_7 + T_1 T_2 T_3 T_4; \\
a_3 &= T_4 T_6 T_7 + T_1 T_6 T_7 + T_2 T_6 T_7 + T_3 T_6 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_6 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_6 T_7 + T_1 T_4 T_6 + T_2 T_4 T_6 + T_3 T_4 T_6 \pm \\
&K_1 K_2 T_2 T_4 T_6 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_4 T_6 + T_1 T_2 T_6 + T_1 T_3 T_6 + T_2 T_3 T_6 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_6 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_6 + T_1 T_4 T_7 + \\
&+ T_2 T_4 T_7 + T_3 T_4 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_4 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_4 T_7 + T_1 T_2 T_7 + T_1 T_3 T_7 + T_2 T_3 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_7 \pm \\
&\pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_7 + T_1 T_2 T_4 + T_1 T_3 T_4 + T_2 T_3 T_4 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 T_4 + T_1 T_2 T_3; \\
a_2 &= T_6 T_7 + T_4 T_6 + T_1 T_6 + T_2 T_6 + T_3 T_6 \pm K_1 K_2 T_2 T_6 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_6 + T_4 T_7 + T_1 T_7 + T_2 T_7 + T_3 T_7 \pm K_1 K_2 T_2 T_7 \pm \\
&\pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_7 + T_1 T_4 + T_2 T_4 + T_3 T_4 \pm K_1 K_2 T_2 T_4 \pm K_1 K_2 K_3 T_2 T_4 + T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3 \pm K_1 K_2 T_2 T_3 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4; \\
a_1 &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_6 + T_7 \pm K_1 K_2 T_2 \pm K_1 K_2 K_3 T_2; \quad a_0 = 1; \quad b_4 = \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_6 T_7; \\
b_3 &= \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_6 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 K_6 T_2 T_4 T_7 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 K_7 T_2 T_4 T_6; \\
b_2 &= \pm K_1 K_2 K_3 K_4 T_2 T_4 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 K_6 T_2 T_4 \pm K_1 K_2 K_3 K_4 K_7 T_2 T_4 - \text{коєфіцієнти, що являють}
\end{aligned}$$

собою відповідні сполучення постійних часу $T_1, T_2, \dots, T_6, T_7$ ланок і коефіцієнтів підсилення $K_1, K_2, \dots, K_6, K_7$ в ланцюгах прямих і зворотних зв'язків $K_{(2-1)}^{33}, K_{(3-1)}^{33}, \dots, K_{(6-1)}^{33}, K_{(7-1)}^{33}$. Методика визначення коефіцієнтів виходить за рамки цієї статті і не розглядається. В результаті згортання ВЗС перетворюється в один еквівалентний блок з передаточною функцією (3), що являє собою адекватну імітаційну модель ВЗС із врахуванням всіх прямих і зворотних зв'язків.

За глобальний критерій оптимальності функціонування ВЗС, що враховує потреби ринку і забезпечує “виживання” в умовах конкуренції, а також отримання необхідного прибутку для ВЗС із врахуванням обмежень, що накладаються, слід приймати показник організаційно-економічної стійкості діяльності підприємства. Якщо результат оптимізації ВЗС і всіх її ланок задовольняє критеріям якості, то отримані дані можуть бути використані блоком 1 (рис. 2) для цілей управління ВЗС при реалізації співвідношення (1).

Література

1. Лысенко Ю.Г., Петренко В.Л. и др. Экономическая кибернетика: Учебное пособие. –Донецк: ДонГУ, 1999. –397 с.
2. Колобов А.А. Логистико-ориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде. –М.: Изво МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. –205 с.
3. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. –М.: Наука, 1965. –391 с.