

Проблеми системного сценарно-цільового управління технологічним комплексом (ТК) цукрового заводу.

Власенко Л.О., Ладанюк А.П., Бойко Р.О.

Вступ: Все частіше в технічній літературі зустрічаються роботи, присвячені новітнім підходам і методикам розв'язання задач ефективного управління технологічними комплексами (ТК). Особливої популярності набуває використання сценарного і сценарно-цільового підходу, оскільки вони дозволяють проаналізувати стан досліджуваного об'єкта і обрати правильне рішення, що призведе до найкращих наслідків [1].

Переваги використання сценарних методів:

- ідеально підходять при створенні нових або проведенні реінжинірінга існуючих ТК, удосконаленні систем автоматизації;
- своєчасний аналіз об'єкта і його стану;
- визначення можливих варіантів розвитку ситуацій;
- прогнозування наслідків ситуації, що склалася;
- швидкий вибір найкращого варіанту рішення за рахунок складання сценаріїв;
- побудова сценаріїв, які описують взаємодію і внутрішню поведінку елементів системи.

Постановка задачі:

Сценарно-цільовий підхід дозволяє імітувати і аналізувати ситуації, які дозволяють провести аналіз стану об'єкта, дослідити перспективи і спрогнозувати тенденції розвитку. На сценарії завжди накладаються обмеження в часі, викликані якісними показниками. Крім того, вони добре зарекомендували себе при прийнятті рішень в умовах невизначеності.

Основою управління є прографи. Програф – це процесо-ресурсно-об'єктний граф, в якому враховуються операції, які необхідно виконати для досягнення цілей, ресурси, що треба використати для успішного проведення

операцій, об'єктів, які є результатом виконання операцій, а також умов передачі об'єктів між операціями і часові інтервали.

В [1], детально описані етапи побудови базового прографу для випарного відділення, а в [2,3] – для дифузійного відділення ТК цукрового заводу. В даній статті створення базових прографів не розглядається, а увага буде приділена побудові та правилам створення табличних прографів, які є основою для проведення імітаційного моделювання. Імітаційне моделювання найчастіше зводиться до побудови конвеєрно-часових діаграм. Як приклад, наведено декілька варіантів табличних прографів для операцій дифузійного відділення, які створені на основі базового, наведеного в [2,3].

Методика дослідження:

Табличний програф виводиться з базового шляхом заміни об'єктів і ресурсів таблицями і введенням правил і умов виконання операцій. Таблиці об'єктів містять так звані атрибути, записані в рядках і екземпляри – в стовпчиках. За своєю суттю операції бувають фактичними, тобто такими що впливають на реальну ситуацію в системі, і прогнозними, які оцінюють на прогнозному часовому інтервалі динаміку поведінки системи в майбутньому. При виконанні фактичної операції задається умова запуску, час виконання і умова закінчення операції, алгоритм корекції заповнення вхідних/вихідних таблиць. При виконанні прогнозної операції проводиться динамічна оцінка параметрів системи на чітко заданому прогнозному інтервалі з обов'язковим зазначенням часу з якого розпочинається відлік.

Умова запуску для виконання фактичних операцій – логічна функція, яка визначається на вхідних і вихідних таблицях операції:

1. Умова, яка визначається на j -му стовпчику i -ої таблиці записується так:

$$F_{ij} = (a_{i1} \# \alpha_{i1}) \wedge \dots \wedge (a_{in} \# \alpha_{in}), \quad (1)$$

де a_{i1}, \dots, a_{in} - атрибути таблиці, $\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{in}$ - числові константи або рядки символів, $\# \in \{=, >, \geq, <, \leq\}$ - знак порівняння, \wedge - знак кон'юнкції.

2. Умова перевірки на i -тій таблиці має вигляд:

$$\Phi_i = F_{ij1} \wedge \dots \wedge F_{ijm}, \quad (2)$$

3. Умова перевірки на наборі таблиць записується:

$$\Psi_{\text{запуску}} = \Phi_{i1} \wedge \dots \wedge \Phi_{ik}, \quad (3)$$

Час виконання операції Δ може бути чисельною константою, випадковою величиною, яка рівномірно розподілена на заданому інтервалі або величиною, яка визначається за певними алгоритмами, що задаються на основі вхідних і вихідних таблиць операцій. Умова закінчення операції відповідає або закінченню часу Δ , або виконанню умови $\Psi_{\text{закінчення}}$, яка подібна до $\Psi_{\text{запуску}}$.

Алгоритм корекції заповнення таблиць виражається правилами:

$$\text{ЯКЩО } \langle \text{виконання умови} \rangle \text{ ТО } \langle \text{виконання дії} \rangle \quad (4)$$

Умова виконання дій подібна умові виконання операцій.

Для дифузійного відділення на рис. 1 наведено фрагмент табличного прографу для виконання фактичної операції проходження процесу дифузії f_7 .

Згідно (3) умова запуску для операції f_7 описується виразом:

$$\Psi_{\text{запуску}}^{f_7} = (o_{6.1\min} < o_{6.1} < o_{6.1\max}) \wedge (o_{6.2} < o_{6.4}) \wedge (o_{6.3} < o_{6.3\max}), \quad (5)$$

де $(o_{6.1\min}, o_{6.1\max})$ – заданий технологічний регламент; $o_{6.3\max}$ – максимально допустимі часові затрати на проведення діагностування.

Згідно з (5) у фонді фінансування цукрового заводу є відповідні кошти для проведення операції f_7 на момент її запуску, а часові затрати $o_{6.3}$, що заплановані, не перевищують максимально допустимих меж.

Час Δ_7 виконання операції f_7 - випадкова величина, яка розраховується залежністю:

$$\Delta_7 = \lambda \left[o_{6.3\min}, o_{6.3\max} \right], \quad (6)$$

де λ - функція випадкового вибору на інтервалі часових затрат.

Умова закінчення f_7 виражається формулою:

$$\Psi_{\text{закінчення}}^{f_7} = (v = v_{\text{поч}} + \Delta_7), \quad (7)$$

де $v, v_{\text{поч}}$ - відповідно поточний і початковий моменти часу виконання операції $f_7 (v, v_{\text{поч}} \in \Theta)$; Θ - часова шкала.

В момент початку операції f_7 проводяться такі дії:

- визначаються фінансові затрати ω_7 при виконанні f_7 , як випадкової величини на інтервалі $[o_{6.2\min}, o_{6.2\max}]$:

$$\omega_7 = \lambda [o_{6.2\min}, o_{6.2\max}], \quad (8)$$

- визначаються фінансові залишки у фонді фінансування цукрового заводу:

$$o_{6.4} = o_{6.4} - \omega_7, \quad (9)$$

Для отримання дифузійного соку заданої якості подаються в заданих технологічним регламентом межах:

- формалін:

$$r_{8.1\min} < r_{8.1} < r_{8.1\max}, \quad (10)$$

де $r_{8.1\max} < 0,01\%$ до маси буряка.

- неаммонізований суперфосфат:

$$r_{9.1\min} < r_{9.1} < r_{9.1\max}, \quad (11)$$

де $r_{9.1\max} < 0,05\%$ до маси буряка.

- вода:

$$r_{2.1\min} < r_{2.1} < r_{2.1\max}, \quad (12)$$

- електроенергія:

$$r_{4.1\min} < r_{4.1} < r_{4.1\max}, \quad (13)$$

- жомопресова вода:

$$(o_{3.1\min} < o_{3.1} < o_{3.1\max}) \wedge (o_{3.2\min} < o_{3.2} < o_{3.2\max}) \wedge (o_{3.3\min} < o_{3.3} < o_{3.3\max}), \quad (14)$$

- сульфітована вода:

$$(o_{4.1\min} < o_{4.1} < o_{4.1\max}) \wedge (o_{4.2\min} < o_{4.2} < o_{4.2\max}) \wedge (o_{4.3\min} < o_{4.3} < o_{4.3\max}), \quad (15)$$

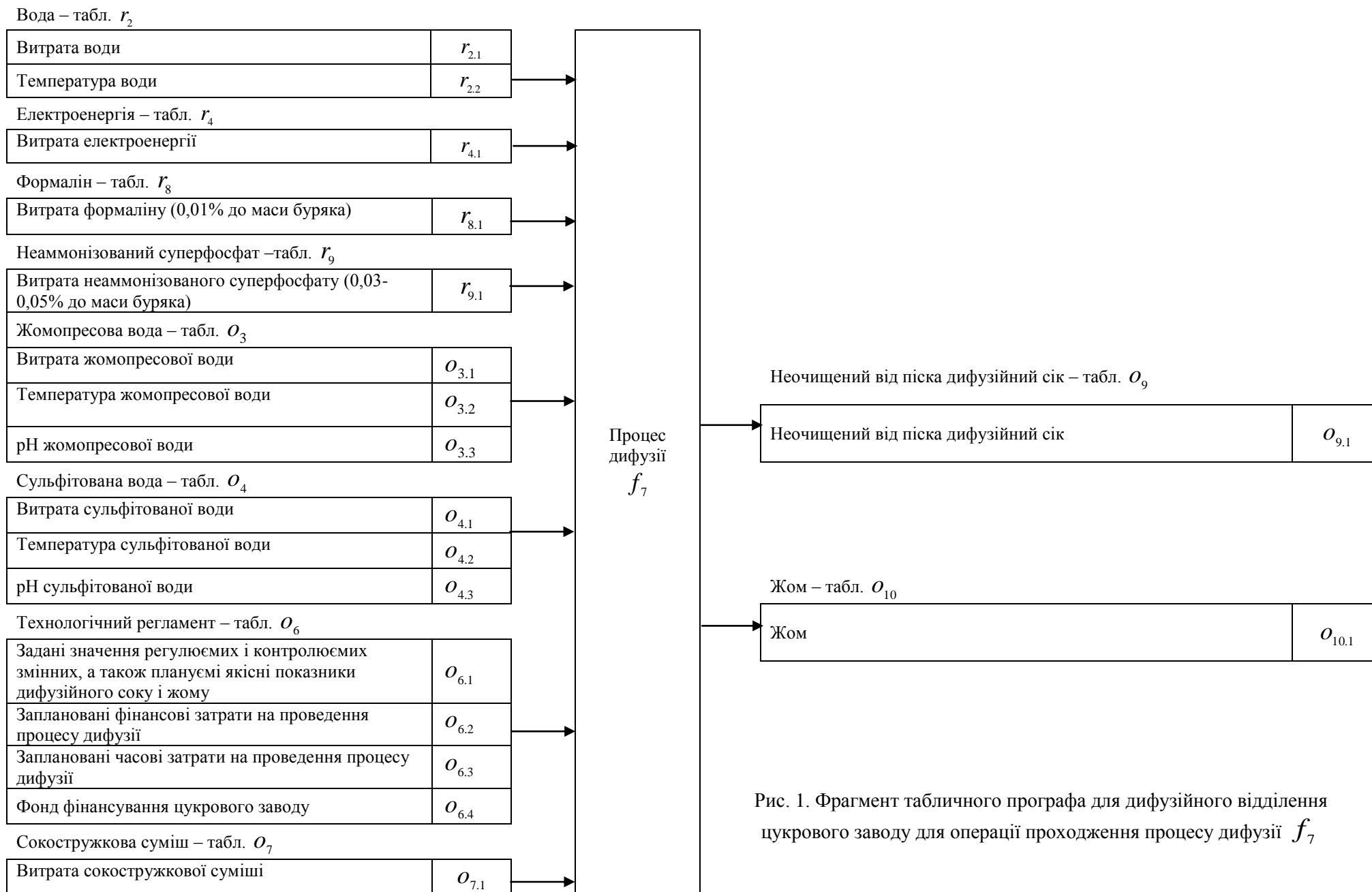


Рис. 1. Фрагмент табличного прографа для дифузійного відділення цукрового заводу для операції проходження процесу дифузії f_7

До закінчення виконання операції f_7 умовно віднесені дії, направлені на заповнення рядків таблиць o_9, o_{10} (рис. 1):

- в рядок $o_{9,1}$ записується наявність подачі неочищеного від піску дифузійного соку;
- в рядок $o_{10,1}$ записується наявність подачі жому;

Для оцінки динаміки зміни параметрів системи побудуємо прогнозну операцію на інтервалі прогнозування із зазначеним горизонтом прогнозування (рис. 2). В даному випадку горизонт прогнозування – це відрізок часу, який містить визначене число h часових одиниць (75-80 хвилин). Відлік часу починається в момент $v_{поч}$. Вхідний об'єкт o_1 містить в собі таблицю з даними про якість буряка, який надходить на виробництво; матрицю взаємозв'язку (кореляції) параметрів системи; таблицю часових характеристик містить $v_{поч}$ і значення горизонту прогнозування h . Вихідний об'єкт o_j – таблиця з $h+1$ стовпцями, які відповідають моментам $v = 0, 1, \dots, h$, з прогнозованими значеннями змінних вздовж всього горизонту і поточний час v .

Параметри системи z_1, \dots, z_n містять значення змінних якості буряка і функціонування системи. В експертній матриці взаємозв'язку параметрів $M = \|Z\|$ ($Z = z_1, \dots, z_n$) на перетині рядка z_i і стовпчика z_j ($i, j \in \{1, \dots, n\}$) (рис. 2) записується експертна оцінка $x_{ij} \in [-1, +1]$, яка вказує на характер впливу параметра z_i на параметр z_j . Якщо z_i зростає, а z_j зменшується, то ставиться знак «+», якщо ж зростає z_j , а z_i зменшується – «-», (16):

$$Sign(x_{ij}) = \begin{cases} +, & \text{якщо при зростанні } z_i \text{ зростає } z_j \\ -, & \text{якщо при зростанні } z_i \text{ спадає } z_j \end{cases} \quad (16)$$

Якщо параметри z_i, z_j не корелюються, клітина не заповнюється.

Чисельне значення оцінки x_{ij} знаходиться в межах $0 \leq x_{ij} \leq 1$, попередньо задаються оцінки і шкали: $x_{ij} = 0$ - вплив параметра z_i на параметр z_j

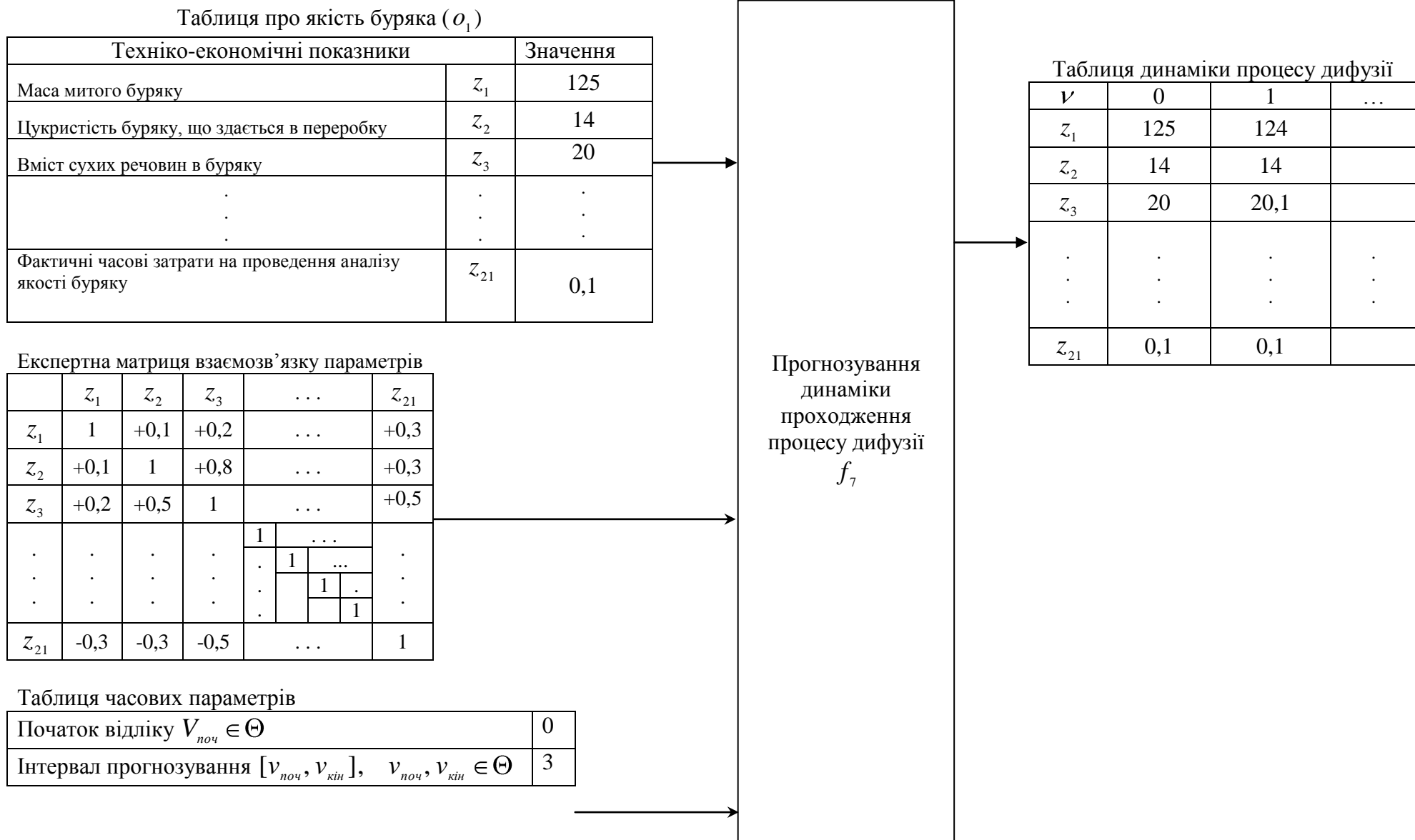


Рис. 2. Фрагмент табличного прографу для прогновної операції процесу дифузії

відсутній або незначний; $x_{ij} = 0,1$ - вплив дуже слабкий; ...; $x_{ij} = 1$ - абсолютний вплив. Можуть бути проставлені значення впливу, які знаходяться в інтервалі між виділеними точками.

Значення параметра $z_i(v+1)$ в момент $(v+1) \in \Theta$ отримується через попереднє значення $z_i(v)$ яке описується виразом:

$$z_i(v+1) = \sum_{j=1, \dots, n} x_{ij} \times z_j(v) \quad (17)$$

Для кожного стовпчика z_j матриці M розраховується алгебраїчна сума добутків значень $z_i(v)$ на оцінку x_{ij} .

У вихідній таблиці прогнозної операції табличного прографа (рис. 2) в першу колонку вноситься вектор-стовпець $z(v_{поч})$, після розрахунку за (17) для всіх стовбців матриці M отримують вектор-рядок $z_i(v_{поч}+1)$ і транспонують у вектор-стовпчик, який записують в другу колонку вихідної таблиці після чого все повторюють.

Результати та висновки:

Прографи дають можливість отримати нові рішення, зокрема щодо діагностики та прогнозування при управлінні складними ТК; являються основою для проведення імітаційного моделювання для визначення розвитку ситуацій, що склалися на заданому інтервалі прогнозування. При їх використанні суттєво підвищується ефективність керування ТК, оскільки виключаються такі рішення, які можуть привести до небажаних ситуацій і скорочується час на прийняття рішення.

Література:

1. Власенко Л.О. Підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу цукрового заводу за рахунок використання методів діагностики та прогнозування / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. - №2/3 (44). – С. 57-62.

2. Власенко Л.О. Особливості сценарно-цільового підходу для моделювання та управління складними об'єктами з використанням прографів / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Матеріали XIV Міжнародної конференції з автоматичного управління [«Автоматика-2007»], (Севастополь, 10-14 вересня 2007р.) – Ч.1. – Севастополь, 2007. – С.121-122.
3. Власенко Л.О. Особливості проведення системного аналізу / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Програма і матеріали 73-ої наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів. - К.:НУХТ, 2007, – 36 с.