

УДК 681.518.5:303.732.4

А.П. Ладанюк, проф., д-р техн. наук, Л.О. Власенко, доц., канд. техн. наук, Р.О. Бойко, асп.

Національний університет харчових технологій, м.Київ

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

Використання сценарно-цільового підходу при керуванні ТК цукрового заводу дозволяє уникнути виникнення позаштатних ситуацій, значно скоротити час на прийняття рішень. Зокрема, за допомогою фактичних операцій табличних прографів проводиться імітація розв'язку ситуацій, які виникають, а прогнозні операції забезпечують оцінку динаміки можливої поведінки системи і її параметрів.

сценарно-цільовий підхід, технологічний комплекс цукрового заводу, дифузійне відділення, базовий програф, табличний програф

Вступ. Все частіше в технічній літературі зустрічаються роботи, присвячені новітнім підходам і методикам розв'язання задач ефективного управління складними автоматизованими 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.

Переваги використання сценарних методів:

- ідеально підходять при створенні нових або проведенні реінжинірінга існуючих ТК;
- 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 створювати і аналізувати ситуації, які дозволяють провести аналіз стану об'єкта, дослідити перспективи розвитку і спрогнозувати тенденції. На сценарії завжди накладаються обмеження в часі, викликанні якісними показниками. Крім того, вони дуже добре зарекомендували себе при прийнятті рішень в умовах невизначеності.

Програф – це процесно-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 умови 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:

2.

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

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.

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

4.

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

5. 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:

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

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:

$$\Delta_7 = \lambda[o_{6,3\min}, o_{6,3\max}], \quad (6)$$

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:

$$o_{6,4} = o_{6,4} - \omega_7; \quad (9)$$

– подається формалін в заданих технологічним регламентом межах для отримання дифузійного соку заданої якості:

$$r_{8,1\min} < r_{8,1} < r_{8,1\max}, \quad (10)$$

де $r_{8,1\max} < 0,01\%$ до маси буряка;

– подається неаммонізований суперфосфат в заданих технологічним регламентом межах для отримання дифузійного соку заданої якості:

$$r_{9,1\min} < r_{9,1} < r_{9,1\max}, \quad (11)$$

де $r_{9,1\max} < 0,05\%$ до маси буряка;

– подається вода в заданих технологічним регламентом межах для отримання дифузійного соку заданої якості:

$$r_{2,1\min} < r_{2,1} < r_{2,1\max}; \quad (12)$$

– подається електроенергія в заданих технологічним регламентом межах для отримання дифузійного соку заданої якості:

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

— подається жомпресо́ва вода в заданих технологі́чних регла́ментах ме́ж для отримання дифузійного соку заданої якості:

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

— подається сульфитована вода в заданих технологі́чних регла́ментах ме́ж для отримання дифузійного соку заданої якості:

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

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 $v_{\text{поч}}$. Вхідний об'єкт o_1 містить в собі таблицю з даними про якість буряка, який надходить на виробництво; матрицю взаємозв'язку (корреляції) параметрів системи; таблицю часових характеристик містить $v_{\text{поч}}$ 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):

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

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 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:

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

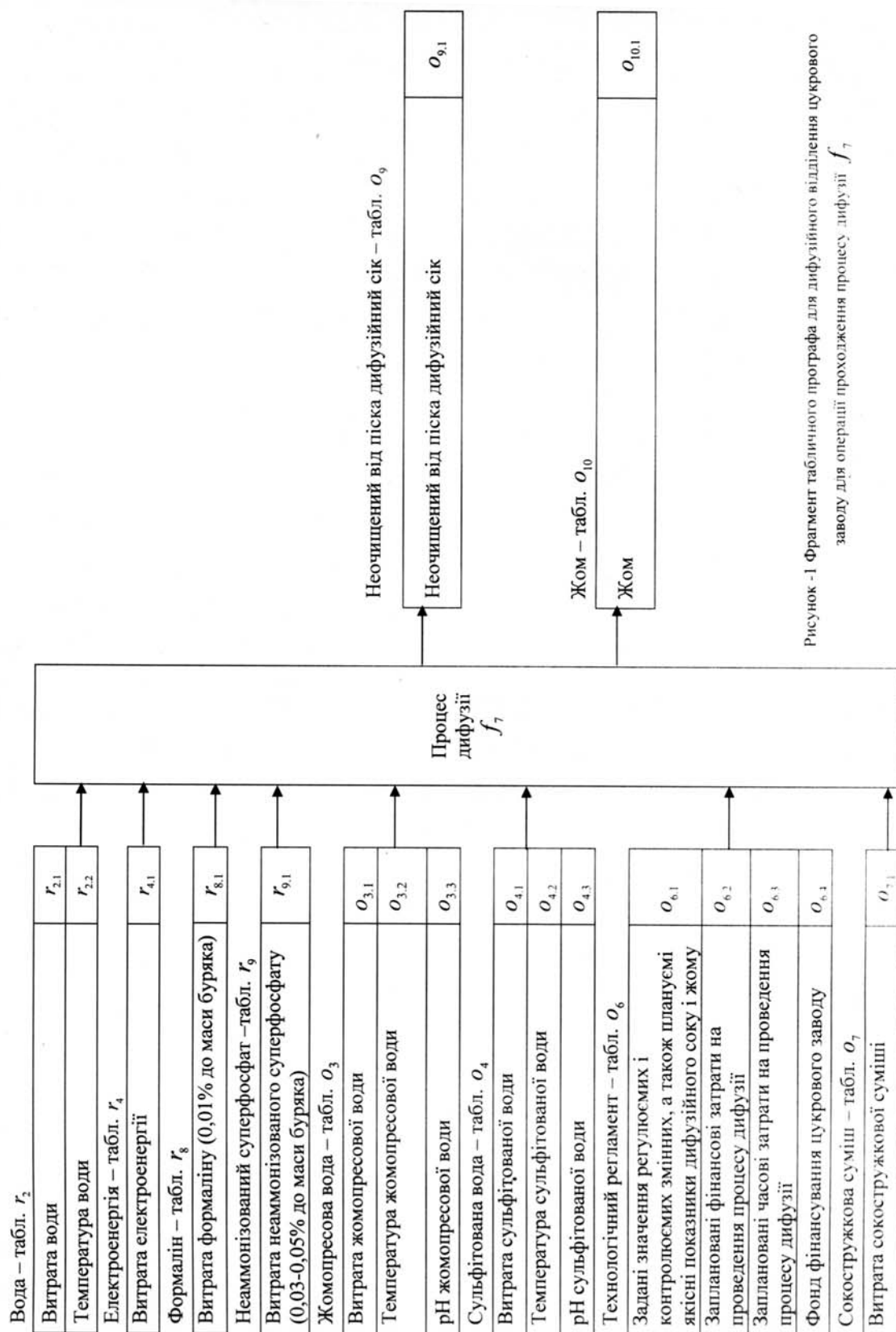
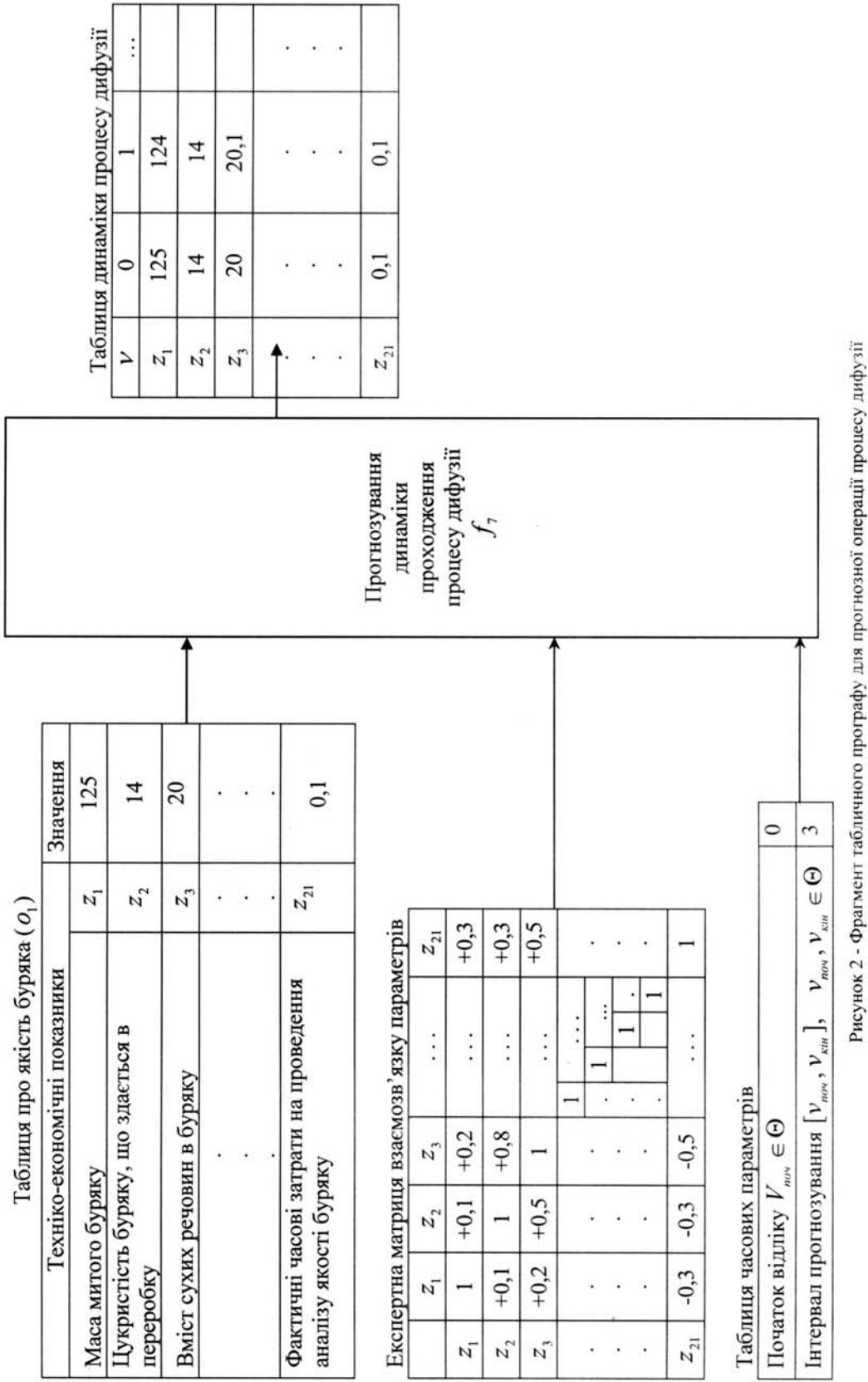


Рисунок -1 Фрагмент табличного прографа для дифузійного відділення цукрового заводу для операції проходження процесу дифузії f_7



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 $z(v_{noc})$, після розрахунку за (17) для всіх стовбців матриці M отримують вектор-рядок $z_i(v_{noc}+1)$ і транспонують у вектор-стовпчик, яким 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 використанні прографів суттєво підвищується ефективність керування ТК, оскільки виключаються такі, які можуть привести до небажаних ситуацій і скорочується час на прийняття рішення.

Список літератури

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.

А. Ладанюк, Л. Власенко, Р. Бойко

Проблемы системного сценарно-целевого управления технологическим комплексом (ТК) сахарного завода

Применение сценарно-целевого подхода при управлении ТК сахарного завода позволяет упредить возникновение нештатных ситуаций, существенно сократить время принятия решений. Так, с помощью фактических операций табличных прографов проводится имитация решения возникающих ситуаций, а прогнозные операции обеспечивают оценку динамики возможного поведения системы и ее параметров.

A. Ladanyuk, L. Vlasenko, R. Boiko

Problems of systematic scenario-oriented control of sugar plant technological complex (TC)

Using the scenario-oriented approach for sugar plant technological complex control helps to avoid abnormal situations, significantly reduce the decision-making time. Thus, with the help of actual operations of table prographs the imitation of appeared situations decisions is provided. And prognosis operations provide estimation of dynamic in possible behaviour of the system.

Одержано 30.09.11