

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} \delta_{ij} \rightarrow \min$$

при обмеженнях обсягів видатків на кожну j -ту ($j = \overline{1, m}$) цільову програму:

$$\sum_{i=1}^n s_{ij} \leq P_j$$

Отримуємо класичну задачу лінійного програмування.

Висновки

Запропонований новий підхід до моделювання елементів простору інформаційної взаємодії державних органів на основі методології кластерного аналізу дає можливість:

- структурувати цей простір шляхом виділення істотних спільних ознак серед його суб'єктів;
- побудувати типові функціональні рішення для конкретних кластерів на базі відповідних математичних моделей і сучасних ІТ-технологій;
- сформулювати методологічно-організаційні рекомендації щодо оптимізації функці-

онування окремих кластерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ланде, Д.В. Основи інформаційного і соціально-правового моделювання: [монографія] / Д.В. Ланде, В.М. Фурашев; Нац. акад. прав. наук України, Н.-д. центр прав. інф-ки. – К. : ПанТот, 2012. – 143 с.
2. Возна Н.Я. Теорія та методи побудови моделей руху даних у розподілених КС / Н.Я. Возна // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». – 2010. – № 688. – С. 60–64.
3. Ландэ Д.В. Моделирование контентных сетей / Д.В. Ландэ // Проблемы информатизации та управління. – 2012. – 1 (37). – С. 78–84.
4. Marecka E. Modele matematyczne i algorytmy konwersji kredytów walutowych // Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania. – N. 25. – 2005. – S. 61–72.
5. Хайдуков Д.С. Применение кластерного анализа в государственном управлении. Тезисы II Международной науч. конф. [«Философия математики: актуальные проблемы»]. – М.: МАКС Пресс, 2009. – С. 287–288.
6. Інтернет-технології опрацювання консолідованих інформаційних ресурсів : навч. посіб. / [А.М. Пелецишин; за заг. наук. ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Пасічника]. – Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2010. – 248 с.
7. Иванов А.П. Структуризация информационного пространства экономических систем: дис. канд. экон. наук : 08.00.05 / Иванов Андрей Павлович. – Кострома. – 2004. – 187 с.
8. Баранов А.М. Информационные кластеры как новые формы сетевого экономического взаимодействия / А.М. Баранов // Вестник экономической интеграции. – М. – 2008. – №3. – С. 23–34.
9. Jain, Murty, Flynn. Data clustering: a review. // ACM Comput. Surv. 31(3), 1999.
10. Дюран Б., Одел Я. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.

УДК 681.518.3

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПЛАНУ В ЗАДАЧАХ ПІДТРИМКИ АСОРТИМЕНТНОГО ПРОДУКТУ



**В.В. Іващук, канд. техн. наук,
А.П. Ладанюк, докт. техн. наук**

Постановка проблеми. У технологічних комплексах харчових виробництв існує поділ за структурою виробництва. Кожному

підрозділу визначається певне коло задач у межах індивідуальних посадових інструкцій. Зі зміною цільового продукту відбуваються

зміни в задачах підрозділів, що у свою чергу спричинює переосмислення задач кожної технологічної процедури без урахування можливих наслідків у характеристиках нового продукту. Так, кожний новий продукт потребує значних витрат часу, супроводжується чималою кількістю помилкових рішень у реалізації технологічного процесу, продукує непрогнозовані задачі.

Для існуючих технологічних систем заздалегідь будуються моделі, що передбачають можливості використання технологічного комплексу, а моделі продуктів лише потребують прокладання необхідного технологічного маршруту в межах можливостей технологічного обладнання. Моделі, які створюються в межах існуючих комерційних продуктів керування підприємством, пропонують підтримати структуру забезпечення і жодним чином не окреслюють коло необхідних технічних пропозицій щодо зміни регламенту і налаштувань у конкретних прикладних фахових додатках. Отже, відбувається залучення уваги фахівців, що експлуатують комплекс, у ручному режимі, причому часто – протягом часу виготовлення всього замовлення, а це дискредитує експлуатацію автоматизованих комплексів, навіть тих, що здатні забезпечувати виключно якісні характеристики продуктів.

Мета статті – побудова інтелектуальної системи, що спрощуватиме роботу персоналу в разі зміни виробничого плану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання систем підтримки прийняття рішень для вирішення об'ємних, слабо формалізованих завдань у різних предметних областях характеризується, як правило, відсутністю або складністю формальних алгоритмів рішення, неповнотою і нечіткістю вихідної інформації, а також складністю знаходження компромісного рішення у випадках нерозв'язності вихідної задачі. У процесі розробки систем підтримки прийняття рішень в управлінні матеріальними потоками виникає ряд проблем, пов'язаних зі

складностями під час формалізації більшості його етапів. Ефективним вирішенням цього завдання є використання інтуїції особи, що приймає рішення; думки експертів і аналітиків у поєднанні з сучасними технологіями інтелектуальної підтримки прийняття рішень із застосуванням теорії нечітких множин [1]. Такий підхід дає змогу структурувати і систематизувати наявну інформацію, досліджувати альтернативи рішень і вибирати з них оптимальні. Існують також підходи, що засновані на математичній теорії прийняття рішень [2; 3]. Частина завдань вирішується на наближеному якісному рівні, за допомогою інтуїції і нечітких міркувань. Під час побудови моделей задач управління матеріальними потоками статистичне спостереження або аналітичний опис залежностей між вхідними і вихідними параметрами може ускладнюватися або навіть стає неможливим. Отже, доводиться вдаватися до суб'єктивних моделей, заснованих на експертній інформації, що обробляється із залученням логіки, міркувань, інтуїції та евристики. Актуальна проблема технологічного досвіду міститься не в знаннях, що накопичуються на виробництві, а в упорядкуванні і вчасному, подійно-орієнтовному застосуванні цих знань.

Виклад основного матеріалу. Так, завданням для підтримки технологічних операторів виробництва є не просування унікальної експертної системи прийняття рішень, а лише застосування знань технолога, що усвідомлює порядок перетворення сировини в процесі, тобто може за допомогою агрегатів виробити продукт за вимогами.

У рамках побудови інтелектуальної системи пропонується побудова технологічної мапи, що координуватиме зміни на технологічних ділянках у відповідності до завдань за продуктами, кола фахових працівників. Причому вимоги до сфери знань передбачаються змінами в технологічному регламенті, які і виступають передумовою створення нової технологічної мапи (див. рисунок). На-

разі немає потреби у створенні особливого складу експертів, оскільки за призначеним технологом залишається право змінювати або повністю перескладати графову модель технологічної мапи G_{prod} . Під час розробки моделей підтримки прийняття рішень з управління матеріальними потоками доводиться вирішувати слабоструктуровані завдання. Одним із найбільш ефективних підходів до дослідження таких систем є використання математичного апарату нечітких когнітивних карт. Так, методологія когнітивного моделювання заснована на побудові суб'єктивної моделі стану, що відображає знання суб'єкта про закони її розвитку. Завданням когнітивного моделювання в системах підтримки прийняття рішень є замороження логіки поведінки експерта чи профільного працівника високої кваліфікації, що займається підготовкою об-

ладнання в умовах дослідної експлуатації або виконання робочого завдання.

Створювана когнітивна мапа являє собою орієнтований граф G_{prod} , де в ролі факторів виступають характеристики продукту \vec{H}

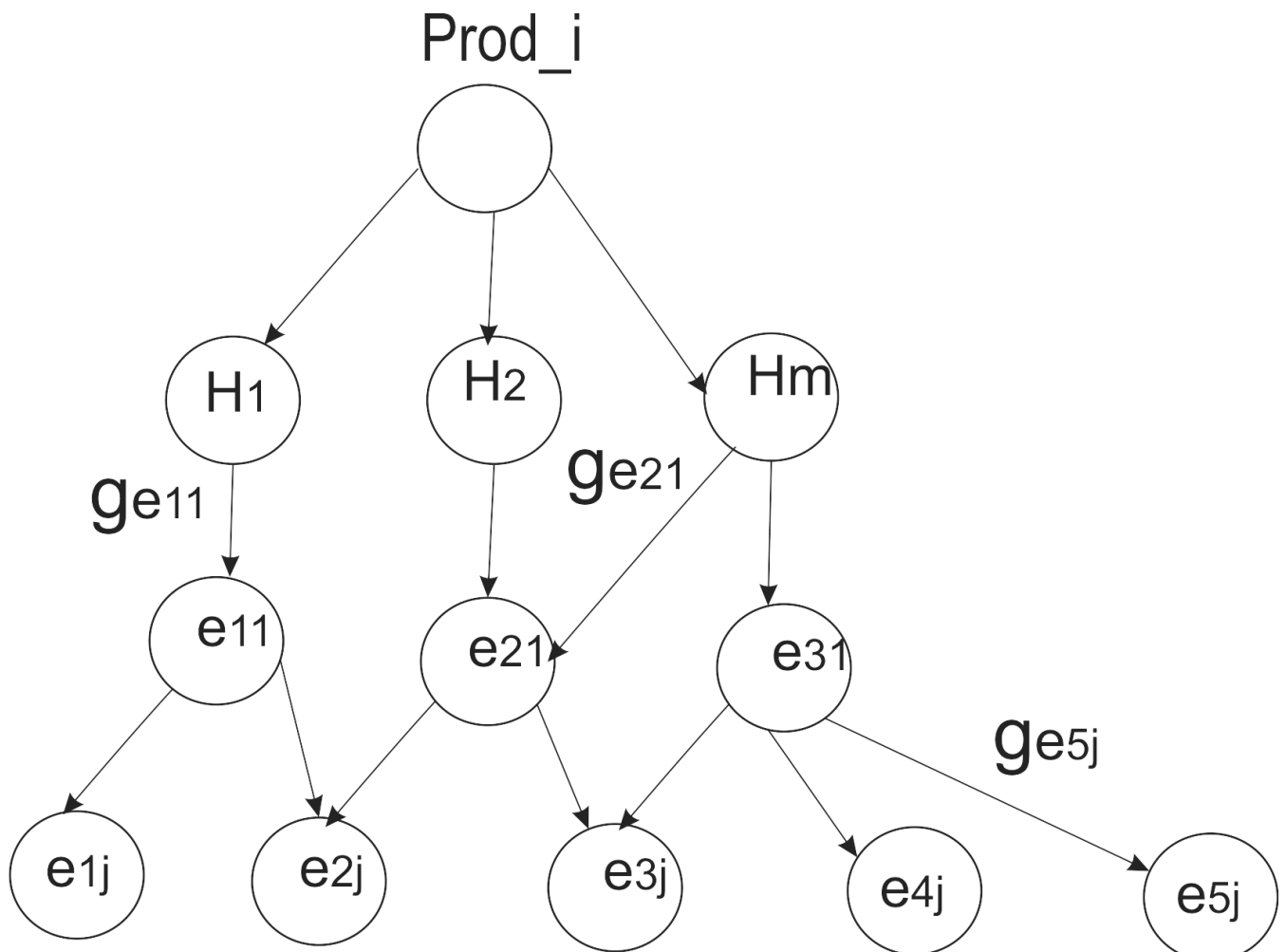
$$G_{prod} = \sum_{n=1}^m e_n, m \in R, m = f(num(\vec{H})), \quad (1)$$

де прокладання маршруту

$$e_n \xrightarrow{g_{en}} e_{n+1}, g_{e_n} = f(dh_j), h_j \in \vec{H} \quad (2)$$

здійснюється підтвердженням умови (правила), що поєднує подію зміни стану технологічного об'єкта

$$g_{e_n} \equiv \sum_{k=1} p_k, p_k = \left\| \int_0^{t_{prod}} num(e \in e_n) \right\|, \quad (3)$$



Технологічна мапа продукту

де $t_{\text{прод}}$ – час виготовлення одиниці продукту, що описується мапою $G_{\text{прод}}$ продукту.

Перевагою застосування нечітких методів є прозорість процесу перебудови і створення нових функцій в моделі. Когнітивна мапа технології має об'єднати фактори впливу на характеристики продукту як підгрунтя умов виробництва і змін у виготовлених продуктах $e_n \langle \vec{H}_n \rangle$.

У когнітивній мапі додатний ваговий коефіцієнт спричинює підсилення дії внаслідок зростання попереднього фактора або у випадку від'ємного (її послаблення). Модель фіксується у вигляді орієнтованого знакового графу (когнітивної мапи), в якому вершини – фактори станів, а зважені дуги – причинно-наслідкові відносини, вага яких відображає силу впливу факторів станів. Когнітивна мапа визначає структуру станів і формально зображуються як орієнтований знаковий граф $G_{\text{прод}} \langle E, g_e \rangle$, де $e_n \in E$ – безліч вершин-факторів станів, що реалізують процедури перетворення сировини і напівпродуктів у межах характеристик продукту H_i ; $g_{e_{ij}}$ – елементи матриці суміжності, що в графовій моделі являють собою орієнтовані зв'язки.

У когнітивній моделі мета, як ієрархічне оцінювання, сформульована в самому загальному вигляді, зображується у вигляді дерева критеріїв, отриманого шляхом декомпозиції мети на критерії більш часткового характеру. Ієрархія будується методом структурної декомпозиції, сформульованої експертом (оператором, що працює в супроводі лінії) мети низхідним порядком і закінчується, коли визначено рівень, який надалі не декомпозується до окремих операцій (критеріїв).

Технологічна мапа продукту будується у вигляді зваженого орієнтованого графового дерева $G_{\text{прод}}$, де з кожним наступним вузлом e_n збільшується функціональна і відповідно й фінансова відповідальність за конкретний продукт. Вага кожного ребра $g_{e_{ij}}$ визначається питомою вартістю прийняття рішення $k_{\text{опер}}$, яке враховує заохочення працівників за наднор-

мове залучення або виплату, що пов'язана з простоями, питомим прибутком підприємства, питомою собівартістю через обраний шлях.

Когнітивна мапа являє собою причинно-наслідкову мережу, відпрацьовану область знань (у нашому випадку функціональні характеристики продукту), яку можна зобразити в такому формальному вигляді

$$G_{\text{прод}} = \langle E, g_e \rangle, \quad (4)$$

де $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ – множина об'єктів моделі, де можуть бути надані терміни виконання необхідної операції чи процедури перетворення сировини; $g = \{0 \dots 1\}$ – співставлення на множині E , що задає зв'язки між об'єктами. Об'єкти e_j і e_{j+1} вважаються пов'язаними співставленням g_e і записуються у вигляді:

$$e_j, e_j \in E \text{ або } e_j \cup e_{j+1}, \quad (5)$$

якщо зміна значення об'єкта e_j (причини) спричинює зміну значення об'єкта e_{j+1} (слідства). Згідно з термінологією когнітивного аналізу в цьому випадку об'єкт e_j впливає на e_{j+1} . При цьому якщо збільшення значення об'єкта – причини призводить до зменшення значення об'єкта – слідства, то вплив вважається негативним («гальмування»), якщо ж значення збільшуються – позитивним («посилення»). Отже, відношення g можна зобразити у вигляді об'єднання двох непересічних підмножин:

$$g = g_+ \cup g_-, \quad (6)$$

де g_+ – множина позитивних; g_- – множина негативних зв'язків.

У цьому випадку відношення між концептами зображені у вигляді вагової оцінки, але ці ваги розглядаються як елементи нечіткої матриці суміжності для графа НКМ (нечіткої когнітивної мапи). Нечіткі значення вихідного концепту виходять з використанням характеристик для нечіткої логіки операцій t-норм

(операції мінімуму або алгебраїчного нормування) над нечіткими значеннями вхідних концептів і ваг впливу $g_{e_{ij}}$. Для акумулювання впливу декількох концептів на один концепт і визначення опосередкованого впливу концептів існує нечітка матрична регулярна алгебра, що більше відома під назвою каузальної алгебри. Впливи вхідних концептів, що безпосередньо впливають на вихідний концепт, об'єднуються на основі s-норм. Це операція об'єднання нечітких множин (операція максимуму), визначення сукупної «ваги» шляху між цими концептами, який характеризується максимальним сукупним значенням впливу. Для визначення опосередкованого впливу всіх концептів мапи використовується операція транзитивного замикання нечіткої матриці суміжності ваг. На її основі отримуються ключові системні показники НКМ, за якими визначається взаємний консонанс, дисонанс, позитивний і негативний вплив концептів один на одного і на систему в цілому.

Саме відношення E може бути зображено у вигляді матриці розмірністю $p \times m$ (де p – число об'єктів у технологічній системі, j – глибина дослідження об'єкта), яка може розглядатися як матриця суміжності даного графа і називатися когнітивної матрицею. Структурний аналіз задачі оптимального управління матеріальними потоками, виконаний з урахуванням розглянутої моделі й узагальненого алгоритму розробки управлінських рішень, дасть змогу розгорнуто зобразити необхідні закономірності процесів виробництва.

Для наповнення когнітивної мапи пропонується типовий супервізорний режим порадики [4–6]. Під час заповнення мапи дескриптор транслює наявність характерних змін об'єкта $dh_j, h_j \in \bar{H}$ і перетворює їх на ймовірні події e_n на об'єкті. Попередньо внесені робочі характеристики про можливості об'єкта коригують умови створення продукту на керованій технологічній лінії.

У результаті порівняння вздовж побудованого графу здійснюється прохід по функ-

ціональним вузлам. Переходи, які мають найбільше вагове значення, наближають вузол-нащадок до координації управління через цей вузол.

Довжина графового j дерева вказує на кількість допоміжних операцій, необхідних для виконання функції, а ширина графа n – на кількість основних функцій, які можуть бути розділені за наявністю напівпродуктів. Ациклічний граф, в якому ми визначаємо тільки вихідні дуги, вхідні відсутні. Максимальна довжина орієнтованого ланцюга, що сполучає вхідну вершину і найбільш віддалений вузол, становить ранг графу.

Як проміжні концепти виступають процедури, виконання яких завершує процес з елементом сировини. Система не обмежується організацією лише бінарних зв'язків, оскільки на деякому етапі можуть виникати умови технологічності або вартості реалізації процесу, де можуть бути обрані альтернативні маршрути.

Розмірність орграфу встановлюється за числом ступенів вільності об'єкта, які визначаються можливостями спричиняти підсилення або сповільнення дії. Якщо будь-яка функція, що необхідна для реалізації продукту, реалізується поза технологічною лінією, то вона розміщується в технологічній мапі, а ребра орграфа встановлюють її вплив за напівпродуктами, які вона використовує або продукує.

Висновки

За допомогою створеної технологічної мапи відбувається координація порядку і важливості задіяння вузлових координацій по обладнанню. Завдяки технологічній мапі можна зберігати рецепт керування технологічною лінією, виконувати нагляд за створенням продукту, передавати рецепт ідентичним технологічним лініям. Використання порадиного супроводу, що будований на нечітких правилах, надає можливість зменшити обсяг робіт з координації управляючої системи під час підготовки виробництва і його реалізації

зі змінним асортиментом продуктів. Програмний засіб орієнтовано безпосередньо на фахівця технологічної сфери, який зайнятий у супроводі виробничого процесу. Засіб спрощує орієнтування технолога серед множини технологічних змінних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Штовба, С.Д. Інформаційна технологія забезпечення надійності алгоритмічних процесів в умовах невизначеності: дис. ... доктора техн. наук : 05.13.06 / Штовба Сергій Дмитрович – Вінниця, 2009. – 407 с.
2. Зігунов, О. М., Технологічний моніторинг при сценарному керуванні виробничими процесами / О. М. Зігунов, В.Д. Кишенько // Вісник НТУ «ХП». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків : НТУ «ХП». – 2012. –

№44(950). – С. 25 – 36.

3. Власенко, Л.О. Підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу цукрового заводу за рахунок використання методів діагностики та прогнозування / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 3. – Т.2. – С. 57–62.

4. Аллатов, А.П. Госпитальные информационные системы : архитектура, модели, решения / А.П. Аллатов, Ю.А. Прокопчук, В.В. Костра. – Днепропетровск : УГХТУ, 2005. – 257 с.

5. Сарычев, А.П. Идентификация состояний структурно-неопределенных систем / А.П. Сарычев. – Днепропетровск : ИТМ НАНУ и НК АУ, 2008. – 268 с.

6. Плотников, А.Д. Эвристический алгоритм для поиска наибольшего независимого множества / А.Д. Плотников // Кибернетика и системный анализ. – 2012. – № 5. – С. 41–48.

УДК 658.562.4 : 004.65

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ



В.І. Воронков, канд. техн. наук,
І.В. Воронков

Постановка проблеми. В умовах масового переходу від етапу проектування до постійної підтримки функціонування автоматизованих інформаційних систем (ІС) виникають проблеми управління їхньою ефективною експлуатацією з урахуванням оцінки якості.

Для створення і ефективного функціонування життєстійких автоматизованих інформаційно-аналітичних систем потрібні висококваліфіковані кадри і значні матеріально-технічні ресурси. При цьому вважається, що за умови, коли процеси проектування автоматизованих ІС більш менш розроблені (зазвичай під фірмові платформи з відповідною

вартістю), то методи ефективної підтримки і експлуатації вже функціонуючих інформаційно-аналітичних систем розробникам ІС не цікаві, а колективам, які експлуатують ці системи, бракує часу і досвіду для їхньої розробки й уточнення, тому підтримка комплексної інформаційно-аналітичної системи (КІАС) зазвичай здійснюється за принципом заміни елементів програмно-технологічного комплексу в разі їхніх відмов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Це дає змогу зробити висновок, що проблема проектування КІАС зводиться до розробки складної системи, яка забезпечує рішення