

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій

2.24

4

Копію засвідчую  
Вчений секретар  
спеціалізованих вчених  
рад НУХТ

*Завилов В.А.*

# НАУКОВІ ПРАЦІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

№ 22

Київ НУХТ 2007

УДК 663/664

У журналі опубліковано статті з результатами фундаментальних теоретичних розробок та найбільш значних прикладних досліджень у галузі харчових технологій.

Рукопис статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів різних галузей харчової промисловості.

Редакційна колегія: О.В. Бутнік-Сіверський, В.С. Гуць, Л.С. Дегтярьов, В.А. Домарецький, О.А. Зайчківський, В.М. Ковбаса (заступник головного редактора), А.М. Король, М.П. Купчик, А.П. Ладанюк, Л.В. Левандовський, І.Ф. Малежик, М.А. Мартиненко, Т.Л. Мостенська, М.О. Прядко, Н.М. Пушанко (відповідальний секретар), Г.О. Сімакіна, С.О. Гуткевич, О.П. Сологуб, Ю.Г. Сухенко, Н.М. Ткаченко, А.І. Українець (головний редактор), М.Д. Хоменко, Л.М. Хомічак (перший заступник головного редактора), Л.М. Чернялевський, О.М. Поляков, В.М. Марченко.

Адреса редакції: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68, тел. 287-92-54.

*Рекомендовано вченою радою НУХТ.  
Протокол № 11 від 27 червня 2007 р.*

“Наукові праці НУХТ” включено в перелік наукових фахових видань України з технічних (Бюлетень ВАК України, №7, 2003) та економічних наук (Бюлетень ВАК України, №6, 2005), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Видання подається в авторській редакції

© НУХТ, 2007

3. Gmehling, J.; Lohmann, J.; Jakob, A.; Li, J.; Joh, R. A Modified UNIFAC (Dortmund) Model. 3. Revision and Extension. Ind. Eng. Chem. Res. 1998, 37, 4876.

4. Gmehling, J.; Wittig, R.; Lohmann, J.; Joh, R. A Modified UNIFAC (Dortmund) Model. 4. Revision and Extension. Ind. Eng. Chem. Res. 2002, 41, 1678.

5. Стабников В.Н., Ройтер И.М., Процюк Т.Б. Этиловый спирт. — М.: Пищ. пром-сть, 1976.

Надійшла до редколегії 10.05.07 р.

УДК 681.5:664.12

В.М. Сідлецький, асп.

## ФОРМУВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ У ПІДСИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДИФУЗІЙНИМ ВІДДІЛЕННЯМ

Розглядається методика збору експертної інформації для побудови бази знань. Вказана перевага використання SADT діаграм, що забезпечують ясність представлення і адекватного розуміння логічних тверджень експерта та інженера знань. Наведено приклад функціональних моделей дифузійної станції цукрового заводу, розроблених з використанням структурного аналізу.

**Ключові слова:** база знань, експертна інформація, структурний аналіз, SADT діаграми

В системах підтримки прийняття рішень база знань переважно заповнюється шляхом збору експертних даних. При цьому виникають непоодинокі випадки, коли інформація отримана від експертів, при описі одних і тих же понять, досить суттєво відрізняється одна від одної і навіть може конфліктувати між собою. Це може пояснюватись не тільки тим, що різні експерти мають своє бачення і пояснення проблеми (що є цілком природним), а й тим що вони по різному зрозуміли питання на яке їм треба давати інформацію. Тобто інженер знань, який заповнює базу знань, і експерт розмовляють ніби то на різних мовах, а від непорозуміння між ними залежить наскільки зібрана інформація є актуальною, адекватною, достовірною, однозначною і незалежною. Крім того, ці непорозуміння стають більш суттєвими при обміні інформацією між людиною та програмними засобами.

При створенні та заповненні бази знань актуальною задачею є зведення до мінімуму неузгодженостей, які виникають за рахунок пошуку та методів збору інформації, а також формування та відтворення її у вигляді, який однаково розумітимуть як експерт так і інженер знань.

При проектуванні бази знань може використовуватись структурний (системний) підхід або аналіз, що покладений на ідеї алгоритмічної декомпозиції, де кожний модуль системи виконує один із важливих етапів загального процесу, або об'єктний підхід, пов'язаний з декомпозицією і виділенням не процесів, а об'єктів, при цьому кожний об'єкт відноситься до певного класу.

Структурний аналіз дає можливість в наочній формі будувати графічні моделі, які, незважаючи на складність системи, забезпечують ясність представлення архітектурних рішень і розуміння моделі, що дозволяє в повній мірі взаємодіяти експерту та інженеру знань.

*In the article the method of collection of expert information is examined for knowledge acquisition. Advantage of the use of SADT of diagrams which provide the clarity of presentation and adequate understanding of logical claims of expert and engineer of knowledges is indicated. The example of funkional'nikh models of the diffusive station of sugar factory of developed is resulted with the use of structural analysis.*

**Key words:** base of knowledges, expert information, structural analysis, SADT of diagram

Одним із методів структурного аналізу і проектування складних систем є методологія SADT (Structured Analysis and Design Technique), яка характеризує такі системні характеристики, як керування, зворотний зв'язок та виконавці. В ньому розвинені процедури підтримки колективної роботи на основі універсальної одиниці SADT моделі, яка при моделюванні використовується в наступному вигляді: вхід (ресурс, поточні значення параметрів) при наявності управління (мотивації, вимоги до режиму) перетворюється у вихід (продукт, поточний стан системи) за допомогою відповідного "механізму" (виконавця, особи яка має право втручання в роботу системи) [1].

Для досягнення порозуміння між експертом та інженером знань, процес спілкування проводиться з використанням SADT діаграм, що графічно відтворюють процес аналізу роботи дифузійної станції і формування рішень для покращення її роботи та виходу з можливих нештатних ситуацій.

На рис. 1 показана функціональна модель оцінки роботи та прийняття рішень на дифузійній станції. Дана функціональна модель відображає інформаційні потоки та послідовність операцій, які необхідно виконати для прийняття рішень в процесі корекції роботи дифузійної станції.

Всі блоки функціональної моделі оцінки роботи дифузійної станції, (рис. 1) представлені в порядку свого домінування, домінуючим є блок "визначити вимоги до технологічного процесу". В процесі роботи даного блоку та умовою його виконання є отримання значень параметрів скорегованого технологічного режиму. До цих параметрів входять настройки автоматизованої системи управління та значення показників якості роботи дифузійної станції. Вихідна інформація першого блоку «технологічний режим» є управляючою для наступних блоків.

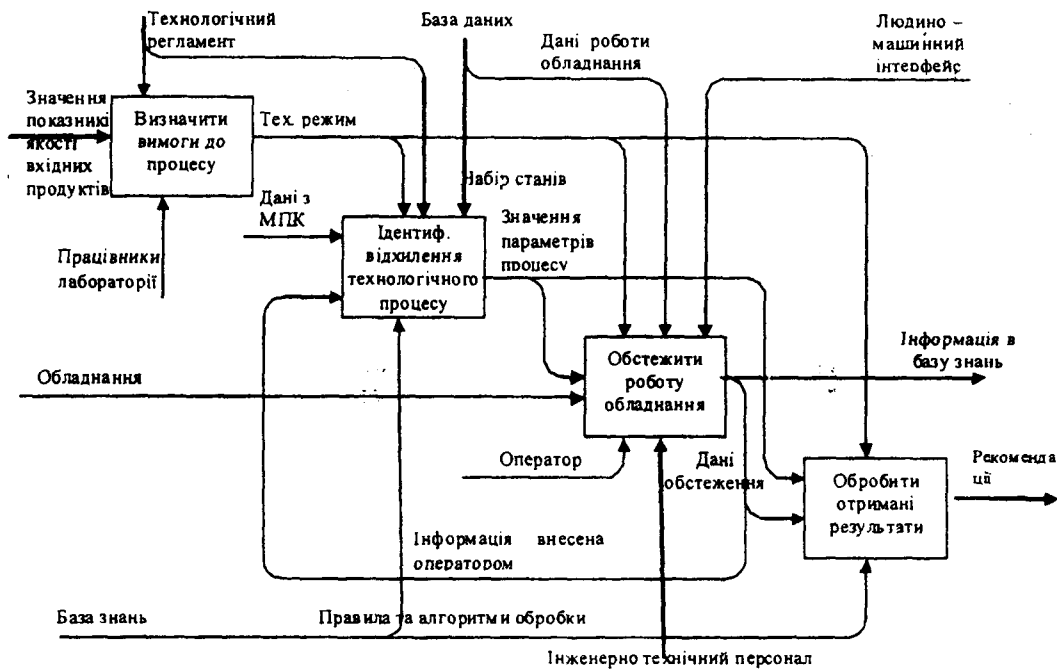


Рис. 1. Функціональна модель оцінки роботи дифузійної станції

Для блоку "ідентифікація відхилення технологічного процесу" вхідною інформацією є: дані які надходять з мікропроцесорного контролера та візуальної оцінки роботи обладнання оператором (витрат, рівнів, температури, кислотності, частоти обертання трубовалів, навантаження, періодів продувок та подачі антисептика, час дифузії та ошпарювання).

Обробка проводиться з врахуванням: даних попереднього блоку (скорегований технологічний режим); значень регламентованого діапазону відхилень в технологічному процесі (дуга "технологічний регламент"); та критичних значень параметрів та станів технологічного процесу з бази даних (навантаження приводів ошпарювача, колони, мінімальні оберти двигуна сокостружки). Вказані дані є управлінням для цього блоку.

Вихідною інформацією будуть значення, які відображають ефективність та якість ведення процесу.

Задачами, які необхідно виконати в процесі розгляду блоку "обстежити роботу обладнання" є збір та виведення алгоритмів візуального обстеження та порівняння параметрів в системі управління з показами відповідних приладів розміщених помістю, обстеження агрегатів та засобів КВПІА і оцінка їх роботи.

Для розробки блоку "обробити отримані результати" збираються експертні дані стосовно вимог до обробки та представлення рекомендацій, їх вигляд та послідовність виведення для правильного розуміння оператором інформації, яку надаватиме підсистема підтримки прийняття рішень.

Для детальнішого розгляду діаграми верхнього рівня проводиться аналіз кожного її блоку в порядку домінування. Першим домінуючим блоком є блок "визначити вимоги до технологічного процесу". На рис. 1 вказано, що до блоку входять чотири дуги: вхідною є значення показників якості вхідних продуктів, дугою управлінням являються технологічні інструкції, дугою механізму виконання даної функції будуть працівники лабораторії, а вихідною дугою будуть критерії оптимального управління тому умовою вико-

нання блоку "визначення вимог до процесу", є отримання на виході набору критеріїв роботи дифузійної станції. В процесі декомпозиції блоку отримана структурна схема функціональної моделі (рис. 2), яка складається із чотирьох блоків, що також розміщені в порядку свого домінування і відтворюють собою послідовність операцій.

Для блоку "аналіз стану сировини" умовою виконання буде зібрана і внесена в систему управління інформація про стан бурякової стружки (геометричні розміри, шведський фактор, ступінь зрілості, пошкодження, підмороження, інфікування). Вигляд оброблених експертних даних для визначення узагальненого стану стружки може бути представлений у вигляді нечіткої матриці знань, де терми для оцінки змінної будуть мати вигляд: незадовільна, підморожена, ..., добра і т.інше.

Як показано вище, вхідною дугою блоку є проба бурякової стружки, дугою виконавців, блоку, є працівники лабораторії, а управлінням — інструкції для проведення аналізу.

В процесі обговорення блоку "визначення вимог до показників якості соку" аналізується можливість досягти максимальної ефективності роботи дифузійної станції за умови отримання на вході стружки з певними показниками якості. Умова виконання блоку є значення показників якості соку, які доцільно підтримувати на виході з дифузійної станції (цукристість, чистота, кислотність, температура) та втрат цукру в процесі сокодобування (враховані та невраховані).

Ціллю декомпозиції блоку "визначення умов ведення технологічного процесу" є визначення границь обмежень на матеріальні та енергетичні потоки, до яких входять використання ресурсів: формаліну, води (співвідношення стружка — вода), теплоносіїв (встановлення температурного режиму). Вхідною інформацією даного блоку є значення показників якості соку з попереднього блоку. В свою чергу, вихідні значення надходять в блок "визначення обмежень для системи автоматизації".

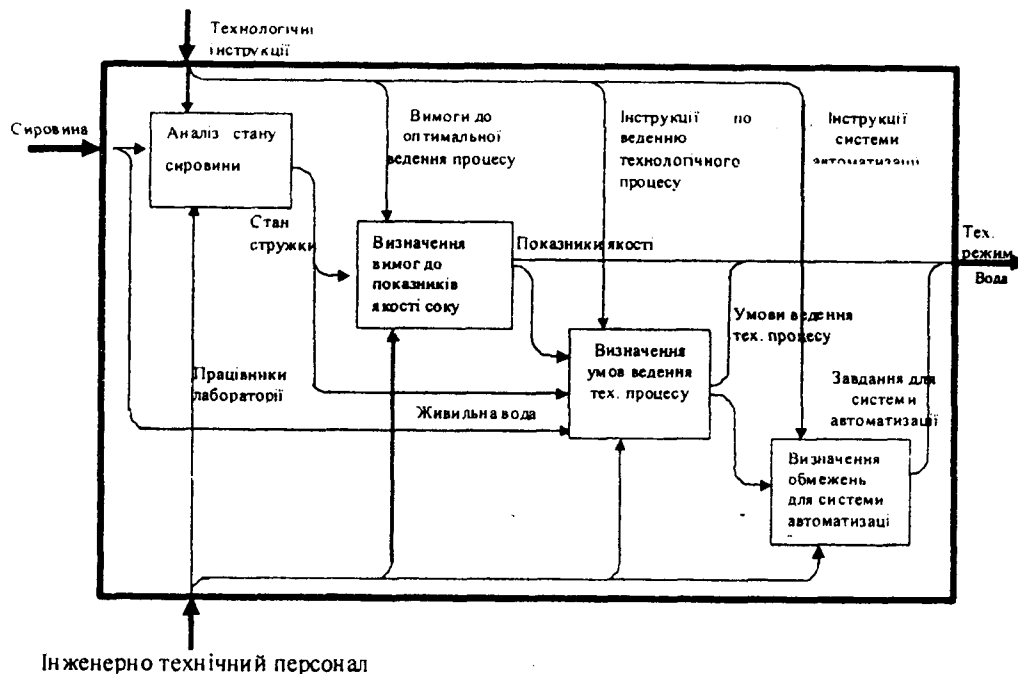


Рис. 2. Модель визначення вимог до технологічного процесу

Для блоку "визначення обмежень для системи автоматизації" збір експертної інформації проводиться для визначення налаштувань системи автоматизації, коефіцієнтів регуляторів необхідних для ведення визначеного технологічного процесу (задані значення: витрат, рівнів, температури, кислотності, частоти обертання трубовалів, навантаження, періодів продувок та подачі антисептика, час дифузії та ошпарювання).

Аналіз наступного блоку SADT-діаграми дифузійної станції (рис.1) проводиться з використанням функціональної моделі для блоку "Ідентифікація відхилень технологічного процесу" (рис 3). Метою даної моделі є ідентифікація можливих відхилень в технологічному процесі та визначення їхнього пріоритету для подальшого прийняття рішень при їх виправленні. Ця функціональна модель представляє собою діаграму, що складається із чотирьох блоків.

Перший блок виконує функцію аналізу вхідної інформації. Результатом виконання даного блоку будуть зібрані експертні дані, які визначатимуть стан технологічного процесу (пуск, зупинка, зміна технологічного процесу чи вихід технологічного параметру чи режиму за допустимі межі). Вхідною інформацією для блоку "аналізу вхідної інформації" є: значення змінних, які надходять з мікропроцесорної системи керування; даних, які вніс оператор дифузійної станції; інформації про ефективність роботи станції та якості вихідного продукту. Управлінням даного блоку являються межі можливих відхилень параметрів, які беруться з бази даних та визначення стану технологічного процесу у порівнянні з правилами, які знаходяться у базі знань.

В процесі обговорення блоку "визначити пріоритет задачі" зібрана експертна інформація стосовно визначення пріоритету виявлених відхилень технологічного процесу та представлення можливих нештатних ситуацій в порядку їх важливості. Для блоку "перевірити ефективність технологічного процесу" умовою виконання буде отримання інформації про кількісні показники роботи дифузійної станції

(продуктивність, переміщення стружки в апараті, завантаження апарату, відбір соку, використання ресурсів). Вхідними даними є значення, які виведені в блоці "аналіз вхідної інформації". Управлінням є інформація про можливі стани технологічного процесу та необхідні умови його ведення. Наступний етап, який відповідає блоку "перевірити показники якості", виконує функцію визначення якості роботи дифузійної станції (вміст цукру, концентрація сухих речовин, якість соку, втрати цукру в жому та невраховані втрати).

Два останні блоки є зворотнім зв'язком, який відповідає за збір комплексних значень роботи станції для подальшого визначення доцільності ведення технологічного процесу за вибраними налаштуваннями та пошук відхилень в роботі станції.

На рис. 4 показана модель блоку "обстежити роботу обладнання". Під час аналізу даного блоку визначено порядок візуального огляду та оцінки роботи дифузійної станції.

Домінуючим блоком даної моделі є блок "оцінити роботу станції". В цей блок надходять (вхідні дуги): значення параметрів процесу та результати функціонування інших блоків даної моделі. Управлінням являються дуги бази даних та бази знань, інформація з яких необхідна для ідентифікації роботи станції. Вихідними дугами (умовою виконання блоку) буде оцінка стану роботи обладнання, інформація доповнення або корекція бази знань, набір даних для яких необхідне уточнення візуальним оглядом роботи оператором.

Для блоків "Візуальна перевірка параметрів", "Оцінити роботу технологічних агрегатів", "Перевірити засоби КВПіА" умовою виконання є результати візуального огляду:

технологічних параметрів: переміщення стружки в оглядовому склі, тракту видалення жому, стан жому на виході з дифузійного апарату (колір, ступінь розварення)

стану апаратів: насосів, виконуючих та стрічкопротяжних механізмів, редукторів;

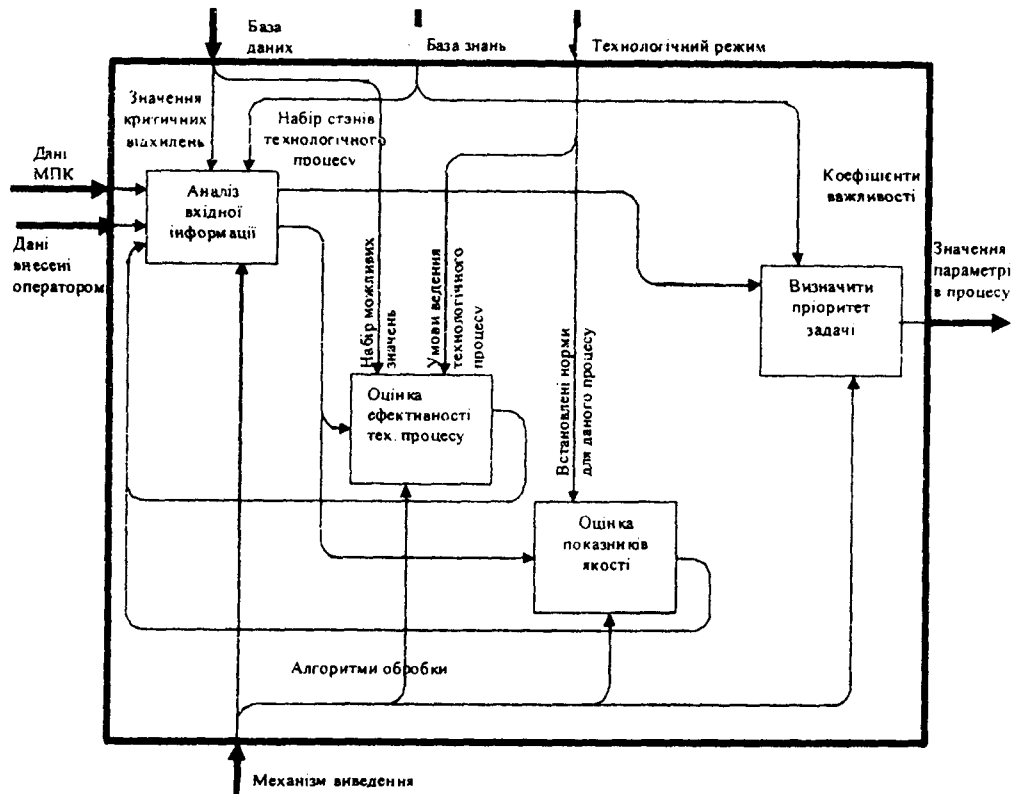


Рис. 3. Модель ідентифікації відхилень технологічного процесу

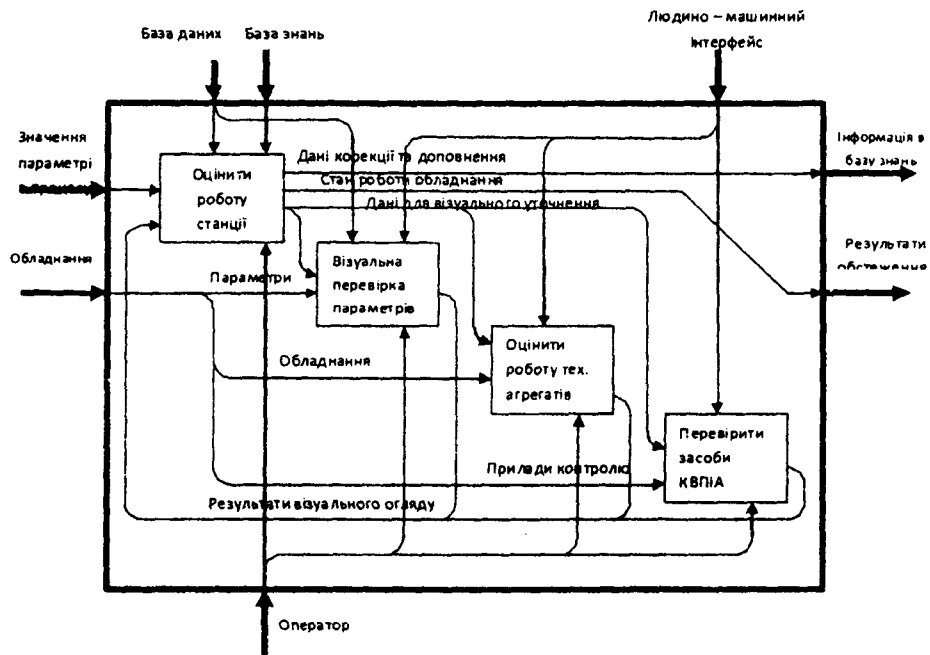


Рис. 4. Модель блоку "Обстежити роботу обладнання"

стану елементів засобів автоматизації: регулюючих органів, приладів розміщених по місцю, пневматичних та електричних виконавчих механізмів.

Для можливості використання лінгвістичних змінних використаний метод побудови функцій належності на основі експертних оцінок для переведення їх в числові.

Кінцевий результат експертного опитування є матриці знань що мають вид тверджень "ЯКЩО, ТО",

з яких сформована база знань. Матриці знань зберігаються в табличному вигляді.

$$\bigcup_{n=1}^n (T=t, n(o_i^1 = o_i^1) \cap (o_i^2 = o_i^2)) \rightarrow T, s, \quad (1)$$

$n = \overline{1, h}, \quad i = \overline{1, 5}, \quad n = \overline{1, 5}, \quad m = \overline{1, 4}, \quad s = \overline{1, 5}$

Матриця знань знань для визначення доцільності зміни температурного режиму

№	Температура в колоні — Т	Колір жому — $O_2^1$	Фізичний стан жому — $O_2^2$	$T_1$
n	$t_1$	$O_2^{11}$	$O_2^{21}$	$T_1^1$
...	...	...	...	...
$n_n$	$t_n$	$O_2^{1n}$	$O_2^{2n}$	$T_1^n$

Де терми відповідатимуть наступним лінгвістичним змінним: для температури в колоні Т мають наступні значення  $t_1$  — низька,  $t_2$  — нижче норми,  $t_3$  — норма,  $t_4$  — вище норми  $t_5$  — висока; для  $O_2^1$  мають такі значення  $O_2^{11}$  — світлий,  $O_2^{12}$  — світло-жовтий,  $O_2^{13}$  — жовто-зелений,  $O_2^{14}$  — зелений,  $O_2^{15}$  — темний; для  $O_2^2$  мають такі значення  $O_2^{21}$  — пружний,  $O_2^{22}$  — недостатньо — пружний,  $O_2^{23}$  — м'який,  $O_2^{24}$  — розварений. При цьому результатом логічного виведення є наступні терми лінгвістичних змінних:  $T_1^1$  — неможливо

зменшувати — необхідно збільшити,  $T_1^2$  — можливо зменшувати — бажано збільшити,  $T_1^3$  — можна збільшувати — можна зменшувати,  $T_1^4$  — можливо збільшити — бажано зменшувати,  $T_1^5$  — неможливо збільшити — необхідно зменшувати.

**Висновок.** Збір та впорядкування експертної інформації за допомогою діаграм структурного аналізу SADT дозволяє досягнути адекватного розуміння експерта та інженера знань в процесі спілкування завдяки використанню графічної мови опису проблемної області.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Марка Д.А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования (SADT): Пер. с англ. — М.: Метатехнология, 1993.
2. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. — М.: Колос, 1998. — 465 с.

Надійшла до редколегії 21.05.07 р.