

*к.т.н. Кишенько В.Д.,
к.т.н. Смітюх Я.В.,
Кофанова Н.В.
(НУХТ, м. Київ, Україна)*

ПОБУДОВА АРХІТЕКТУРИ БАЗИ ЗНАНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БРАГО- РЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ

В статті наведені результати теоретичних досліджень, запропонований метод поєднання фреймової та продукційної моделей подання експертних знань для побудови експертної системи управління браго-ректифікаційною установкою.

Ключові слова: *технологічний об'єкт управління, система управління, модель управління, експертна система, реальний масштаб часу, база знань, нечітка логіка, фрейм, правило – продукція.*

В статье приведены результаты теоретических изысканий, предложен метод объединения фреймовой и продукционной моделей представления экспертных знаний для построения экспертной системы управления браго-ректификационной установкой.

Ключевые слова: *технологический объект управления, система управления, модель управления, экспертная система, реальный масштаб времени, база знаний, нечеткая логика, фрейм, правило – продукция.*

Сучасний стан багаторівневого розвитку наукової, технологічної та інтелектуальної бази спиртового виробництва спонукає до необхідності підвищення рівня автоматизації [1], що полягає в інтелектуалізації автоматизованого управління браго-ректифікаційними установками. Доцільним в такому випадку є створення експертних систем реального часу, що відповідає нормативам науково – дослідної роботи Міністерства освіти і науки України «Створити наукові основи управління біотехнологічними процесами харчових виробництв на основі принципів самоорганізації та адаптації».

Однією з найбільш складних проблем, що виникають при створенні експертних систем реального часу, є перетворення знань про технологічний об'єкт управління та прийнятних способів вирішення пото-

чних ситуаційних питань в раціональну форму для ефективного використання на різних ієрархічних рівнях управління.

На перше місце постає фундаментальна побудова бази знань експертної системи браго-ректифікаційною установкою реального часу. Поняття «реального часу» означає, що в систему надходять дані, які потім оброблюються в чітко зазначені моменти часу. В [2] автор зазначає, що серцевину експертної системи складає база знань, що накопичується в процесі її побудови. Експертні знання мають бути поданими в явному вигляді і є організованими таким чином, щоб спростити процес прийняття рішень.

Розглянувши традиційні методи представлення експертних знань, – логічний, семантичні сітки, фрейми, продукційні системи, звернемо увагу на їхні позитивні та негативні властивості на предмет побудови бази знань..

Представлення знань у вигляді так званої логіки предикатів набуло широкого розповсюдження через високий рівень модульності знань, ефективний формалізований апарат виведення знань на основі резолюцій [3]. Але рамки описових можливостей предикатів визначаються синтаксичними правилами, що є надзвичайно простими на відміну від синтаксичних правил інших природних лексем. Саме таке спрощення поряд із відсутністю винятків, виникаючими ускладненнями прочитання логічних описів, низькою продуктивністю обробки знань є суттєвим недоліком. Тому для створення інтерактивних високотехнологічних систем цей спосіб не є актуальним.

Представлення знань у вигляді семантичних мереж набуває останнім часом широкого розповсюдження. Семантичні сітки – спосіб подання знань при побудові бази знань, що характеризується наочністю знань як системи. Кожне окреме знання розглядається як деяке відношення між суттєвостями та поняттями. Формально, як і в продукційних системах, визначені заздалегідь і вже існуючі всередині системи знання можна нарощувати незалежно від зберігання їх модульності [4]. Визначною особливістю семантичних мереж, яка поряд із цим є також її недоліком, є цілісність системи, яка базуватиметься на основі семантичних мереж. Саме цей недолік і не дозволяє при побудові експертної системи розділити базу знань і механізм виведення [3].

Фреймове подання знань, як зазначається в джерелі [4], може використовуватися практично в усіх підсистемах умовної інтелектуальної системи підтримки рішень.

Фрейм - це мінімальна структура інформації, що є необхідною для подання класу об'єктів, явищ або процесів. Фрейм представляє собою декларативно-процедурну структуру:

$$\{n, (v_1, q_1, p_1), \dots, (v_n, q_n, p_n)\}, \quad (1)$$

де n_i - ім'я фрейму;

v_1 - ім'я слоту;

q_1 - значення слоту;

p_1 - процедура.

Організація бази знань за допомогою фреймів поєднує у собі перевагу декомпозиції та взаємодії, включення в якості нотаток слотам вказівок та очікувань, а також зручності описування проблемно-орієнтованих систем.

Але через складність використання внаслідок процедурної організації, фрейми перевантажують систему, що ускладнює процес здобуття знань, збіднюються можливості динамічної адаптації фреймової системи до змін зовнішнього середовища, ускладнюється проблема узгодження міжфреймових співвідношень. Все це обмежує їх використання [3].

Перевага представлення знань про предметну область у вигляді правил (продукційна модель) полягає по-перше, в тому, що здебільш громіздка частина бази знань про предметну область та об'єкт управління може бути записаною у вигляді правил: «ЯКЩО...ТО...», ліва частина яких {передумова} охоплює в собі множину ситуацій, права {висновок} – множину відповідних дій. По-друге, системи продукцій є модульними, і вилучення або додавання продукцій, як правило, не призводить до небажаних змін решти продукцій. Завдяки наявності в продукціях вказівників, що позначають сферу використання продукцій [4], скорочується час реалізації пошуку необхідного джерела інформації, що раціоналізує пам'ять.

Враховуючи переваги та недоліки різних моделей представлення експертних знань про предметну область та її властивості, [5] літературне джерело наголошує: в сучасних дослідженнях в галузі штучного інтелекту перевага надається поєднанню найліпших якостей різних моделей подання знань в новому, змішаному вигляді.

Щоб уникнути недоліків при використанні продукцій, а саме: ускладнень додавання нових продукцій при перевантаженні бази знань правилами та додаткових труднощів перевірки коректності роботи експертної системи через недетермінованість, тобто неоднозначність вибору використаної продукції, розроблена архітектура бази знань, що поєднує в собі композицію правил та фреймів.

Влучне поєднання при побудові бази знань фреймової і продукційної моделей представлення експертних знань надає можливість ура-

хування основних властивостей такого складного об'єкта управління, як браго-ректифікаційна установка (БРУ), що характеризується невизначеністю, нелінійністю, нестационарністю та багатозв'язністю. Саме така архітектура бази знань використана авторами при створенні експертної системи управління браго-ректифікаційною установкою (БРУ).

{T (режим реального часу)= _____год . _____хв. _____сек .}

Фрейм :		
N (ім'я фрейму)	<u>Еньюраційна колона(ЕК)</u>	
v1(ім'я слоту)	Дефлегматор	q1(значення показників)
v2	Конденсатор	q2
...	
vK	qK



Правило :

ЯКЩО.....-(ситуації)
&.....
&.....
&.....
ТО.....-(рекомендації)



Фрейм :		
N (ім'я фрейму)	<u>Динамічні характеристикиЕК</u>	
v1(ім'я слоту)	Витрата пари	q1(значення)
v2	Температура	q2
...	
vK	qK

Рисунок 1 - Фрагмент застосування архітектури фрейм-правило в базі знань БРУ (браго-ректифікаційної установки)

База знань експертної системи управління браго-ректифікаційною установкою вміщує в собі знання про технологічний об'єкт управління різного ступеню деталізації. Авторами запропонована декомпозиція об'єктів управління, що відповідає наступним ступеням ієрархії знань: 1) структурна ; 2) функціональна ; 3) причинно – наслідкова.

Основу бази знань про предметну область браго-ректифікаційної установки складають моделі управління, що визначають в кожний мо-

мент часу хід виробничого процесу. Поточна модель управління може бути поданою у вигляді наступного кортежу даних :

$$M(t) = \langle P, T, S, V, W \rangle, \quad (2)$$

де t - поточний час;

P – тип математичної моделі;

T - інтервал існування та розвитку виробничих ситуацій;

S - множина станів технологічного комплексу;

V – множина визначаючих умов використання моделі;

W – множина цілей управління.

Управління технологічними комплексами за допомогою експертної системи є реалізованим шляхом надання порад оператору, впливу на систему управління нижчих рівней або безпосередньо на виконавчі пристрої.

Основними перевагами розробленої фреймово-продукційної структури бази знань є простота й наочність управління базою знань. Завдяки розробленій архітектурі на основі правил та фреймів бази знань експертної системи спрощується проблема реалізації пояснень з приводу інтерактивного функціонування системи та обраних нею внаслідок проведеного змістовного динамічного аналізу ситуацій та обрання керуючих рішень і відповідей у вигляді порад оператору. База знань реалізується на основі нечіткого представлення знань.

На рисунку 2 наведений інтерфейс користувача створеної експертної системи управління браго-ректифікаційною установкою, побудованої з використанням представленої архітектури бази знань на основі поєднання продукційної та фреймової структур в якості інтелектуальної підсистеми управління БРУ.

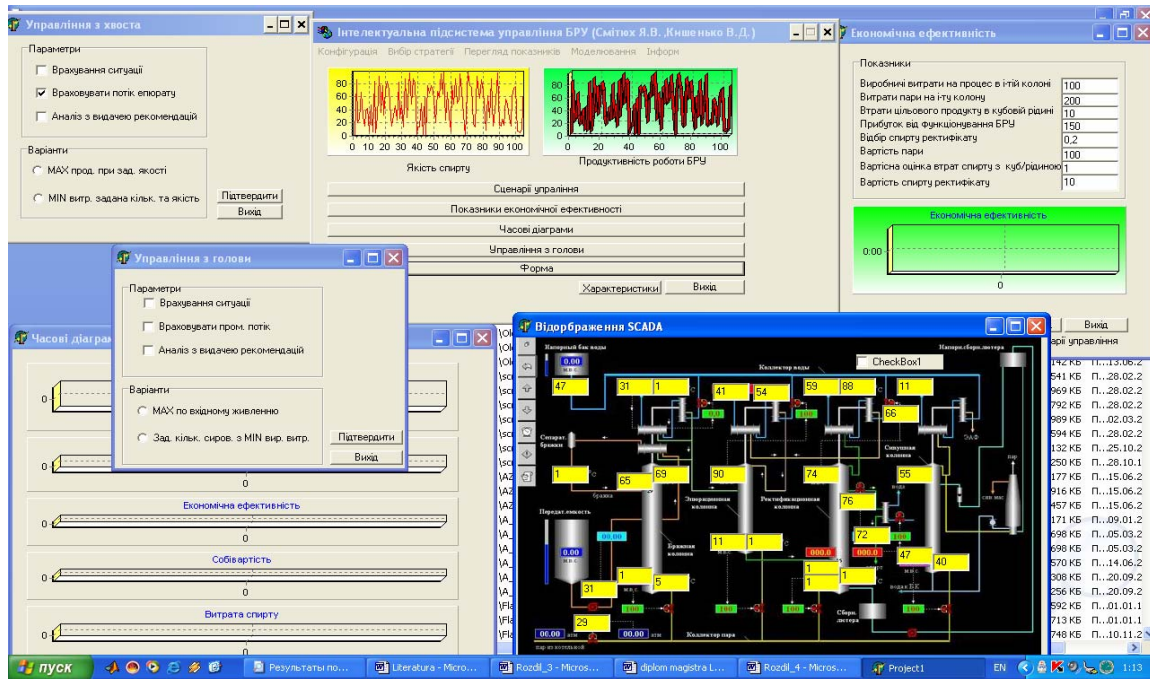


Рисунок 2 - Інтерфейс інтелектуальної підсистеми управління БРУ

Метод побудови бази знань є реалізованим для створення концептуальної моделі інтегрованої експертної системи управління брагоректифікаційною установкою в якості порадочої підсистеми інтелектуальної підтримки прийняття технологічних рішень в галузях харчової, хімічної, нафтапереробної, спиртової промисловостей та в фармакології.

Бібліографічний список

1. Мандельштей М.Л. Численное решение одной задачи статической оптимизации процесса бинарной ректификации / МЛ Мандельштей, Л.А. Аксельрод. - Киев, 1973. - С.69-77.- (В кн...: системный анализ и алгоритмизация производственных процессов).
2. Дональд Е. Уотермен. Руководство по экспертным системам : пер.с англ. / Дональд Е. Уотермен. - М.: Мир, 1989.- 388с.: ил.
3. Ездаков А.Л. Экспертные системы САПР: учебное пособие. / Ездаков А.Л. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. - 160 с.: ил.- (Высшее образование).
4. Ямпольський Л.С. Штучний інтелект у плануванні та управлінні виробництвом: підручник / Ямпольський Л.С. , Лавров О.А. – К. : Вища шк., 1995. - 255 с. : іл..
5. Джордж Ф. Люгер. Искусственный интеллект : стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание. : пер. с англ./ Джордж Ф. Люгер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 864 с.: ил. – (Парал. тит. Англ.).

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Заблудским Н.Н.