

УКООПСШЛКА
Полтавський кооперативний
інститут

*Підприємства і цехи малої потужності
для переробки сільськогосподарської
сировини: ефективність і особливості
організації*

Матеріали науково-практичної конференції
27-28 листопада 1997 року



ПОЛТАВА
1998 рік

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

А.П.Ладанюк, В.Д.Кишенько, Н.В.Кофанова,
І.І.Пархоменко,
Український державний університет харчових
технологій

Сучасні промислові підприємства харчової промисловості характеризуються багатозначністю структур, різною природою елементів, складністю зв'язків між елементами, динамічністю і стохастичним характером виробничих процесів, багатокритеріальністю функціонування.

Вищеприведені ознаки дозволяють розглядати підприємства харчової промисловості як складний технологічний комплекс (ТК), що включає об'єкт управління у вигляді матеріально-виробничої підсистеми і інформаційно-управляючої підсистеми. Обидві підсистеми з'єднані між собою каналами передачі інформації і утворюють цілісну систему, що виконує визначені функції для забезпечення процесу виробництва. Харчові виробництва відрізняються від інших хіміко-технологічних виробництв характером складу і властивостей сировини, їх лабільністю, багатокomпонентністю напівфабрикатів, високими

специфічними вимогами до готової продукції як харчового продукту, є складним переплетінням явищ різної природи (механічних, колоїдних, фізичних, масообмінних, біохімічних, мікробіологічних і т.і.), характеризуються недостатнім розвитком теорії технологічних процесів, мають високий рівень невизначеності.

При управлінні підприємством можна виділити два рівня управління: технологічний і організаційно-економічний. У свою чергу технологічний рівень передбачає управління технологічним процесом (агрегатом) та виробництвом (комплексом) шляхом забезпечення заданих технологічних режимів на всіх ділянках виробництва. Організаційно-економічне управління дозволяє отримати ефективні результати господарської діяльності шляхом прийняття різних рішень по управлінню (диспетчеризація матеріальних потоків, оптимальне планування виробництва, матеріально-технічне забезпечення, тощо). об'єктом досліджень є рівень технологічного управління. Управління технологічними процесами здійснюється в результаті безпосередньої взаємодії в реальному масштабі часу інформаційних і матеріально-енергетичних процесів між технологічним об'єктом управління (ТОУ) (агрегати, виробничі ділянки, виробничі процеси всього підприємства в цілому) і системою управління, які сумісно утворюють автоматизований технологічний комплекс (АТК). АТК будуються як багаторівневі ієрархічні системи, причому вони являють собою комбінацію двох структурних систем управління: перша – зв'язана з просторовою (горизонтальною) декомпозицією шляхом врахування особливостей слабких зв'язків між підсистемами АТК; друга – з вертикальною декомпозицією задач, що вирішуються системою управління (стабілізація, оптимізація, координація).

Складні АТК неможливо представити однією моделлю – необхідна ієрархія моделей, що відрізняються по рівню представлення (система в цілому, підсистеми, окремі елементи), від мети використання, характеру змінювання координат об'єкта, способу побудови, пристосованості і т.і. розвиток і функціонування АТК на сучасному етапі неможливе без врахування невизначеності, що пронизує всі сфери управління ТК (зовнішнє середовище, внутрішні властивості, цілі). У відповідності з класифікацією невизначеностей в системах управління реального часу проявляються всі джерела невизначеностей (невідомість, неповнота, недостовірність, випадковість, неточність, багатозначність). У процесі функціонування системи управління ці невизначеності долаються оперативним персоналом або системою управління на основі нових знань про об'єкт і систему управління, постійного аналізу і передбачення ходу процесу управління, досвіду інтуїції і високої професійної підготовки. Але потрібно врахувати те, що усунення невизначеності і прийняття рішень по управлінню є результатом мислення оператора з усіма його суб'єктивними представленнями, судженнями і емоціями, що частіше всього приводить до менш ефективного результату. Потрібні системи, що орієнтовані на базі знань з інтелектуальною підсистемою підтримки прийняття рішень. Причому база знань повинна бути отримана на основі колективних знань спеціалістів проблемної області (експертів), що дозволить виключити суб'єктивізм і підвищити науковість знань, основними критеріями якої є: внутрішня узгодженість і несуперечливість, системність, об'єктивність, історизм. Практичні ситуації, в яких приходиться приймати рішення, настільки багатозначні і різнохарактерні, що вимагають застосування різних методів для обґрунтування рішень по управлінню.

Математичне формулювання задач в умовах невизначеності, як правило, далеко не тривіальне і потребує особливої уваги.

Задача прийняття рішення в загальному випадку може бути охарактеризована таким кортежем:

$\langle X, Y, S, T \rangle$,

де: X – множина альтернатив;
 Y – середовище задачі прийняття рішень;
 S – система віддання переваг особи, що приймає рішення (ОПР).

Потрібно виконати деякі дії T над множиною альтернатив X : знайти найбільш сприйнятну альтернативу. При формуванні задачі прийняття рішення відбувається відображення реальної задачі на деяку формалізовану мову, а в загальному випадку – на професійну мову ОПР. Частіше однозначне відображення об'єктів моделі управління об'єктом, обмежуючи можливість одночасного врахування різних умов і критеріїв управління, що нерідко є суперечливим один одному. Побудова однозначної функції вимагає приводити ці точки зору до “спільного знаменника”, що вносить у визначення правил функціонування моделі відтінок волонтаризму. Проте, як показує практика управління складноформалізованими процесами, суб'єктивне сприйняття ситуацій, що виникають на об'єкті управління, не тільки знижує якість управління, але, навпаки, підвищує гнучкість, збільшуючи стійкість до різного роду збурюючих факторів. З іншої сторони, бажано враховувати всі без винятку умови, що впливають на вибір правильного рішення в конкретній ситуації. В цих випадках використовуються приблизні знання експертів, якими вони користуються в процесі прийняття рішень. Використання нечітких словесних понять, якими оперують ОПР, дозволяє розглядати якісні описи і враховувати невизначеність задачі прийняття

рішень, досягти повного опису всіх факторів, що відносяться до даної задачі і не піддаються точній кількісній оцінці.

Обробка нечіткої інформації в задачах прийняття рішень та управління забезпечується застосуванням лінгвістичного підходу. В рамках лінгвістичного підходу значення змінних виражаються не тільки числами, але й словами і реченнями звичайної мови, а апаратом їх формалізації є теорія нечітких множин.

Формалізація нечітких понять і відношень професіональної мови ОПР забезпечується введенням понять нечіткої і лінгвістичної змінних, нечітких множин та відношень. Перші два забезпечують перехід від словесних описів задач прийняття рішень до числових, другі два – є засобом числового представлення нечітких понять та відношень.

Нечіткою множиною A на множині U є сукупність пар

$$A = \{ \langle \mu_A(u), u \rangle \},$$

де $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ – відображення множини U в одиничний відрізок $[0, 1]$, що називається функцією належності нечіткої множини A .

Нечітким відношенням R на множині $U \times V$ називається сукупність пар

$$R = U \times V \quad \mu_R(u, v) / (u, v)$$

$$(u, v) \in U \times V$$

де $V = \{v\}$ – друга множина; $\mu_R: U \times V \rightarrow [0, 1]$ – функція належності нечіткого відношення.

Нечітка змінна визначається кортежем $\langle \alpha, U, A \rangle$,

де: α – назва змінної;

$U = \{u\}$ – область її визначення;

$A = \mu_u / u$ – нечітка множина на U , що визначає

$$u \in U$$

обмеження на можливі числові значення нечіткої змінної α .

Лінгвістична змінна визначається кортежем

$$\langle \beta, T, U, G, M \rangle,$$

де: β - назва лінгвістичної змінної;

T - множина її значень чи термінів, що представляють собою назви нечітких змінних, областю визначення кожної із яких є множина U . Множину T називають базовою термножиною лінгвістичної змінної;

G - синтаксична процедура, що описує процес утворення із множини T нових для даної задачі прийняття рішень значень лінгвістичної змінної;

M - семантична процедура, що дозволяє приписати кожному новому значенню, що утворюється процедурою G , деяку семантику (зміст).

Розглянемо приклад лінгвістичної змінної. Хай оцінюється міцність бражки, що поступає на брагоректифікаційну установку, за допомогою понять "мала", "невелика", "середня", "велика". Міцність бражки змінюється в межах від 6,0 до 8,0% етанолу. Формалізація такого опису може бути проведена за допомогою лінгвістичної змінної

$$\langle \text{"Міцність"}, T, [6,0; 8,0] \rangle,$$

де: $T = \{\text{"мала"}, \text{"невелика"}, \text{"середня"}, \text{"висока"}\}$.
Значення лінгвістичної змінної "міцність" із термножини T описується нечіткими змінними у відповідності з назвами і обмеженнями на можливі значення. Наприклад, значення "мала" здається нечіткою змінною

$$\langle \text{"мала"}, [6,0; 8,0], X \rangle,$$

де нечітка множина може бути такою:

$$X = \{ \langle 1/6, 0 \rangle, \langle 0, 8/6, 4 \rangle, \langle 0, 6/6, 6 \rangle, \langle 0, 2/6, 8 \rangle \}.$$

Лінгвістична змінна "якість" може задаватися в одиницях шкали якості від 0 до 10 одиниць

(\langle “якість”, T , $[0,10]$ \rangle),

де $T = \{$ “дуже низька”, “майже низька”, “низька”, “трішки краща чим низька”, “майже середня”, “трішки краща, чим середня”, “майже висока”, “висока”, “трішки краща, чим висока”, “найвища” $\}$.

В сучасних АСУ реального часу в типових ситуаціях, в режимі нормального функціонування об'єктів, управління здійснюється автоматично. Оператор у цьому випадку здійснює безперервний контроль за процесами в системі управління і активно підключається в процес управління тільки при виникненні так званих проблемних (конфліктних) ситуацій. В подальшому під проблемною ситуацією будемо розуміти таку, яка виникає в процесі управління при розузгодженні дійсного і потрібного стану системи і зв'язана з необхідністю вибору ОПР конкретної альтернативи управління при наявності інформації про стан об'єкта і системи управління, критеріїв, правил рішення, системи надання переваг. На відміну від конфліктної (проблемної) ситуації, поточна ситуація – це сукупність відомостей про стан об'єкта управління і його функціонування в даний момент часу. Повна ситуація складається із поточної ситуації, знань про стан системи управління в даний момент і знань про технологію управління. Позначимо повну ситуацію через S_i (i – номер ситуації). Хай в розпорядженні системи управління маємо n різних способів дії на об'єкт управління (однокрокових рішень) U_k (k – номер дії). Елементарний акт управління можна представити в такому вигляді:

$$S_i: Q_j \xRightarrow{U_k} Q_i$$

Зміст цього відношення полягає в наступному: якщо на об'єкті управління склалась ситуація Q_j і стан системи управління та схема управління, що визначається як S_i , допускає використання дії U_k , то ця дія виконується, і

поточна ситуація перетворюється в нову ситуацію Q_j . Такі правила називаються логіко-трансформаційними правилами (ЛТП). Повний список ЛТП задає можливості системи управління по впливу на процеси, що протікають в об'єкті. У цьому випадку прийняття рішень може здійснюватись за допомогою "таблиці рішень", яка вказує на відповідність між відповідними ситуаціями і деяким набором рішень по управлінню. Розмір таблиці визначається числом ситуацій, які, в свою чергу, залежать від ступені конкретизації значень ознак – відмінних рис об'єкта управління. Якщо p -число ознак, m_i – число значень ознаки $y_i \in Y$ ($i \in I = \{1, 2, \dots, p\}$), то число можливих ситуацій не перевищує $m_1 \times m_2 \dots \times m_p$.

Проблема розробки систем управління з інтелектуальними підсистемами підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності потребує застосування теорії і методів сучасних інформаційних технологій, в в тому числі створення інтегрованих автоматизованих систем на основі інформаційно-обчислюваних мереж, інтелектуальних автоматизованих робочих місць (АРМ) технологів, а також нечітких баз знань. Система являє собою двохрівневий інтегрований комплекс, який складається із диспетчерської експортної підсистеми інтелектуальної підтримки рішень і АСУТП основними технологічними процесами спиртового виробництва на основі інформаційно-обчислювальних мереж АРМ верхніх рівнів з єдиними базами даних, знань і локальних регуляторів у рамках АСУТП. Кожний рівень управління і прийняття рішень визначається відповідним управлінням:

$T_i = \langle X_i, R_{1i}, I_{1i} \rangle$ - для i -го технологічного рівня

$D_j = \langle X_j^2, R_{2j}, I_{2j} \rangle$ - для 2-го диспетчерського рівня,

де: $\{X_i^1, i=1, t\}$,

$\{X_j^2, j=1, d\}$ – відповідні множини альтернатив (варіантів рішень);

$\{R_{1ij}\}, \{R_{2ij}\}$ - відповідні відношення на множинах;
 X_1, X_2 ;
 $\bar{I}_1 = \{I_{1ij}\}$,
 $\bar{I}_2 = \{I_{2ij}\}$ - відповідні сукупності критеріїв, причому
 $\bar{I}_1 \subset \bar{I}_2$.

При такій математичній постановці в умовах невизначеності неможливо отримати єдиний оптимальний варіант. Можна виявити лише множину, "зону" раціональних рішень, а остаточний вибір повинен виконуватись неформальним шляхом на основі досвіду диспетчера або за допомогою формалізованих прийомів з використанням теорії нечітких множин та ситуацій. В цьому випадку враховуються нечіткі відношення для типових чи передбачуваних імовірних ситуацій в об'єкті управління. У випадку появи нової ситуації, відмінної від типової, необхідно оцінити ступінь їх схожості, а потім за допомогою нечітких логічних правил вибрати рішення по управлінню. Розпізнавання нової ситуації здійснюється на основі нечіткої множини станів середовища Y , яка має підмножини X (можливі альтернативи) і підмножину обмежень C .

$$\mu_x(y) = \min(\mu_1(y), \mu_c(y)), y \in Y,$$

де: $\mu_x(y)$ - функція належності рішень від параметра y ;

$\mu_1(y)$ - функція належності нечіткій множині цілей;

$\mu_c(y)$ - функція належності обмежень на рішення задачі.

Таким чином, розв'язання проблеми управління ТК на основі прийняття рішень в умовах невизначеності заключається в послідовному вирішенні таких задач:

- визначення стану об'єкта і середовища управління (задача спостереження ситуацій);

- віднесення кожного із станів до одного із заданих видів станів (задача класифікації (розпізнавання) ситуацій);

- пошук рішень у відповідності з цілями в кожному класі ситуацій (задача формування стратегій (альтернатив));
- визначення досягнення цілей управління при реалізації управляючих рішень (задача визначення можливих результатів);
- оцінка якості рішень при їх реалізації на об'єкт управління (задача обґрунтування рішень);
- звуження множини управляючих дій (альтернатив) (задача синтезу рішень);
- реалізація рішень по управлінню (задача реалізації рішень).

Крім цих задач, система підтримки рішень повинна вирішувати такі ще задачі:

- наповнення бази даних та знань новими елементами та знаннями про предметну область, способи розпізнавання ситуацій, пошуку альтернатив, їх оцінка, тощо (задача навчання);
- підтримка роботи системи, управління базами даних та знань;
- забезпечення спілкування системи з користувачами.