

УДК 681.518.5

Р.О.Бойко, доц., канд. техн. наук, Л.Г. Загоровська, доц., канд. техн. наук, М.В.Гладка, ст. викл.

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## Когнітивні агенти в системах автоматизації технологічних об'єктів сільськогосподарського призначення

В статті наведено результати використання багатоагентних систем, в яких реалізуються методи розподіленого управління та процедури координації для підсистем технологічного комплексу неперервного типу. Наведено дві структури, які реалізуються в нейромережевих структурах.

**когнітивний агент, система автоматизації, технологічний комплекс, координація, задачі керування**

Р.О. Бойко, доц., канд. техн. наук, Л.Г. Загоровская, доц., канд. техн. наук, М.В. Гладкая, ст. препод.

*Національний університет пищевых технологий, г. Киев*

**Когнитивные агенты в системах автоматизации технологических объектов сельскохозяйственного назначения**

В статье приведены результаты использования многоагентных систем, в которых реализуются методы распределенного управления и процедуры координации для подсистем комплекса непрерывного типа. Приведены две структуры, которые реализуются в нейросетевых структурах.

**когнитивный агент, система автоматизации, технологический комплекс, координация, задачи управления**

**Вступ.** В багатоагентних системах можуть використовуватись задачі розподіленої обробки інформації для управління технологічними комплексами та установками сільськогосподарського призначення. Окремі агенти та їх об'єднання повинні мати когнітивні властивості та здатність до самонавчання, що забезпечується їх реалізацією на концепціях нейромережевого та когнітивного управління.

В такій постановці когнітивний агент – автономна адаптивна система мережевої структури, яка виконує керування кількома зв'язаними процесами однієї установки, а когнітивність означає здатність агента формувати поведінку, яка дозволяє йому раціонально реагувати навіть на непередбачувану ситуацію, яка визначається поточними значеннями змінних процесу та зовнішнього середовища.

**Методика дослідження.** В типових задачах відомі:

- регульовані змінні процесу  $\{x_1, x_2, \dots, x_n, t\}$ ;
- компоненти поведінки (вузли мережі)  $\{B_1, B_2, \dots, B_m\}$ ;
- структурні зв'язки між вузлами мережі  $[C_{ij}]_{N \times N}$ .

Необхідно:

- оптимізувати перехідні процеси при регулюванні змінних за критерієм якості:

$$J = \int_0^{\infty} (a_1 |e(t)| + a_2 x^2(t)) dt + a_3 t_n, \quad (1)$$

де  $e(t)$  – похибка регулювання;  $x(t)$  – перехідний процес;

$t_n$  – час перехідного процесу;

$a_i$  – вагові коефіцієнти,  $i = \overline{1,3}$ ;

– оптимізувати взаємодію між компонентами поведінки  $\{B_1, B_2 \dots B_m\}$  за критерієм ймовірності активації найкращого компонента поведінки в поточній ситуації за рахунок визначення необхідних параметрів зв'язків між вузлами  $[C_{ij}]_{N \times N}^*$ . Структура багатоагентної системи буде такою (рис.1), де відображено взаємозв'язані агенти  $\{Ag_1, Ag_2 \dots Ag_n\}$ , середовище (множина керованих об'єктів)  $\{CO_1, CO_2 \dots CO_n\}$ , якому може відповідати множина станів  $S = \{S_1, S_2 \dots S_n\}$ . Тоді вводиться множина дій групи  $\alpha A_i = \{a_{1i}, a_{2i} \dots a_{ni}\}$  – дії  $i$ -го агента в різних станах.

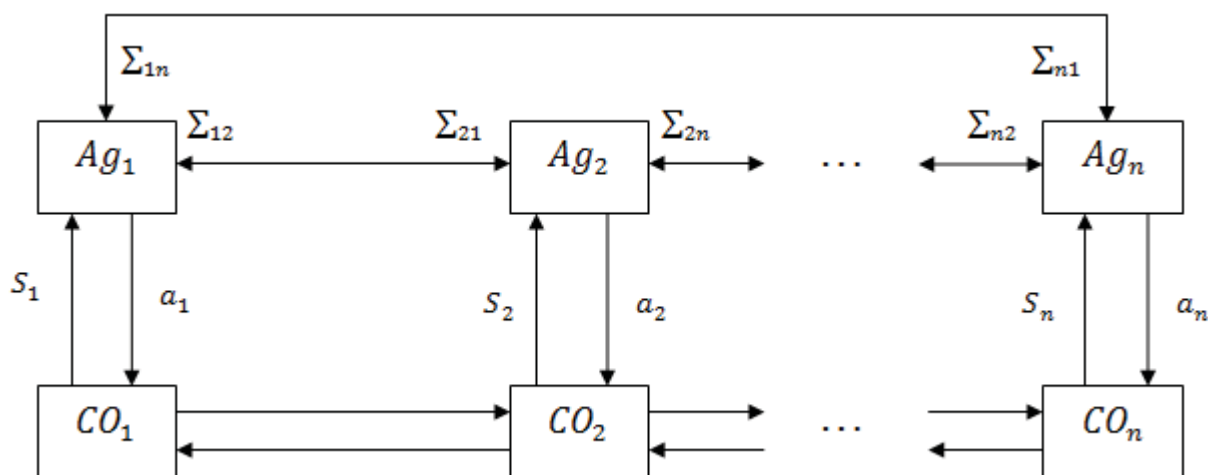


Рисунок 1 – Структура та параметри багатоагентної системи

Використовуючи термінологію багатоагентних систем та можливість інтенсивного обміну інформацією, вводиться множина можливих повідомлень від агентів  $\Sigma = \prod_i \Sigma_i$ , де  $\Sigma_i$  – множина повідомлень  $i$ -го агента з урахуванням обмежень на ресурси в стані  $S$ . Існує також  $B = \prod B_i$ ,  $B_i$  – множина внутрішніх ментальних станів групи агентів (переконань), компонентами якої  $B_i = \{b_i^t\}$  є переконання  $i$ -го агента в момент часу  $t$ , який отримано із серії спостережень та комунікаційних повідомлень до моменту  $t$ .

Використовується функція  $R : S \times A \times \Sigma \rightarrow R$  для оцінки дій на множині станів та дій в комунікаційній групі. Приймається, що поведінка системи характеризується «політикою»  $\pi : S \rightarrow A$ , як відображення станів у дії для всіх агентів, які входять у групу.

Задача формується таким чином. Відомі множини:

- дій агентів у групі  $\alpha$ ,  $A = \{A_1, A_2 \dots A_\alpha\}$ ;
- можливих повідомлень при спілкуванні між агентами  $\Sigma$ ;
- обмежень на використання ресурсів  $T(S)$ .

Необхідно організувати управління колективною роботою агентів в умовах обмежених ресурсів, наприклад, часу на прийняття рішень, тобто визначити найкращу політику агентів  $\pi^*$ . Для розв'язання такої задачі необхідно визначити також політику дій  $\pi_n : B_i \rightarrow A$  та координації  $\pi_\Sigma : B_i \rightarrow \Sigma_i$ . Можна визначити об'єднання політик

$\pi_n$  та  $\pi_\Sigma$  як комбіновані політики всіх агентів у групі  $\alpha$ . Тоді політика в цілому  $\pi_i$  є парою  $\langle \pi_n, \pi_\Sigma \rangle$ , а комбінована політика є парою  $\langle \pi_A, \pi_\Sigma \rangle$ . Нарешті оптимальна політика визначається за виразом:

$$\pi^* = \arg \max_{(\pi_i)} E\left(\sum_{i=0}^{\infty} R^i / \pi_A, \pi_\Sigma\right) \quad (2)$$

за умови, що час пошуку  $\pi^*(S) \leq \tau_s \in T(S)$ .

**Результати та висновки.** Для технологічних комплексів системи автоматизації є розподіленими зі складною ієрархічною структурою та різними функціями на різних рівнях ієрархії. Для реалізації багатоагентного підходу необхідно мати повні бази даних та відповідні бази знань, а агенти на різних рівнях ієрархії будуть мати різні архітектури (гетерогенні агенти). Такі агенти мають трьохрівневу структуру: верхній рівень відповідає за взаємодію між агентами (підсистемами), нижній – за жорсткі режими управління в реальному часі.

Задача координації підсистем технологічного комплексу є ефективною, а застосування когнітивних агентів реалізується на основі сучасних інформаційних технологій. Відомі когнітивні архітектури засновані на: теорії свідомості Бара (поведінкової мережі), загальній теорії пізнання (ACT, Soar), теорії практичного висновку (ВД7) та когнітивних взаємодій (CLARION). Останні дві є найбільш ефективними для побудови когнітивних агентів інформаційно-вимірювальних та керуючих систем.

На основі існуючих підходів до управління складними динамічними об'єктами (технологічними підсистемами, установками) одиничний когнітивний агент може бути дворівневим, де на нижньому рівні знаходяться агенти-контролери для управління технологічними процесами та зв'язані між собою мережевою структурою. Агенти-контролери з використанням сучасних технічних засобів можуть бути інтелектуальними (з використанням баз знань) або когнітивними, коли в них використовуються спеціальні засоби, які надають їм когнітивні властивості, наприклад, нейромережеві структури. Верхнім рівнем когнітивного агента є координатор, який узгоджує роботу агентів-контролерів (розподіляє ресурси, формує сигнали кооперації). Для цього координатору потрібні набори інтелектуальних правил або поведінкові (подійні) адаптивні мережі.

Для технологічної установки на нижньому рівні функціонують адаптивні ПД-регулятори, а верхній рівень може реалізуватись на штучних локальних мережах для координації кількох регуляторів. Для визначення параметрів ПД-регуляторів використовуються різні методи, наприклад, генетичні алгоритми [1].

Можлива організація багатоагентної системи для управління технологічним об'єктом, коли агент повинен мати можливість та засоби отримання інформації та впливу на зовнішнє середовище у відповідності до реакції на певну ситуацію. Так для технологічного комплексу описуються ситуації у вигляді наборів технологічних змінних та виконується їх порівняння з еталонними ситуаціями. Для досягнення мети кожної з підсистем організується комунікаційний зв'язок через координатор. Особливістю роботи агента є необхідність реакції на непередбачувані ситуації.

Для двох агентів-контролерів (рис.2), які є інтелектуальними та формують рішення на основі баз даних та знань, можуть функціонувати когнітивні агенти на основі, наприклад, нейромережевої структури, а координатор повинен мати свої бази даних та знань для організації кооперативної роботи агентів-контролерів [2].

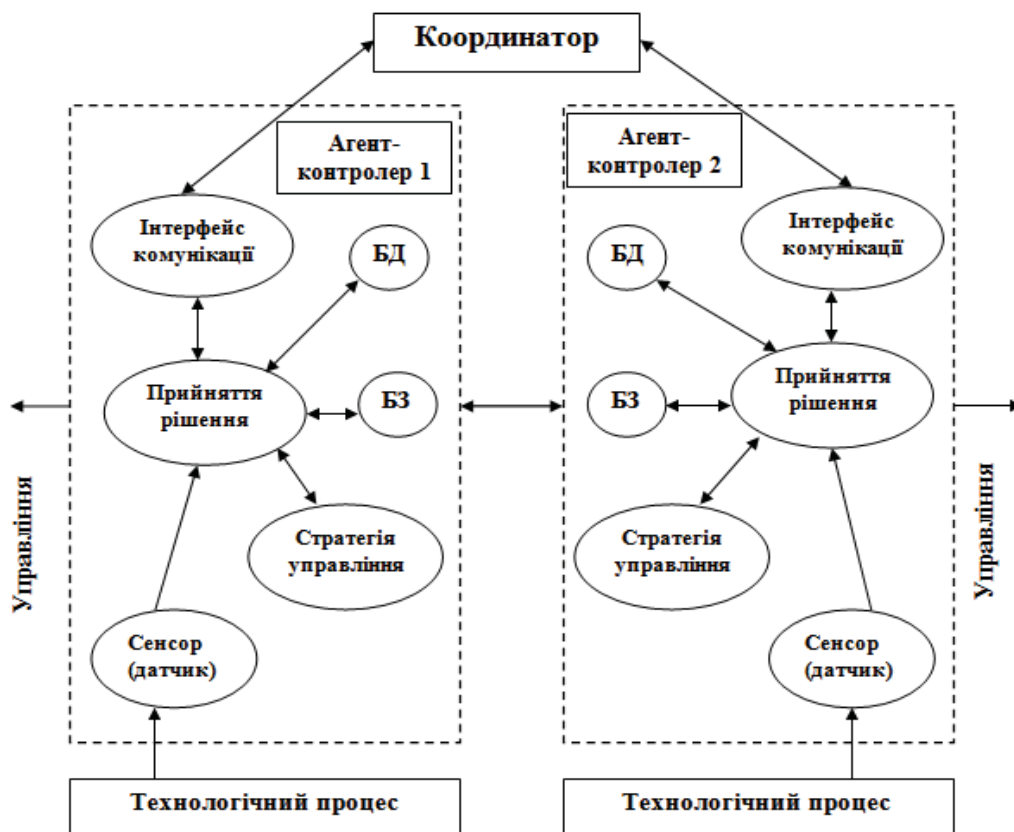


Рисунок 2 – Структура когнітивного агента технологічного комплексу

Організація поведінки когнітивного агента формально представляється відношенням включення функцій *insf* (*insert of function*):

$$CA_B = insf (M, F, P) \quad (3)$$

$$M = insf (GF_M, SMF_M); F = insf (CF_F, SMF_F)$$

$$P = insf (CF_P, SMF_P);$$

$$CF_M, CF_F, CF_P, CF; SMF_M, SMF_R, SMF_P, SMF;$$

$$CF = DandLandPandIandKandD_CandC;$$

$$SMF = P_GandPIDandMandL_S,$$

де  $CA_B$  – набір функцій поведінки когнітивного агента (верхній рівень координації), який включає функції моніторингу (M), прогнозування (F), планування (P);  $GF, SMF$  – набір центральних та сенсомоторних функцій (середній рівень поведінки управління), які активізуються як компоненти складних функцій M, F, P (позначені відповідними індексами);  $D, L, P, I, K, D_C, C$  – компоненти когнітивних функцій діалогу, навчання, передбачення, взаємодії, обробки знань, визначення умов роботи системи, координації відповідно;  $P_G, PID, M, L_S$  – компонентні сенсорні програми, ПІД-регулювання, підтримка робочих станів, навчання сенсорним функціям відповідно.

В технічних комплексах неперервного типу, які досліджувалися авторами статті [3], виділялися окремі підсистеми зі своїми критеріями управління та оптимізації технологічних режимів, які значною мірою залежать від матеріальних потоків між підсистемами. Якщо задача управління кожною з підсистем  $Z_{TK}$  має техніко-економічний зміст, то тоді загальна задача управління технологічним комплексом  $Z_{TK}$  описується адитивною функцією:

$$Z_{TK} = \sum_{i=1}^n Z_i . \quad (4)$$

Конфліктна ситуація щодо визначення величини матеріальних потоків між підсистемами полягає в тому, що для  $i$ -ої підсистеми оптимум критерію управління відповідає максимальному навантаженню, а для  $(i-1)$  та (або)  $(i+1)$  – мінімальному, то і розв'язується у запропонованій структурі на основі процедур координації.

## Список літератури

1. Цзя Лу. Иммуная сеть с генетическим алгоритмом настройки для ПМД-управления/ Цзя Лу, Л.А. Станкевич// Научно-технические ведомости СПб ГПУ. – СПб: Наука, 2009. – 4(82). – С.27-36.
2. Ладанюк А.П. Системна задача координації в технологічних комплексах неперервного типу / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумигай, Р.О. Бойко // Збірник наукових праць. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, вип. 25, частина I – Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 288-294.
3. Ладанюк Р.О. (Бойко) Информационная корпоративная система оперативной оценки эффективности сахарного производства // Р.О. Ладанюк, Л.Г. Загорская // XXIV Международная научная конференция. Математические методы в технике и технология (ММТТ – 24). Сборник трудов, том 6 – Саратов: 2011. – С. 15-17.

**Regina Boiko, Larisa Zahrovskaya, Miroslava Hladkaya**

*National University of Food Technologies*

**Cognitive agents in automation systems of technological objects**

The paper presents the results of the use of multisystems are implemented in distributed control methods and procedures for coordinating subsystems of continuous technological complex type. Shows two structures , which are implemented in neural structures.

**cognitive agent system automation, processing facility, coordination, problem management**

Одержано 16.04.14

**УДК 621.919**

**П. М. Єрьомін, інж., О. В. Чернявський, проф., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

**С.Ф. Студенець, інж.**

*Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля Національної академії наук України*

## Дослідження взаємодії деформуючого елемента протяжки із оброблюваною поверхнею деталей із графітовмісних чавунів

Із застосуванням верстатного та допоміжного обладнання розроблена оригінальна методика дослідження впливу деформуючого протягування на стан обробленої поверхні. Результати дослідження дозволять розробити високоефективні конструкції деформуюче-ріжучих протяжок для обробки отворів в деталях із графітовмісних чавунів.

**деформуюче протягування, верстат, графітовмісний чавун, шорсткість, пластична деформація**