

УДК 681.3

А. М. Петух, д. т. н., проф.;

В. В. Войтко, к. т. н., доц.;

Є. В. Кузьмін, к. т. н.;

Н. Ф. Кузьміна, асп.

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ГРУПОВИХ РІШЕНЬ

*Розроблено моделі системи підтримки групового вибору в інтерактивному середовищі колективної взаємодії. Розроблена автоматизована система забезпечує можливість коректної підтримки групових рішень у процесі реалізації різних режимів роботи груп користувачів та дозволяє ефективно розв'язувати конфліктні ситуації.*

### Вступ

Використання автоматизованих систем підтримки прийняття групових рішень в інтерактивному навчально-тестовому середовищі колективної взаємодії дозволило виявити конфліктні ситуації, що виникають при одночасній роботі кількох користувачів за умов застосування методу переваги за більшістю голосів [1, 2]. Актуальність розробки моделей систем підтримки групового вибору забезпечується потребою в розробці нових та удосконаленні існуючих методів прийняття групових рішень, спрямованих на підвищення ефективності автоматизованих систем, зокрема, під час їх використання в навчальному процесі.

*Метою роботи є підвищення ефективної працездатності систем підтримки прийняття групових рішень та забезпечення безконфліктних режимів роботи.*

Об'єктом дослідження є процес прийняття групових рішень у середовищі автоматизованої системи колективної взаємодії.

Під предметом дослідження розуміємо перспективні методи реалізації комплексного групового рішення засобами інтерактивних автоматизованих систем.

Основними задачами роботи постають питання розробки математичної моделі реалізації групового вибору у системі підтримки прийняття групових рішень та дослідження режимів її роботи з метою виявлення і розв'язання конфліктних ситуацій.

### Розробка математичної моделі системи підтримки прийняття групових рішень

Інтерактивна автоматизована система підтримки прийняття групових рішень забезпечує можливість реалізації групового вибору користувачів, який формується шляхом узгодження взаємовпливу вхідних параметрів на прийняття кінцевого комплексного рішення.

Під вхідними параметрами моделі такої системи розуміємо  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  — множину користувачів, які приймають рішення.

Вихідні параметри моделі системи отримуємо у вигляді множини прийнятих рішень  $D_g = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ , які формуються шляхом реалізації причинно-наслідкових зв'язків  $l_i$  між наявними альтернативами  $a_i$  у процесі прийняття групового рішення (рис. 1), де  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  — множина можливих альтернатив;  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$  — множина причинно-наслідкових зв'язків між

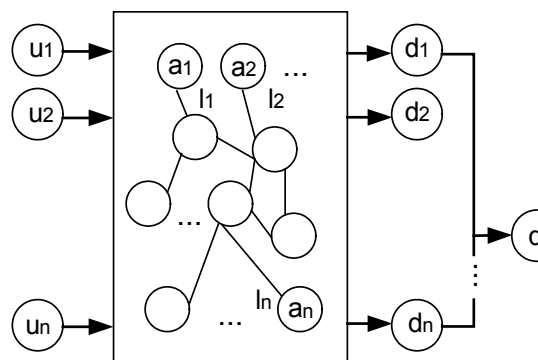


Рис. 1. Узагальнена модель системи прийняття групових рішень

альтернативами;  $T_u = \{t_{1u}, t_{2u}, \dots, t_{nu}\}$  — час, затрачений користувачами на прийняття рішення;  $T_s = \{t_{1s}, t_{2s}, \dots, t_{ns}\}$  — час системної реалізації групового вибору у процесі прийняття рішення.

Математичну модель такої системи можна подати у вигляді кортежу:

$$M_s = \{A_0, U, A, L, T_d, M, D_g, H, \Psi\},$$

де  $A_0$  — головна мета роботи системи, спрямована на прийняття оптимального рішення в конкретний момент часу;  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ,  $n = \overline{1, N_u}$  — множина користувачів системи;  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,  $n = \overline{1, N_a}$  — множина наявних альтернатив;  $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ ,  $n = \overline{1, N_l}$  — множина причинно-наслідкових зв'язків між альтернативами;  $T_d = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_u} t_{uij} + \sum_{k=1}^M t_{sk}$  — загальний час роботи системи, де  $T_u = \{t_{1u}, t_{2u}, \dots, t_{nu}\}$ ,  $n = \overline{1, N_{tu}}$  — час, витрачений користувачами на прийняття рішення, а  $T_s = \{t_{1s}, t_{2s}, \dots, t_{ns}\}$ ,  $n = \overline{1, M_{ts}}$  — час, необхідний для системної реалізації прийнятого рішення;  $M$  — кількість ітерацій, акумульованих у процесі прийняття комплексного групового рішення;  $D_g = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ ,  $n = \overline{1, N_d}$  — множина прийнятих рішень у визначені моменти часу  $T_d$ .  $H : U \times A \times L \rightarrow D$  — оператор моделювання, який характеризує відношення множини альтернатив до множини зв'язків. Оператор оцінки показника ефективності  $\Psi$  співвідносить множину вихідних характеристик моделі  $D_g$  до множини значень коефіцієнта відповідності обраних альтернатив прийнятому рішенню системи.

$$\Psi = \begin{cases} \sigma = \sqrt{\frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} (k_i - \bar{k})^2} \rightarrow \max; \\ T_d = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_u} t_{uij} + \sum_{k=1}^M t_{sk} \rightarrow \min, \end{cases}$$

де  $\sigma$  — коефіцієнт відповідності обраних альтернатив, який розраховують за допомогою проміжних коефіцієнтів  $k_i$ :

$$k_i = \frac{N_V}{N_A}, \quad n = \overline{0, 1},$$

де  $N_V$  — кількість прийнятих рішень, що відповідають найбільш ймовірним альтернативам;  $N_A$  — загальна кількість альтернатив.

Коефіцієнт  $\bar{k}$  знаходять як середнє арифметичне значень проміжних коефіцієнтів  $k_i$ :

$$\bar{k} = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} k_i.$$

Для визначення відношення множини альтернатив до множини зв'язків  $H : U \times A \times L \rightarrow D$  використовуємо методи побудови та виводу байєсових мереж.

### Використання байєсівського підходу в автоматизованій системі прийняття групових рішень

Байєсівській підхід у моделі автоматизованої системи використовуємо на етапі обробки невізначеностей знань, коли задається апіорна ймовірність виконання деякої гіпотези, що послідовно уточнюється з урахуванням ймовірностей появи свідчень, котрі підтверджують її чи спростовують. У результаті пошуку рішень формується апостеріорна ймовірність прийняття рішень [3]. Перерахунок ймовірностей настання конкретних подій у процесі оновлення інформативних параметрів системи проводимо за теоремою Байєса [4]. Головними перевагами такого методу реалізації процесу прийняття групових рішень вважаємо:

1) використання глобальної перспективи для врахування невизначеності у процесі прийняття групових рішень [4], що дозволяє за байєсовою мережею розрахувати усі подальші ймовірності,

якщо модель та вхідна інформація є коректними;

2) визначення усіх вершин байесової мережі з обов'язковим урахуванням їх змістовної інтерпретації у конкретній проблемній області;

3) гнучкість процесу формування логічного висновку у байесових мережах, порівняно з нейронними мережами, де напрямок логічного висновку задається заздалегідь.

Коригування ймовірностей у байесових мережах проводимо за алгоритмом зв'язного дерева, яке структурно розподіляє групи змінних (кліки у триангульованому графі). Кожний клік зберігає таблицю з конфігураціями її змінних [3]. Алгоритм зв'язного дерева реалізує проведення серії операцій над конфігураційними таблицями шляхом послідовного виконання трьох основних кроків: трансформації, ініціалізації та коригування ймовірностей. Перші два кроки виконуються одноразово і реалізують якісні характеристики. Останній крок є комплексним і забезпечує ітераційне визначення кількісних параметрів мережі [5].

Для дослідження моделі автоматизованої системи підтримки прийняття групових рішень розроблено програмне забезпечення, орієнтоване на реалізацію у навчально-тестовому середовищі колективної взаємодії користувачів. Здійснення групового вибору відбувається за допомогою двох режимів: прийняття рішень за перевагами більшості та прийняття рішень з використанням байесової мережі. Системна підтримка цих двох режимів дозволяє проведення детальнішого дослідження причин виникнення конфліктних ситуацій за умови формування групового вибору методом визначення переваг більшості та забезпечує можливість їх усунення за допомогою режиму прийняття рішень з використанням байесової мережі.

На рис. 2 подано структуру автоматизованої системи прийняття групових рішень, яка реалізує багатокористувацький режим колективної взаємодії з використанням традиційного програмного забезпечення.

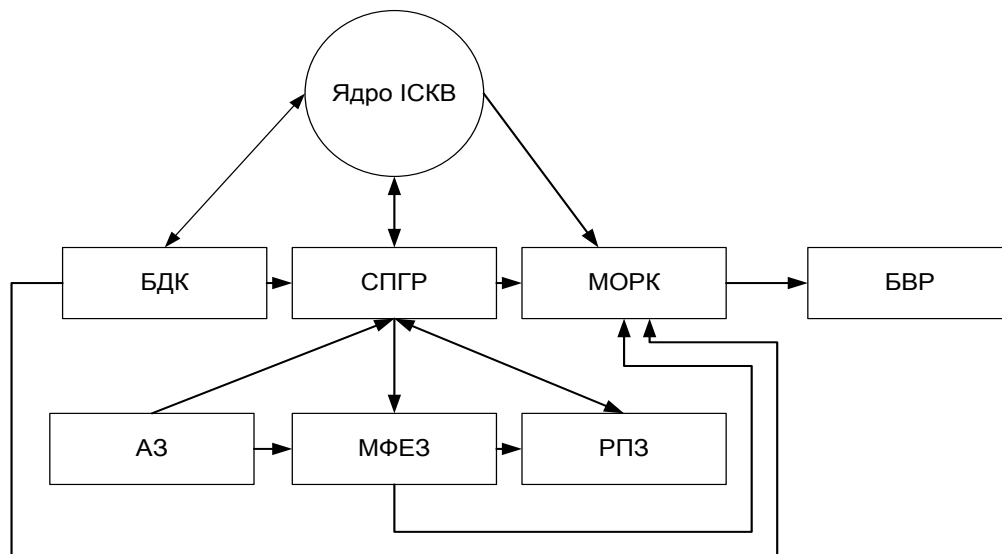


Рис. 2. Структура автоматизованої системи прийняття групових рішень

Система передбачає методичне формування набору елементарних завдань, реалізує модель підтримки прийняття групових рішень, забезпечує контроль за виконанням поставлених завдань та формує індивідуальну оцінку роботи кожного користувача у процесі колективного виконання завдань.

Оснву автоматизованої системи прийняття групових рішень складають ядро інтерактивної системи колективної взаємодії (ядро ІСКВ), яке здійснює формування та підтримку коректної взаємодії множини маркерів користувачів у колективному режимі; база даних користувачів (БДК); система підтримки групових рішень (СПГР); аналізатор завдань (АЗ); модуль формування елементарних завдань (МФЕЗ), які виконуються користувачами в колективному режимі. Розроблена система характеризується незалежністю від робочого програмного забезпечення (РПЗ), що забезпечує можливість її універсального використання в навчальному процесі. Модуль оцін-

ки роботи користувачів (МОРК) реалізує методи оцінювання індивідуальної роботи в режимі колективної взаємодії під час виконання елементарних завдань та формує загальну оцінку роботи кожного користувача. Блок виведення результатів (БВР) забезпечує динамічну інформативну підтримку роботи користувачів у процесі виконання множини елементарних завдань та відображує кінцеву комплексну оцінку кожного користувача навчально-тестової системи колективної взаємодії.

### Висновки

Запропонована математична модель системи підтримки прийняття групових рішень на основі використання байесової мережі спрямована на забезпечення безконфліктного режиму роботи користувачів у середовищі навчально-тестової системи колективної взаємодії. Реалізація моделі в автоматизованій системі підтримки групового вибору сприяє підвищенню надійності роботи користувачів в інтерактивному середовищі колективної взаємодії та зумовлює перспективність використання таких систем у навчальному процесі.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петух А. М. Моделювання локальних людино-машинних систем колективної взаємодії : [монографія] / Петух А. М., Кузьмін С. В., Войтко В. В., Кательніков Д. І. — Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2007. — 162 с.
2. Петух А. М. Принципи реалізації групового вибору в інтерактивних системах колективної взаємодії / А. М. Петух, В. В. Войтко, С. В. Кузьмін, Н. Ф. Кузьміна // Нові технології. Науковий вісник Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. — 2008. — № 1 (19). — С. 160—166.
3. Finn V. Jensen. An introduction to Bayesian networks / Finn V. Jensen. — Aalborg : University Denmark. Springer, 1996. — 179 p.
4. Крюков С. В. Байесовы сети как инструмент моделирования неопределенности при принятии инвестиционных решений / С. В. Крюков // Экономический вестник Ростовского государственного университета. — 2007. — Том 5. — № 1. — С. 106—111.
5. Graphical Modelling [Електронний ресурс] / Norbert Lehmann // Seminar in Theoretical Computer Science about Probabilistic Expert Systems (WS 2004/2005). — 2005. — Режим доступу до презентації: <http://diuf.unifr.ch/tcs/norbert.lehmann/talks/Graphical-Modelling2005.pdf>.

Рекомендована кафедрою програмного забезпечення

Надійшла до редакції 8.09.08  
Рекомендована до друку 20.10.08

**Петух Анатолій Михайлович** — завідувач кафедри, **Войтко Вікторія Володимирівна** — доцент, **Кузьмін Євгеній Володимирович** — старший викладач, **Кузьміна Наталя Федорівна** — аспірантка.

Кафедра програмного забезпечення Вінницького національного технічного університету