

УДК 623.765:681.513.6

П.Г. Бердник¹, О.І. Тимочко², М.Б. Бровко²¹ Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків² Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ МОДЕЛЯМИ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

У статті запропонований метод управління відображенням інформаційних моделей для вирішення задач інформаційного забезпечення процесів прийняття рішень оператором при управлінні складними динамічними системами. Розроблена процедура визначення факторів, що визначають пріоритетність конфліктних ситуацій в предметній області. Розроблена методика ранжування конфліктних ситуацій на основі методу попарних порівнянь. Запропонований приклад розв'язання задачі визначення і ранжування факторів. Представлений алгоритм реалізації методу управління відображенням інформаційної моделі конфліктними ситуаціями.

Ключові слова: системи управління, процес прийняття рішень, система інформаційного забезпечення, фактор, коефіцієнт важливості, ранжування, інформаційна модель, відображення.

Вступ

Аналіз процесів прийняття рішення в автоматизованих системах управління (АСУ) показує, що діяльність оператора має явно виражений інформаційний характер [1]. До 90% часу оператор витрачає на виконання операцій, безпосередньо пов'язаних з інформаційною моделлю сформованої обстановки. Таку діяльність у багатьох роботах, наприклад [2, 3, 4], звичайно називають інформаційною або діяльністю оператора з інформаційною моделлю (ІМ). Для такої діяльності характерна пряма залежність «якість ІМ - ефективність діяльності оператора».

Результати аналізу робіт щодо інформаційного забезпечення діяльності оператора дозволяють сформулювати положення, яке можна вважати визначальним при проектуванні системи інформаційного забезпечення (СІО) [2, 3, 4 і ін.]. Інформаційні моделі та їхні фрагменти повинні забезпечувати не тільки ефективний пошук і сприйняття відомостей про проблемну ситуацію, але й формування оперативного образу цієї ситуації у свідомості оператора, тобто її концептуальної моделі.

Реалізацію цього положення на практиці можна забезпечити, якщо при проектуванні ІМ повною мірою врахувати основні ергономічні принципи [2, 3, 5]:

- адекватності ІМ;
- структурування;
- оптимального обсягу інформації;
- оптимального кодування;
- наочності;
- виділення конфліктних ситуацій (КС).

Розробці методів формування ІМ, що задовольняє даним принципам, присвячений ряд робіт [1, 3, 6]. Реалізація запропонованих методів припускає

проектування множини ІМ, що забезпечують вирішення задач оператором.

У складних динамічних системах, що оперують великим обсягом інформації, в основу формування ІМ був покладений такий принцип: оператор в один момент часу може вирішувати тільки одне завдання. Отже, зміст розробленої ІМ дозволяє в один момент часу вирішувати тільки одне завдання. Таким чином, можливо у відносно короткий проміжок часу виявлення декількох ситуацій, що вимагають прийняття рішення оператором. Назвемо такі ситуації конфліктними. Тоді виникає питання розробки ІМ, яка КС має представляти операторові в першу чергу.

Таким чином, завдання розробки методу управління відображенням ІМ у системах управління складними динамічними об'єктами є актуальним.

Аналіз літератури. Дослідженню методів управління відображенням ІМ при організації інформаційної підтримки процесу рішення задач управління присвячені роботи [1-5].

Текстові ІМ [2,3] використовуються при відображенні статичної інформації. Основним завданням таких простих інформаційних моделей є подання статичних текстових даних, необхідних у процесі роботи оператора. Прикладом таких ІМ можуть бути інструкції, алгоритми роботи, переліки вирішуваних завдань, які представлені операторові у вигляді текстових документів.

Алгоритмічні методи створення й управління ІМ [2-5] дозволяють сформулювати моделі, що відбивають алгоритм діяльності оператора. Ці моделі використовуються для управління одним складним об'єктом, наприклад, енергоблоком, ядерним реактором і т.д.

За способом відтворення інформації й застосуванням методом управління ІМ можна виділити

образотворчий підхід до відображення інформації без урахування алгоритму діяльності оператора. Недоліками цього підходу до створення ІМ є:

відображення інформації, необхідної для рішення малої кількості задач управління;

відображувана інформація не відповідає логіці роботи оператора;

аналіз моделі вимагає великих витрат часу.

Наступним методом управління ІМ є заснований на образотворчому підході до відображення інформації з обмеженим урахуванням алгоритму діяльності оператора [3, 5]. Такий підхід дозволяє створювати більш досконалі ІМ у порівнянні з методом, розглянутим вище. Недоліками підходу є:

обмежене число програм управління ІМ;

відсутність реалізації підтримки розпізнавання оперативних ситуацій;

відсутність можливості адаптивного управління параметрами відображення ІМ;

підтримка діяльності оператора по обмеженому набору алгоритмів рішення задач управління.

Таким чином, питання, пов'язані зі створенням методу управління відображенням ІМ, які дозволили б управляти нею з урахуванням складної обстановки й відповідно до задач, розв'язуваними оператором при управлінні складними динамічними об'єктами, досліджені й представлені в літературі недостатньо й вимагають проведення подальших досліджень. Розробка методу управління відображенням ІМ з урахуванням зазначених вимог можлива при використанні методів визначення важливості КС.

Мета статті. Представити результати розробки методу управління відображенням інформаційних моделей для систем управління складними динамічними об'єктами на основі ранжування факторів, що впливають на визначення пріоритетів конфліктних ситуацій.

Основна частина

Основним етапом при розробці ІМ є етап визначення множини завдань, рішення яких покладене на оператора.

Рішення кожного завдання, як правило, пов'язане з особливостями складної обстановки (ситуації). Таким чином, для рішення кожного завдання (вирішення КС) може бути сформована відповідна множина ІМ [6].

У складних динамічних системах управління через великий обсяг інформації, що використовується в ній, застосовується такий принцип: оператор в один момент часу може вирішувати лише одне завдання.

Отже, зміст розробленої ІМ дозволяє в один момент часу вирішувати тільки одну КС. Таким чином, при виникненні ситуації, коли виявлено декіль-

ка КС, виникає завдання – ІМ якої КС представити операторові в першу чергу.

Рішення даного завдання можливо двома способами:

- на вибір оператора;

- автоматично, коли за заданими критеріями відповідний алгоритм вибирає ІМ пріоритетної КС.

Перший спосіб, у порівнянні з другим, є більш простим і не вимагає застосування спеціальних методів. Але основним недоліком такого підходу до вибору ІМ є необхідність додаткових витрат часу на роботу оператора. У свою чергу, для підвищення обґрунтованості прийняття рішення оператором при виборі ІМ доцільно ранжувати КС.

Таким чином, для вирішення задач управління відображенням ІМ КС на робочому місці оператора виникає необхідність рішення часткових задач:

- визначення факторів, що впливають на пріоритетність КС;

- ранжування КС.

Для рішення часткової задачі визначення факторів, що впливають на пріоритетність КС і їхнє ранжування найбільш доцільним є використання методу експертних оцінок. Для ранжування факторів, використовуємо метод парних порівнянь [7].

Для наявного набору параметрів

$$\Pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N)$$

важливість може бути задана вектором пріоритету

$$V = (v_1, v_2, \dots, v_N),$$

компоненти якого являють собою відношення, що визначають ступінь відносної переваги за важливістю двох сусідніх параметрів з ряду пріоритету, а саме: величина v_i визначає, на скільки параметр π_i важливіше параметра π_{i+1} .

Шкала відносної важливості параметрів наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	Рівна важливість порівнюваних вимог
3	Помірна (слабка) перевага одного над іншим
5	Сильна (істотна) перевага
7	Очевидна перевага
9	Абсолютна перевага
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми оцінками

На основі експертного опитування з використанням наведеної вище шкали важливості будується вектор пріоритету

$$V = (v_1, v_2, \dots, v_k).$$

Ваговий вектор являє собою вектор

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_N),$$

компоненти якого зв'язані співвідношеннями

$$0 \leq w_i \leq 1,$$

$$\sum_i w_i = 1, \quad i = \overline{1, N}.$$

Компонент w_i вектора W має сенс вагового коефіцієнта, що визначає відносну перевагу ознаки π_i над всіма іншими.

Якщо компоненти вектора W упорядковані в сенсі ряду пріоритету, то вони зв'язані співвідношеннями $w_i \leq w_{i+1}$.

У цьому випадку компоненти векторів V і W зв'язані співвідношеннями:

$$v_i = \frac{w_i}{w_{i+1}}.$$

Для визначення значень вектора W використовується вираз:

$$w_i = \frac{\prod_{j=i}^N v_j}{\sum_{k=1}^N \prod_{j=k}^N v_j}.$$

Приведемо приклад для обчислення w_i для $N=3$:

$$w_1 = \frac{v_1 v_2 v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3};$$

$$w_2 = \frac{v_2 v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3};$$

$$w_3 = \frac{v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3}.$$

Для розв'язання задачі ранжування КС використовуємо метод результуючого показника якості [7], а саме адитивний показник, який дозволяє врахувати вплив всіх часткових показників q_1, \dots, q_m :

$$Q = \sum_{i=1}^m w_i q_i,$$

де $q_i = \begin{cases} 0, & \text{якщо фактор відсутній;} \\ 1, & \text{якщо фактор присутній;} \end{cases}$

w_i - ваговий коефіцієнт i -го фактора;

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1;$$

$$w_i > 0; \quad i = \overline{1, m}.$$

Таким чином, для кожної КС розраховується показник Q . Значення даного показника Q є основою для ранжування КС.

Приклад розв'язання задачі визначення й ранжування факторів, що впливають на пріоритетність КС на пункті управління динамічними об'єктами, представлений у табл. 2.

Таблиця 2

Таблиця факторів і їхніх коефіцієнтів важливості

№	Фактор	Коеф. важливості w_i
При оперативному управлінні в екстремальних ситуаціях		
1.	високошвидкісні мало висотні об'єкти	0,218
2.	середньошвидкісні динамічні об'єкти, що рухаються за заданим маршрутом	0,203
3.	маловисотні об'єкти	0,18
4.	середнь- та високошвидкісні динамічні об'єкти з широкою смугою спектру випромінювання	0,166
5.	Динамічні об'єкти спостереження та монітор іншу оточуючого середовища	0,143
6.	висотні об'єкти	0,09
При оперативному управлінні у процесі чергування		
1.	загроза перетинання динамічними об'єктами умовних меж	0,237
2.	непізнані об'єкти	0,223
3.	порушення режиму польотів	0,21
4.	контрольна ціль	0,18
5.	об'єкти, що підлягають особливому контролю	0,15

Алгоритм, що реалізує даний метод, представлений на рис. 1. Виконання даного алгоритму ініціюється щораз при виявленні нової КС.

Позначення, що використані в алгоритмі:
 $\{w_i\}$ – вектор вагових коефіцієнтів факторів, що впливають на пріоритетність КС;
 $\{K_j\}$ – множина КС, виявлених алгоритмом виявлення й розпізнавання КС;
 $\{q_{ij}\}$ – множина значень факторів для K_j ;
 Q_{\max} – максимальне значення показника ранжування КС; k – індекс пріоритетної КС.

Висновки

1. У статті запропонований метод управління відображенням інформаційних моделей для систем управління складними динамічними об'єктами. Основу методу становить визначення й ранжування факторів, що впливають на пріоритетність КС.

2. Розроблено алгоритм, що реалізує запропонований метод управління відображенням інформаційних моделей.

3. Метод може бути використаний при розробці системи інформаційного забезпечення діяльності оператора в перспективних системах управління складними динамічними об'єктами.

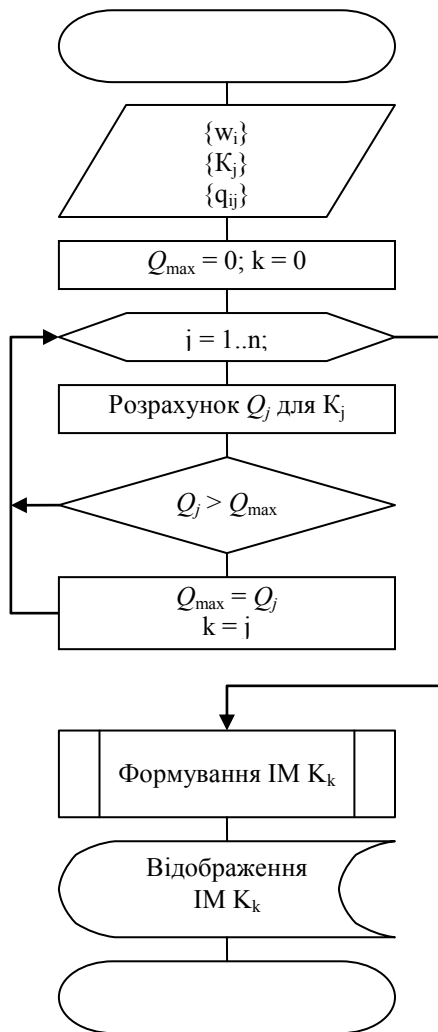


Рис. 1. Схема алгоритму програмної реалізації методу управління відображенням ІМ КС

Список літератури

1. Павленко М.А. Метод анализа деятельности оператора автоматизированных систем управления воздушным движением / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, Ю.И. Хромов // Системы обработки информации. – Харьков: ХУПС. – 2007 – Вып. 1(59).- С.78-81.
2. Зинченко В.П. Анализ деятельности человека-оператора. В кн.: Инженерная психология / В.П. Зинченко и др.: Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Изд. МГУ, 1964. – С. 120-137.
3. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда – М.: Машиностроение, 1975. – 396 с.
4. Зинченко В.П. Основы эргономики / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М Издательство МГУ, 1980. – 244 с.
5. Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами: Учебное пособие. / Ю.П. Пятков. – Х.: ХВУ, 1997. – 205 с.
6. Бодяк О.С. Метод формирования информационных признаков информационной модели конфликтных ситуаций с учетом интеллектуальной деятельности оператора для систем управления сложными динамическими объектами / О.С. Бодяк // Системы управління, навігації та зв'язку.– К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2007. – Вып.4. – С. 85-89.
7. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинов, И.Ю. Субач. – Севастополь: МО Украины, НАН Украины, НИЦ ВС Украины «Государственный океанариум», 2004. – 318 с.

Надійшла до редколегії 22.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Є. Федорович, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", Харків.

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

П.Г. Бердник, А.И. Тимочко, М.Б. Бровко

В статье предложен метод управления отображением информационных моделей для решения задач информационного обеспечения процессов принятия решений оператором при управлении сложными динамическими системами. Разработана процедура определения факторов, определяющих приоритетность конфликтных ситуаций в предметной области. Разработана методика ранжирования конфликтных ситуаций на основе метода парных сравнений. Предложенный пример решения задачи определения и ранжирования факторов. Представлен алгоритм реализации метода управления отображением информационной модели конфликтными ситуациями.

Ключевые слова: системы управления, процесс принятия решений, система информационного обеспечения, фактор, коэффициент важности, ранжирование, информационная модель, отражения.

METHOD CONTROL OF INFORMATION MODELS IN A CONTROL SYSTEM COMPLEX DYNAMIC OBJECTS

P.G. Berdник, A.I. Timochko, M.B. Brovko

A method for controlling the display of information models for solving the problems of information support of decision-making by the operator to manage complex dynamic systems. A procedure to determine the factors that determine the priority of conflict situations in the subject field. The method for ranking conflict based on the method of paired comparisons. The proposed solution problem identification and ranking factors. The algorithm implementations of the display control information model of conflict situations.

Keywords: control, decision-making, information support system, a factor coefficient of importance, ranking, information model, reflection.