

УДК 623.765:681.513.6

О.С. Бодяк, М.А. Павленко, А.І. Омельченко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## МЕТОД УПРАВЛІННЯ ВІДОБРАЖЕННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

*У статті запропоновано метод управління відображенням інформаційних моделей для вирішення задач інформаційного забезпечення процесів ухвалення рішень оператором при управлінні складними динамічними системами, заснований на ранжируванні ситуацій за рахунок визначення факторів, що впливають на пріоритетність КС. Метод враховує складність інтелектуальної діяльності оператора та ергономічні вимоги до системи інформаційного забезпечення при вирішенні задач управління.*

**Ключові слова:** системи управління, процес ухвалення рішення, система інформаційного забезпечення.

### Вступ

**Актуальність.** Аналіз процесів ухвалення рішення в автоматизованих системах управління (АСУ) [1] показує, що діяльність оператора має явно виражений інформаційний характер. До 90% часу оператор витрачає на виконання операцій, безпосередньо пов'язаних з інформаційною моделлю сформованої обстановки. Таку діяльність у багатьох роботах, наприклад [2 – 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 у предметній області «інформаційне забезпечення діяльності оператора» [2 – 4 і ін.] дозволяють сформулювати положення, яке можна вважати визначальним при проектуванні системи інформаційного забезпечення (СІО). 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]:

- принцип адекватності ІМ;
- принцип структурування;
- принцип оптимального обсягу інформації;
- принцип оптимального кодування;
- принцип наочності;
- принцип виділення конфліктних ситуацій.

Розробці методів формування ІМ, що задовольняє даним принципам присвячений ряд робіт [1, 3, 6]. Реалізація запропонованих методів, припускає проектування деякої безлічі ІМ, що забезпечують вирішення задач оператором.

У складних динамічних системах, що оперують великим обсягом інформації, в основу формування ІМ був покладений наступний принцип: оператор в один момент часу може вирішувати тільки одне завдання. Отже, зміст розробленої ІМ дозволяє в один момент часу розв'язувати тільки одне завдання. Таким чином, можливо у відносно короткий проміжок

часу виявлення декількох ситуацій, що вимагають ухвалення рішення оператором. Назвемо такі ситуації конфліктними (КС). Тоді виникає питання – ІМ який КС необхідно представити операторові в першу чергу.

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

**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 розв'язуваних 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.

По способу відтворення інформації й застосовуваному методу 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 однієї - двох задач управління;

відображена інформація не відповідає логіці роботи оператора;

аналіз моделі вимагає великих витрат часу.

Наступний метод управління ІМ, 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 до-

сліджень. 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.

## 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 (ситуаціями). Таким чином, для рішення кожного завдання (вирішення КС) може бути сформована відповідна безліч ІМ [6].

У складних динамічних системах управління через великий обсяг інформації, що використовується в ній, застосовується наступний принцип: оператор в один момент часу може вирішувати тільки одне завдання. Отже, зміст розробленої ІМ дозволяє в один момент часу вирішувати тільки одну КС. Таким чином, при виникненні ситуації, коли виявлено трохи КС, виникає завдання – ІМ який КС необхідно представити операторові в першу чергу.

Рішення даного завдання можливо двома способами:

– на вибір оператора;

– автоматично, коли відповідний алгоритм за заданими критеріями вибирає ІМ пріоритетною КС.

Перший спосіб, є більше простим у порівнянні із другим і не вимагає застосування спеціальних методів. При цьому, основним недоліком такого підходу до вибору ІМ є те, що необхідно додаткові витрати часу на роботу оператора. У свою чергу, для підвищення обґрунтованості ухвалення рішення оператором при виборі ІМ, доцільно виконати ранжирування КС.

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

– визначення факторів, що впливають на пріоритетність КС;

– ранжирування КС.

Для рішення часткової задачі визначення факторів, що впливають на пріоритетність КС, і їхнє ранжирування найбільш доцільним є використання методу експертних оцінок. Для ранжирування 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 по важливості двох сусідніх параметрів

з ряду пріоритету, а саме: величина  $v_i$  визначає наскільки параметр  $\pi_i$  важливіше параметра  $\pi_{i+1}$ .

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

$$0 \leq w_i \leq 1, \sum_i w_i = 1, i = \overline{1, N}.$$

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

Якщо компоненти вектора  $W$  упорядковані в змісті 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 вираження

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

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

$$w_1 = \frac{v_1 v_2 v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3}; w_2 = \frac{v_2 v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3}; w_3 = \frac{v_3}{v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 + v_3}.$$

Для рішення задачі ранжирування КС використовуємо метод результуючого показника якості [7], а саме адитивний показник, тому що він дозволяє врахувати вплив всіх приватних показників  $q_1, \dots, q_m$

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

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

$w_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -го фактора;

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

Таким чином, для кожної КС розраховується показник  $Q$ . Значення даного показника і є основою для ранжирування КС.

Приклад рішення задачі визначення й ранжирування факторів, що впливають на пріоритетність КС на пункті управління протиповітряною обороною, представлений у табл. 2.

Таблиця 2

Таблиця факторів і їхніх коефіцієнтів важливості

№	Фактор	Коеф. важливості $w_i$
При веденні бойових дій		
1.	КР у польоті	0,218
2.	Літаки ДРО	0,203
3.	Маловисотні цілі	0,18
4.	Літаки постановники перешкод	0,166
5.	Літаки-розвідники із складу розвідувально-ударного комплексу (РУК)	0,143
6.	Висотні цілі	0,09
У мирний час		
1.	Загроза перетинання державного кордону України	0,237
2.	Непізнані цілі	0,223
3.	Порушення режиму польотів	0,21
4.	Контрольна ціль	0,18
5.	Літаки, 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, використовувані 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 ранжирування КС;

$k$  – індекс пріоритетної КС.

### Висновки

1. У статті запропонований метод управління відображенням інформаційних моделей для систем управління складними динамічними об'єктами.

Основою методу становить визначення й ранжирування факторів, що впливають на пріоритетність КС.

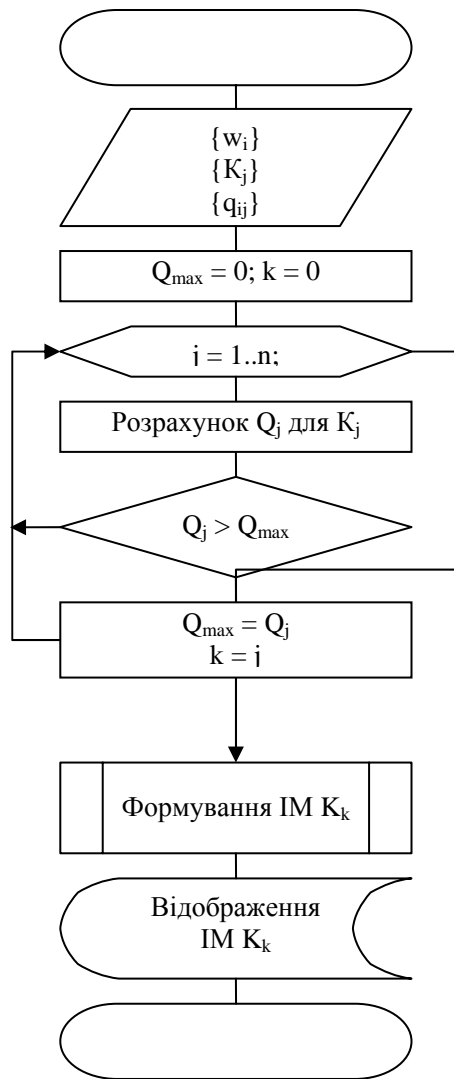


Рис. 1. Схема алгоритму програмної реалізації методу управління відображенням ІМ КС

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

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

### Список літератури

1. Павленко М.А. Метод анализа деятельности оператора автоматизированных систем управления воздушным движением / М.А. Павленко, П.Г. Бердник, Ю.И. Хромов // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 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.: 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.: МГУ, 1980. – 220 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 // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НУ, 2007. – Вип. 4. – С. 85-89.
7. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Сущач. – Севастополь: МО Украины, НАН Украины, НИЦ ВС Украины «Государственный океанариум», 2004. – 318 с.

Надійшла до редколегії 26.03.2009

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. Б.І. Нізієнко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ОТОБРАЖЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

О.С. Бодяк, М.А. Павленко, А.И. Омельченко

В статье предложен метод управления отображением информационных моделей для решения задач информационного обеспечения процессов принятия решений оператором при управлении сложными динамическими системами, основанный на ранжировании ситуаций за счет определения факторов, которые влияют на приоритетность КС. Метод учитывает сложность интеллектуальной деятельности оператора и эргономические требования к системе информационного обеспечения при решении задач управления.

**Ключевые слова:** системы управления, процесс принятия решения, система информационного обеспечения.

### METHOD OF INFORMATION MODELS REFLECTION CONTROL IN COMPLICATED DYNAMIC OBJECTS CONTROL SYSTEMS

O.S. Bodiak, M.A. Pavlenko, A.I. Omelchenko

A method of information models reflection control is presented in the article for solving decision making information support tasks performed by an operator while operating complicated dynamic systems, based on ranging of situations due to determination of factors which influence on priority of situations of conflicts. A method is taken into account by complication of intellectual activity of operator and ergonomics system requirements informative providing at the decision of management tasks.

**Keywords:** control systems, decision making process, information support system.