

УДК 681.513

О.І. Тимочко, О.С. Бодяк

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ КОНФЛІКТНИХ СИТУАЦІЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

У статті запропонований метод проектування інформаційної моделі конфліктних ситуацій, що призначений для рішення завдань проектування системи інформаційного забезпечення процесів прийняття рішень оператором при управлінні складними динамічними об'єктами в невизначеній, що динамічно змінюється, обстановці. Метод базується на застосуванні нової інформаційної технології формування інформаційних ознак на основі розпізнавання ситуації відповідно до особливостей інтелектуальної діяльності й змістом етапів ухвалення рішення.

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

Вступ

Актуальність. Аналіз робіт у предметній області «інформаційне забезпечення діяльності оператора» [1 – 5] дозволив сформулювати положення, яке можна вважати визначальним при проектуванні системи інформаційного забезпечення (СІЗ). Інформаційні моделі та їхні фрагменти повинні забезпечувати не тільки ефективний пошук і сприйняття зведень 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 інформаційної моделі (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.

Дані принципи проектування ІМ становлять основу для розробки процедур, що реалізують метод проектування ІМ конфліктних ситуацій (КС). Під конфліктними ситуаціями будемо розуміти ситуації, при яких потрібно втручання оператора в систему управління.

Проте, аналіз існуючих систем управління, що реалізують підтримку прийняття рішень, показав, що основною причиною недосконалості систем інформаційного забезпечення є порушення ергономічних принципів їхнього проектування та недосконалість структури і змісту процедур, що становлять основу методу формування ІМ.

Таким чином, завдання проектування інформаційної моделі конфліктних ситуацій для систем управління складними динамічними об'єктами є актуальною.

Аналіз літератури. Питанням проектування СІЗ присвячено багато робіт [2 – 5]. У більшості з них розглядаються тільки питання узгодження ергономічних властивостей засобів відображення із психофізіологічними характеристиками оператора й загальні вимоги до ІМ.

Основні особливості зазначених вище робіт зводяться до наступних:

- склад, кількість інформаційних елементів (ІЕ) в інформаційній моделі і їхнє розміщення залишаються незмінними (у динаміці відображення може змінюватися тільки їхній стан);
- завдання, розв'язувані оператором при роботі з ІМ відносно прості й одноманітні (пошук підсистеми, що відмовила, пристрою, блоку, ТЕЗ);
- структура ІМ відображає структуру відповідних систем і підсистем;
- кількість станів відображуваних об'єктів невелика (не перевищує 3–4).

Аналіз цих особливостей показує, що результати розглянутих досліджень не можна безпосередньо ужити в розглянутій предметній області.

Мета статті. Представити результати розробки методу проектування ІМ конфліктних ситуацій для систем управління складними динамічними об'єктами в невизначеній, що динамічно змінюється обстановці.

Основний матеріал

Аналіз літератури й урахування основних ергономічних принципів дозволив сформулювати наступну послідовність рішення часткових завдань проектування ІМ:

- структурне проектування інформаційного забезпечення діяльності оператора;
- формування інформаційних ознак;
- кодування й розміщення ІЕ на інформаційному полі пристроїв відображення;

керування відображенням ІМ.

Розглянемо далі їхній зміст.

1. Структурне проектування інформаційного забезпечення діяльності оператора

Елементи ІМ системи управління відтворюють особливості й деталі сформованої обстановки, а також є основою для рішення завдань, що стоять перед оператором. Реалізується така ІМ за допомогою засобів відображення індивідуального, групового й колективного користування. Всі засоби інформаційна зв'язані, тому представляють цілком певну структуру – СІО.

Структура СІО залежить від наступних факторів:

структура об'єкта або процесу, стан (стані) якого повинне відтворюватися в ІМ;

структура інформаційної діяльності оператора при вирішенні КС;

властивості технічних засобів, використовуваних для реалізації ІМ.

Аналіз типових структур ІМ і структури інформаційної діяльності оператора дозволяють сформулювати можливі варіанти реалізації при використанні засобів АРМ (табл. 1).

Таблиця 1

Варіанти використання індивідуальних пристроїв відображення

Варіант побудови АРМ	Варіанти використання інформаційного поля пристрою відображення
1. Один пристрій відображення	Відображення загальної обстановки або її фрагментів.
2. Один пристрій відображення – поліекран	Основна частина екрана – відображення загальної обстановки. Вільні часті екрана – відображення фрагментів ІМ.
3. Два пристрої відображення	1-й – відображення загальної обстановки. 2-й – відображення фрагментів ІМ.

Порівняльний аналіз варіантів оснащення АРМ засобами відображення показує, що варіант АРМ із двома пристроями відображення має переваги перед іншими варіантами. При цьому не виключається використання позитивних властивостей поліекрана. Єдиний недолік такого варіанта – підвищення вартості апаратури.

2. Формування інформаційних ознак

Узгодження ІМ з діяльністю оператора може бути забезпечено, якщо не тільки її структура, але й зміст будь-якого фрагмента відповідають завданням, розв'язуваним оператором. Для досягнення цієї мети необхідно, насамперед, з множини інфо-

рмаційних ознак (ІО), що характеризують всю обстановку, відібрати ті ознаки, які потрібні операторові для рішення кожного окремого завдання, що стоїть перед ним.

Ці ІО після перетворення в ІЕ й складуть зміст відповідних фрагментів ІМ.

В інтересах систематизації процесу формування ІО класифікуємо їх по функціональній ознаці, тобто по їхньому призначенню в інформаційній діяльності оператора. Всі ІО розділимо на наступні групи [5]:

1. Визначальні ІО (Π^O) характеризують найбільш важливі властивості оцінюваної ситуації або її елементів.

2. Додаткові ІО (Π^D) характеризують деталі властивостей оцінюваної ситуації або її елементів. Використання цих ІО сприяє підвищенню надійності рішення окремих завдань.

3. Допоміжні ІО (Π^B) характеризують статичні елементи ІМ, які служать опорою при пошуку й сприйнятті відображуваної інформації. Такі ознаки використовуються практично в усіх ІМ.

Тоді множина ІО, використовуваних оператором для рішення і-го завдання, складе

$$\Pi_i = (\Pi_i^O, \Pi_i^D, \Pi_i^B).$$

Для формування ІО виберемо такі, які необхідні й достатні для ефективного рішення і-го завдання. Формально в спрощеному варіанті це завдання можна представити так:

$$\Pi_i = \text{opt} \bigcup_{j \in \Omega_i} \pi_j, \pi_j \in \Pi$$

$$(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n),$$

де π_j – j-та визначальна ознака; Ω_i – область ознак, що належать до і-го завдання. Тут принцип оптимізації зводиться до мінімізації кількості ознак, що ставляться до і-го завдання при виконанні умов: оперативність та достовірність вирішення завдань не менш заданої.

Визначальні ІО – це такі, які характеризують основні, найбільш істотні властивості ситуації. По цих ознаках судять про належність ситуації до певного класу. Формування Π_i^O доцільно виконувати за результатами рішення задачі розпізнавання КС.

Сприйняття й оцінка обстановки практично завжди пов'язані зі статичною інформацією. Такі ознаки, називані допоміжними, служать фоном для відображення даних про обстановку. Разом із цим багато таких ІО у конкретних ситуаціях оцінки обстановки мають далеко не другорядне місце. Вони є опорними ознаками для прийняття рішень при обстановці, що швидко змінюється.

Для відбору Π_i^B звичайно використовують метод експертних оцінок.

Π^D характеризують ситуацію в деталях, відбиваючи її особливості. Вони містять інформацію, що є основою для інтелектуальної діяльності оператора по досягненню мети.

Використання цих ІО у процесі аналізу ситуації дає можливість розв'язати конфлікт, тобто зняти невизначеність відносно цієї ситуації.

При припущенні, що загальна множина Π^D відома, можливо представити модель інтелектуальної діяльності оператора. Далі, вирішуючи зворотне завдання, можливо встановити ті π_j^D , які необхідні операторові для досягнення мети.

Таким чином, метод формування додаткових ІО можна представити двома складовими:

1. Розробка моделі інтелектуальної діяльності (МІД) оператора.

2. Розробка методу формування додаткових ІО.

Для представлення знань МІД пропонується використовувати продукційну модель даних [6, 7]. Для пошуку рішень у МІД використовується зворотний логічний вивід, що здійснюється від необхідного результату до вхідних даних. Цей метод дозволяє виділити із загальної множини даних, тільки ті, які необхідні для досягнення мети.

Докладніше метод формування інформаційних ознак ІМ описаний у роботі [8] і є ядром інформаційної технології проектування ІМ.

3. Кодування й розміщення ІЕ на інформаційному полі пристроїв відображення

В ІМ представлені не самі інформаційні ознаки або властивості об'єктів і зовнішнього середовища, а їхні образи, представлені у вигляді інформаційних елементів.

Тому після вибору ІО, що складають зміст ІМ, їх варто перетворити в ІЕ. Це перетворення здійснюється шляхом застосування відомих способів кодування.

Для наочності цей процес можна представити так:

$$R \rightarrow IO \rightarrow \text{кодування } IO \rightarrow IE \rightarrow \\ \rightarrow (\text{множина } IE) = IM,$$

де R – інформація про реальну обстановку.

У загальному вигляді завдання перетворення ІО в інформаційні елементи інформаційної моделі можна сформулювати в такий спосіб: застосувати такі способи кодування ознак, що підлягають відображенню, щоб забезпечити мінімум цільової функції:

$$F^* = \min \sum_i t_i, \text{ при } P \leq P_{\text{Зад}},$$

де t_i – середній час вирішення i -ї задачі оператором;

P – імовірність помилки сприйняття ІЕ;

$P_{\text{Зад}}$ – задана імовірність помилки.

Проектування ІМ і її фрагментів також передбачає раціональне розміщення інформаційних елементів на інформаційному полі пристрою відображення, тобто формування раціональної структури інформаційного поля.

Під раціональною структурою інформаційного поля пристрою відображення будемо розуміти таке розміщення ІЕ, що забезпечує мінімальний середній час пошуку й сприйняття інформації при рішенні всіх часткових завдань з використанням відображуваного фрагмента ІМ.

В загальному випадку цільова функція задачі може бути сформульована так:

$$F^* = \min \sum_i t_i.$$

Загальні методи вирішення цієї задачі розглянуті в [3, 4].

4. Управління відображенням ІМ

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 декілька КС, виникає задача – ІМ якої КС необхідно представити операторові в першу чергу.

Для вирішення задач управління відображенням ІМ КС на робочому місці оператора виникає необхідність рішення нижчеперерахованих 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 [9].

Для рішення задачі ранжирування КС використовуємо метод результуючого показника якості [9], 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 i є основою для ранжирування КС.

Розглянуті методи, положення й принципи становлять основу для розробки методу проектування ІМ КС для систем управління складними динамічними об'єктами в невизначеній, що динамічно змінюється обстановці.

Висновки

1. Запропонований метод проектування ІМ КС відрізняється від відомих використанням нової інформаційної технології по формуванню інформаційних ознак на основі розпізнавання ситуації відповідно до особливостей інтелектуальної діяльності й змістом етапів ухвалення рішення з розв'язання конфліктних ситуацій оператором.

2. Метод дозволяє скоротити час, затрачуваний оператором на аналіз інформації й ухвалення рішення з розв'язання конфліктних ситуацій.

3. Метод може бути використаний при розробці системи інформаційного забезпечення діяльності оператора в перспективних системах керування складними динамічними системами.

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. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 1(59). – С. 78-81.
2. Анализ деятельности человека-оператора / В.П. Зинченко и др. // В кн.: Инженерная психология; 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.

5. Пятков Ю.П. Организация управления военнотехническими системами: Учебное пособие / Ю.П. Пятков. – Х.: ХВУ, 1997. – 205 с.

6. Искусственный интеллект. Справочник в 3-х книгах. Кн. 2. Модели и методы / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.

7. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях; пер. с англ. А.И. Осипов / М.Т. Джонс. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312 с.

8. 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 управления, навигации та зв'язку. – К.: Центральний науководослідний інститут навігації і управління, 2007. – Вып. 4. – С. 85-89.

9. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизиюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: МО Украины, НАН Украины, НИЦ ВС Украины «Государственный океанариум», 2004. – 318 с.

Надійшла до редколегії 1.12.2009

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

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

О.І. Тимочко, О.С. Бодяк

В статье предложен метод проектирования информационной модели конфликтных ситуаций, который предназначен для решения задач проектирования системы информационного обеспечения процессов принятия решений оператором при управлении сложными динамическими объектами в неопределенной, динамично изменяющейся обстановке. Метод базируется на применении новой информационной технологии формирования информационных признаков на основе распознавания ситуации в соответствии с особенностями интеллектуальной деятельности и содержанием этапов принятия решения.

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

METHOD OF CONFLICT SITUATIONS INFORMATION MODEL DRAFTING FOR COMPLEX DYNAMIC OBJECTS CONTROL SYSTEMS

A.I. Timochko, O.S. Bodiak

The article deals with method of conflict situations information model drafting that is intended to solving of decision making by an operator while complex dynamic objects controlling, when circumstances are dynamically and constantly changing, processes information provision system drafting tasks. The method is based on applying of a new information technology of information signs on the basis of situation identifying in accordance with intellectual activity peculiarities and contents of decision making stages.

Keywords: control systems, decision making process, information provision system.