

УДК 681.3

Б.М. Герасимов, д.т.н., проф.
С.О. Кондратенко, к.т.н., викл.
В.В. Пашковський, ад'юнкт

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки ім. С.П. Корольова

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗАСОБІВ ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ РАДІОСПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРА

У даній роботі на основі проведеного аналізу алгоритму діяльності оператора автоматизованих системах радіоспостереження пропонується методика визначення оптимального складу засобів відображення інформації (ЗВІ). Формується узагальнений критерій оцінки ЗВІ. Формальним апаратом для нормалізації часткових параметрів пропонується використовувати теорію нечітких множин. В результаті застосування методики визначаються типи ЗВІ і способи їх технічної реалізації.

В даний час в автоматизованих системах управління (АСУ) застосовується значна кількість засобів відображення інформації (ЗВІ). ЗВІ можуть бути індивідуального, групового і колективного користування. Сукупність таких ЗВІ, що забезпечують діяльність бойової обслуги називають комплексом засобів відображення інформації (КЗВІ). КЗВІ має центральне значення в складі апаратури автоматизованих системах радіоспостереження, тому що визначає ефективність розпізнавання. Тому на етапі проектування автоматизованих системах радіоспостереження актуальним є вибір оптимального складу КЗВІ.

При розгляді питання оптимального складу звичайно доводиться вирішувати такі задачі: визначення необхідності застосування, вибору типу ЗВІ групового і колективного користування; вибір принципів технічної реалізації засобів; визначення складу КЗВІ (кількість ЗВІ індивідуального, колективного і групового користування).

Для рішення цих задач необхідно знати результати проектування діяльності бойової обслуги (структуру бойової обслуги, розподіл функціональних обов'язків, алгоритми рішення задач операторами і т.ін.).

При рішенні задач визначення структури засобів відображення необхідно проаналізувати процес взаємодії операторів, що кількісно можна описати за допомогою коефіцієнта взаємодії i -того оператора з j -тим K_{ij} , що приймає значення в інтервалі $[0, 1]$. Цей коефіцієнт визначається відношенням інтенсивності задач, при рішенні яких i -тий оператор взаємодіє з j -тим і інтенсивності задач розв'язуваних i -тим оператором:

$$K_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\lambda_i}, \quad i, j = \overline{1, n}.$$

Залежно від значення цього коефіцієнта вирішується питання про доцільність використання того чи іншого виду ЗВІ. Якщо K_{ij} приймає граничні значення, то можна зробити однозначний висновок про те, що використання таких засобів є достатнім. Так, якщо $K_{ij} = 0$ (оператори не взаємодіють), то використовуються тільки засоби індивідуального користування, а якщо $K_{ij} = 1$ (всі оператори взаємодіють між собою), то достатньо використовувати тільки засоби колективного користування, якщо ж $K_{ij} = 1$ тільки для визначеного сполучення і та j , то доцільно використовувати засоби відображення групового користування.

І нарешті, найгостріше стоїть питання вибору, якщо $0 < K_{ij} < 1$ (що найбільш часто зустрічається).

Тут виникає питання: який тип ЗВІ (табло, великі екрани, мнемосхеми) доцільно використовувати для організації взаємодії операторів. Це питання вирішується залежно від складу розв'язуваних задач і можливостей ЗВІ того або іншого типу.

Більший інтерес, як правило, являє собою питання про вибір принципу технічної реалізації ЗВІ. В наш час є досить великий набір варіантів технічної реалізації ЗВІ, і вирішення цього питання зводиться до вибору такого принципу реалізації, що найбільшою мірою відповідає ергономічним вимогам. Це питання досить широко розкрито в [2].

Якість ЗВІ оцінюється множиною часткових параметрів $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Реалізація визначення оптимального рішення за багатьма параметрами включає нормалізацію часткових параметрів, формування узагальненого параметра, пошук оптимального варіанта.

Формальним апаратом для нормалізації часткових параметрів може виступати теорія нечітких множин, запропонована Заде [4] і надалі широко розвинена.

Якщо $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ деяка множина можливих значень часткового параметра $x_i, i = \overline{1, n}$, то нечітку підмножину A множини X можна задати функцією належності μ_A , що приймає значення в інтервалі $[0,1]$ і ставить у відповідність до кожного елемента $x \in X$ дійсне число в інтервалі $[0,1]$, що визначає ступінь належності у нечіткій підмножині A . Чим значення μ_a ближче до одиниці, тим вищий ступінь належності x до a . Тоді кожен з часткових параметрів можна задати у вигляді нечіткої множини $V_i = \{(v_i, \mu_{v_i}(v_i))\}$, де $\mu_{v_i}(v_i)$ – функція належності конкретного значення i -го часткового параметра нечіткій множині максимального (мінімального) значення.

У нашому випадку зручніше використовувати ФН, запроповану в [4]. Запишемо її у вигляді:

$$\mu_{v_i}(v_i) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } v_i \leq v_{i \min}, v_i > v_{i \max} \\ \frac{v_i - v_{i \min}}{v_{i \text{opt}} - v_{i \min}}, & \text{якщо } v_{i \min} \leq v_i \leq v_{i \text{opt}} \\ \frac{v_{i \max} - v_i}{v_{i \max} - v_{i \text{opt}}}, & \text{якщо } v_{i \text{opt}} \leq v_i \leq v_{i \max} \end{cases} \quad (1)$$

Нехай поточне значення параметра задається нечітким числом «біля v_i ». У трикутній формі опису нечітке число (невизначений параметр v_i) буде мати вигляд [6]:

$$\tilde{v}_i = (v_i^-, \bar{v}_i, v_{i \text{opt}})$$

де $v_i^-(\bar{v}_i)$ – нижня (верхня) межа нечіткого числа \tilde{v}_i на нульовому α -рівні;

$v_{i \text{opt}}$ – значення нечіткого числа \tilde{v}_i на одиничному α -рівні.

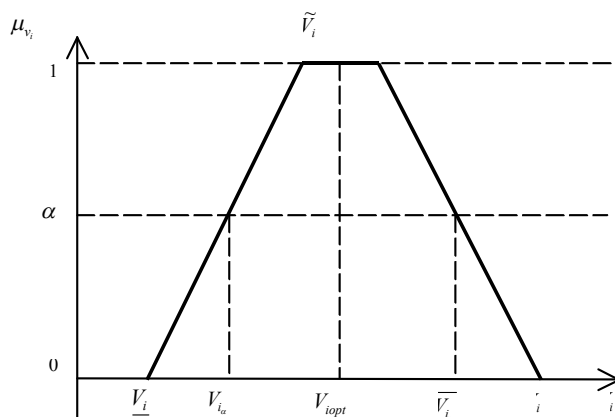


Рис. 1. Нечіткий параметр \tilde{v}_i із трикутною ФН

Такий опис відповідає ФН, зображеній на рис. 1.

У цьому випадку інтервал $[v_i^-, \bar{v}_i]$ є носієм нечіткого параметра \tilde{v}_i . Цей інтервал називають песимістичною оцінкою нечіткого параметра [7].

Тоді, відповідно до (1), в аналітичному вигляді ФН запишемо:

$$\mu_{v_i}(v_i) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } v_i < v_i^-, v_i > \bar{v}_i \\ \frac{v_i - v_i^-}{v_{i \text{opt}} - v_i^-}, & \text{якщо } v_i^- \leq v_i \leq v_{i \text{opt}} \\ \frac{\bar{v}_i - v_i}{\bar{v}_i - v_{i \text{opt}}}, & \text{якщо } v_{i \text{opt}} \leq v_i \leq \bar{v}_i \\ 1, & \text{якщо } v_i = v_{i \text{opt}} \end{cases}$$

Наприклад час виконання елементарної операції оператором автоматизованих систем радіоспостереження дорівнює “близько 4 сек”. Песимістична і оптимістична оцінки передбачаються відомими. Тоді це число в трикутній формі опису має вигляд: $\tilde{t} = \rangle 3.6, 4.2, 4 \langle$.

У α -рівневою розкладанні число \tilde{t} має вид:

$$\tilde{t} = (3.6, 4.2)_0 \cup (3.8, 4.1)_{0.5} \cup (4, 4)_1$$

Воно ілюструється ФН рис. 2.

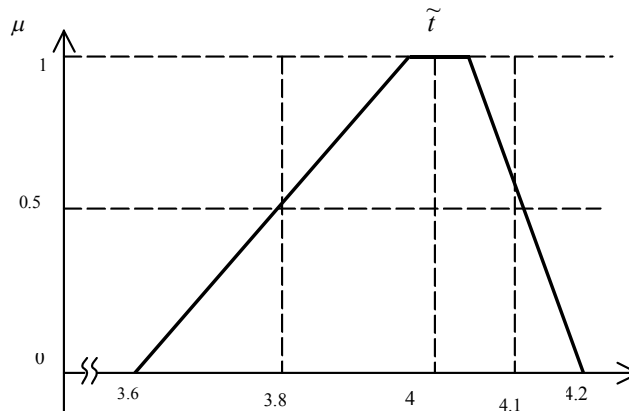


Рис. 2. Функція належності нечіткого числа t

Перейдемо далі до формування узагальненого критерію оцінки ЗВІ.

Узагальнений параметр, щодо до теорії нечітких множин, можна записати у вигляді, запропонованому в [5].

$$\mu_v = \left\{ \frac{1}{n} \sum_1^n [b_i \cdot \mu_{v_i}(v_i)]^\gamma \right\}^{\frac{1}{\gamma}} \tag{2}$$

де b_i — вагові коефіцієнти параметрів ЗВІ, причому $b_i \in [0,1]$, $\sum b_i = 1$;

γ — коефіцієнт, що характеризує принцип ухвалення рішення;

$V = \{(v_1, \dots, v_n), \mu_v(\mu_{v_1}(v_1), \dots, \mu_{v_n}(v_n))\}$ — нечітка множина можливих варіантів ЗВІ;

$\mu_v = \mu_v(\mu_{v_1}(v_1), \dots, \mu_{v_n}(v_n))$ — ФН найкращому варіанту.

Очевидно, що рішення буде найефективнішим при $\gamma = 1$ [4]. У цьому випадку узагальнений параметр оцінки ЗВІ можна записати:

$$\mu_v = \sum_1^n b_i \mu_{v_i}(v_i). \tag{3}$$

Далі задача зводиться до визначення екстремумів лінійної функції (3) при різних $b_i \in B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$.

Якщо x_i варіант технічної реалізації ЗВІ з припустимої множини варіантів $X = \{x_i\}$, $x_i = \overline{1, n}$, то при відомих залежності $X \rightarrow P$ і відносній важливості часткових параметрів $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$ задачу перебування оптимального рішення можна записати:

$$x_{iopt} = \underset{x_i \in X}{\text{opt}} R[P(x), \lambda]$$

При використанні узагальненого скалярного параметра виду (3) оптимальне рішення приймається відповідно до принципу, що максимізує суму зважених значень часткових параметрів. Якщо для зручності позначити $\mu_{v_i}(v_i) = v_i(x)$, то оптимальне рішення запишемо:

$$x_{iopt} = \max_{x_i \in X} \sum_1^n b_i \cdot v_i(x).$$

В результаті викладеного матеріалу можна зробити висновок, що методика включає в себе такі основні етапи:

1. Формування набору можливих варіантів технічної реалізації ЗВІ автоматизованих систем радіоспостереження.

2. Формування множини часткових параметрів $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ для оцінки якості ЗВІ автоматизованих систем радіоспостереження.

3. Нормалізація часткових параметрів оцінки якості ЗВІ автоматизованих систем радіоспостереження.

4. Формування узагальненого параметра оцінки якості ЗВІ автоматизованих систем радіоспостереження.

5. Вибір оптимального варіанта технічної реалізації.

Таким чином, у результаті застосування розробленої методики отримуємо визначені типи ЗВІ і способи їх технічної реалізації, що найбільше відповідають характеру розв'язуваних задач оператором автоматизованих систем радіоспостереження і визначеним ергономічним вимогам.

ЛІТЕРАТУРА :

1. *Литвак И.И., Ломов Б.Д., Соловейчик И.Е.* Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах. — М.: Сов. радио, 1975.
2. *Майдельман Ч.Н., Ревенко В.Н., Саркисян Б.Г.* Отображение информации в автоматизированных системах управления. — М.: Сов. радио, 1972.
3. *Ревенко В.Н., Сегал В.М.* Комплексы средств отображения информации. — М.: Радио и связь, 1985.
4. *Беллман В., Заде Л.* Принятие решений в расплывчатых условиях. — М.: Мир, 1976.
5. *Подиновский В.В., Гаврилов В.М.* Оптимизация по последовательно применяемым критериям. — М.: Сов. радио, 1975.
6. *Ротштейн А.П., Штовба С.Д.* Нечёткая оптимизация алгоритмических процессов. — Винница: Континент, 1997.
7. *Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П.* Принятие решений на основе нечётких моделей. Примеры использования. — Рига: Зинатне, 1990. — 180 с.

ГЕРАСИМОВ Борис Михайлович – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи відображення інформації.

КОНДРАТЕНКО С.О. – кандидат технічних наук, викладач Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи відображення інформації.

ПАШКОВСЬКИЙ Вадим Вікторович – ад'юнкт Житомирського військового інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи відображення інформації.

Подано 25.11.2004

Герасимов Б.М., Кондратенко С.О., Пашковський В.В. Методика визначення оптимального складу засобів відображення інформації в автоматизованих системах радіоспостереження на основі аналізу діяльності оператора.

Герасимов Б.М., Кондратенко С.О., Пашковський В.В. Методика определения оптимального состава средств отображения информации в автоматизированных системах радионаблюдения на основе анализа деятельности оператора.

Gerasimov B.M., Kondratenko S.O., Pashkovskij V.V. Methods of optimal composition definition of information reflection means in station of communication .

УДК 681.3

Методика визначення оптимального складу засобів відображення інформації в автоматизованих системах радіоспостереження на основі аналізу діяльності оператора./Б.М.Герасимов, С.О.Кондратенко, В.В.Пашковський

У даній роботі на основі проведеного аналізу алгоритму діяльності оператора автоматизованих систем радіоспостереження пропонується методика визначення оптимального складу засобів відображення інформації (ЗВІ). Формується узагальнений критерій оцінки ЗВІ. Формальним апаратом для нормалізації часткових параметрів пропонується використовувати теорію нечітких множин. В результаті застосування методики визначаються типи ЗВІ і способи їх технічної реалізації.

УДК 681.3

Методика определения оптимального состава средств отображения информации в автоматизированных системах радионаблюдения на основе анализа деятельности оператора./Б.М.Герасимов, С.О.Кондратенко, В.В.Пашковський

В данной работе на основе проведенного анализа алгоритма деятельности оператора автоматизированных систем радионаблюдения предлагается методика определения оптимального состава средств отображения информации (СОИ). Формируется обобщенный критерий оценки СОИ. Формальным аппаратом для нормализации частных параметров предлагается использование теории нечетких множеств. В результате использования методики определяются типы СОИ и способы их технической реализации.

УДК 681.3

Methods of optimal composition definition of information reflection means in station of communication./B.M. Gerasimov, S.O. Kondratenko, V.V.Pashkovskij

Methods of optimal composition definition of information reflection means on the base of the performed analysis of activity algorithm of station of communication operator are worked out in this work. The generalised criterion of information reflection means evaluation is formed. Its suggested to use the theory of indistinct multitudes as a formal apparatus for standardising partial parameters. Types of information definition means and naus of their technical realisation are results of the application of these methods