

В.А. Шуренок, ст. викл.

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки ім. С.П. Корольова

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКОГО ВІРОГІДНІСНОГО ГРАФА ТА КРИТЕРІЇВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

(Представлено д.т.н., проф., Панішевим А.В.)

Запропоновано оцінювати ефективність застосування систем підтримки та прийняття рішення на основі системного підходу за показниками операторської діяльності та експериментальними даними з використанням тестуючої вибірки по прийнятих системою рішеннях. Наведено результати досліджень для системи підтримки прийняття рішень оцінки космічної обстановки.

Вступ

Для теперішнього часу характерне прагнення до більш широкого застосування математичних методів для описання складних процесів прийняття рішень. Ситуації прийняття рішень, як правило, містять умови невизначеності. Саме для вирішення проблем прийняття рішень в умовах невизначеності створюється система підтримки прийняття рішення (СППР), під якою розуміють комп'ютерну інформаційну систему, що використовується для підтримки дій особи, що приймає рішення в ситуаціях вибору, коли неможливо мати повністю автоматичну систему представлення і реалізації всього процесу оцінки і вибору альтернатив [1].

Для прийняття рішення, коли результати спостережень не строго однозначні, а залежать від багатьох чинників, які неможливо врахувати та передбачити, постає задача оцінки космічної обстановки (КО). Її основне завдання – надання допомоги оператору у визначенні оцінки в умовах дефіциту часу на прийняття рішення, неповноти або невизначеності інформації [1].

Можливість використання СППР доцільно визначити через ефективність її застосування. Для оцінки ефективності СППР вибирають той чи інший метод оцінювання, що дає кількісну оцінку певним показникам ефективності. До найбільш важливих показників ефективності СППР відносять [1]–[3]:

– точність, яка характеризує вірогідність правильного прийняття СППР рішень;

– достовірність, яка співпадає з поняттям достовірної оцінки, отриманої в результаті використання СППР;

– оперативність, що визначається затратами часу на прийняття рішення;

– повноту, що характеризує долю показників, задіяних для оцінки СППР від усіх показників, які визначають рішення;

– вартість, що обчислюється затратами матеріальних засобів.

Із наведених показників найбільш широко використовуються ті, що характеризують СППР за вірогідністю правильного прийняття рішень. Але недоліком використання тільки цього класу показників для СППР оцінки КО є неможливість визначення оперативності СППР, що визначається затратами часу на прийняття рішення при розрахованій вірогідності правильного прийняття рішень системою. Розрахунок оперативності проведення оцінки КО СППР, коли зменшення часу дозволяє вжити певних заходів, при заданій вірогідності правильної оцінки призводить до необхідності використання системного методу оцінювання даної СППР.

Тому в статті запропоновано системний підхід до оцінки за показниками операторської діяльності: імовірність правильного виконання P і час виконання T визначеної задачі [4], [5] та експериментальними даними: вірогідністю правильного прийняття СППР рішень з використанням тестуючої вибірки з прийнятих системою рішень, що дозволяє визначити час на прийняття СППР рішення при заданих вірогіднісних характеристиках точності оцінки космічної обстановки.

Постановка задачі

Нехай $Y = (X, M)$ – нечітка модель оцінки КО, отримана після настроювання з використанням навчальної вибірки об'єму M за визначенням показниками X зміни космічної обстановки. Для оцінки її ефективності використовують тестуючу вибірку, під якою розуміють набір експериментальних даних, за якими СППР приймає рішення. Тестуюча вибірка отримана за ознаками зміни КО на задані моменти часу. Для оцінки ефективності СППР, коли Y – оцінка КО, що задана множиною $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$, де m – число оцінок КО, необхідно визначити вірогіднісні характеристики проведеного оцінювання за експериментальними даними. Для оцінки СППР за показниками операторської діяльності розрахувати вірогідність правильного прийняття рішення P та час на його прийняття T .

Відповідно до поставленої задачі, згідно з теорією оцінювання, проведена оцінка ефективності СППР за показниками операторської діяльності.

Для оцінювання алгоритму оцінки космічної обстановки пропонується використовувати поняття нечіткого вірогіднісного графа (НВГ), під яким розуміється кінцевий орієнтований граф, дуги якого зважені нечіткими імовірісно-часовими характеристиками переходів між вершинами [6]. До НВГ зводиться вірогіднісна модель алгоритму підтримки оцінки КО. Основні властивості вірогіднісного графа визначаються таким способом [5]:

- вершини графа відповідають подіям, що ототожнюються з початком і закінченням виконання операцій, що входять в алгоритм;
- дуги графа ототожнюються з виконуваними операціями алгоритму;
- ваги дуг відповідають характеристикам вірогідності й часу виконання операцій алгоритму з різними результатами (правильними і неправильними);
- ваги дуг передбачаються незалежними;
- вершини графа мають вихід типу: “ що виключають ЧИ”;
- множина вершин подається у вигляді:

$$X = x_0 \cup \pi \cup A, \quad (1)$$

де x_0 – вхідна вершина, що відповідає ухваленню рішення про початок виконання алгоритму (якщо граф має кілька вхідних вершин, то вершина x_0 є фіктивною); A – множина вихідних вершин, кожна з яких характеризує завершення алгоритму з різними результатами; π – множина проміжних вершин, що знаходиться між вхідною і вихідною вершинами.

Граф може мати петлі й замкнуті контури, що відповідають циклічно повторюваним сукупностям операцій.

Для будь-якої j -тої вершини графа повинна виконуватись умова стохастичності:

$$\sum_{j=1}^n p_{ji} = 1, \quad (2)$$

де p_{ji} – імовірність переходу з j -тої вершини в i -ту;

n – кількість дуг, що виходять з вершини j .

Відповідно до даного методу розрахунок значень імовірності правильного прийняття рішення P і часу ухвалення рішення T для вихідного НВГ здійснюється за допомогою його перетворення (укрупнення) в еквівалентний НВГ з однією дугою і двома вершинами – вхідною і кінцевою.

При укрупненні вірогіднісних графів пропонується використовувати правила еквівалентних перетворень [5] для послідовних дуг, рівнобіжних дуг, дуги-петлі.

Формальним алгоритмом укрупнення пропонується вибрати алгоритм, що базується на представленні графа у вигляді стрічкової L-матриці [5]. Такою матрицею будемо називати матрицю розміром $4 \times n$, кожний i -ий рядок якої ототожнюється з дугою графа і має наступний вигляд:

$$l_i = \{x_i, y_i, \tilde{p}_i, \tilde{t}_i\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де x_i – номер вершини, з якої виходить i -та дуга;

y_i – номер вершини, в яку входить i -та дуга;

$\tilde{p}_i, (\tilde{t}_i)$ – нечітка імовірність (час) переходу з вершини x_i у вершину y_i ;

n – кількість дуг вірогіднісного графа.

Зважаючи на такий підхід, проведено розрахунок ефективності СППР за показниками операторської діяльності для оцінки КО.

Оцінка ефективності СППР за показниками операторської діяльності для оцінки КО

Для оцінки використаний метод визначення ймовірісно-часових характеристик алгоритму прийняття рішень [5] без та із застосуванням СППР.

Даний метод, реалізований для оцінки космічної обстановки, є типовим представником алгоритмічних процесів. Оскільки оцінювання КО можна характеризувати як алгоритм підтримки прийняття рішення, який наділений властивостями дискретності, детермінованості, елементарності та кінцевості кроків, спрямованості і масовості [4]–[6].

Алгоритм дій оператора за оцінкою КО можна представити у вигляді нечіткого вірогіднісного графа [5], зображеного на рис. 1.

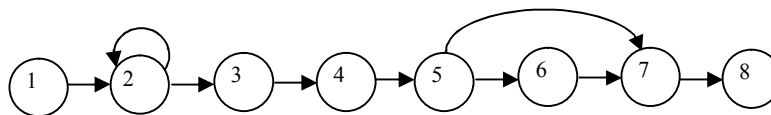


Рис. 1. НВГ алгоритму діяльності оператора оцінки КО

Нечіткими вершинами даного графа є операції, що виконуються оператором у ході оцінювання КО, а переходами між вершинами – нечіткі ймовірно-часові характеристики переходу від виконання однієї операції до іншої.

Даний граф відображає наступні операції:

- 1 – визначення районів, по яким проводиться оцінка застосування космічних систем;
- 2 – вибір космічних систем, що можуть залучатися до виконання задач у заданих районах;
- 3 – оцінка інформації про КО по районах, що надходить на екран монітора;
- 4 – оцінка змін КО по районах;
- 5 – доповідь про зміни КО по районах;
- 6 – визначення близькості ситуації по районах до вихідних рішень оцінювання, введених у базу знань;
- 7 – виклик та аналіз рекомендацій, необхідних для оформлення інформаційно-звітних документів;
- 8 – доповідь про оцінку КО по районах.

Вагові коефіцієнти переходів між вершинами задані нечіткими числами, значення яких записані у вигляді таблиць переходів між вершинами НВГ. Значення цих вагових коефіцієнтів визначені за результатами експертного опитування оперативного персоналу, що здійснює оцінку КО. Позначимо попередньо нечіткі ймовірності й час переходу між *i*-тою і *j*-тою вершинами НВГ \tilde{P}_{ij} і \tilde{t}_{ij} відповідно.

На основі результатів експертних даних сформовані таблиці 1, 2 ймовірностей та часу переходів між вершинами НВГ алгоритму оцінки КО.

Таблиця 1

Ймовірності переходів між вершинами НВГ алгоритму оцінки КО

Γ_j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0.1	0.9	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0.7	0.3	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблиця 2

Час переходів між вершинами НВГ алгоритму оцінки КО

Γ_j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	10	0	0	0	0	0	0
2	0	45	20	0	0	0	0	0
3	0	0	0	25	0	0	0	0
4	0	0	0	0	10	0	0	0
5	0	0	0	0	0	15	60	0
6	0	0	0	0	0	0	15	0

7	0	0	0	0	0	0	0	60
8	0	0	0	0	0	0	0	0

Після представлення нечітких характеристик переходів між вершинами графа в α -рівневу описі $\tilde{q} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{q}_\alpha, \overline{q}_\alpha)$ представимо вихідний граф алгоритму дій оператора за оцінкою КО (рис. 1) наступною

L – матрицею:

$$L = \begin{pmatrix} 1 & 2 & (0.95,1.0)_0 \cup (0.99,1.0)_1 & (6,14)_0 \cup (9,11)_1 \\ 2 & 3 & (0.85,0.95)_0 \cup (0.88,0.92)_1 & (16,25)_0 \cup (19,21)_1 \\ 2 & 2 & (0.05,0.15)_0 \cup (0.08,0.12)_1 & (42,48)_0 \cup (44,46)_1 \\ 3 & 4 & (0.95,1.0)_0 \cup (0.99,1.0)_1 & (20,30)_0 \cup (24,26)_1 \\ 4 & 5 & (0.95,1.0)_0 \cup (0.99,1.0)_1 & (6,14)_0 \cup (9,11)_1 \\ 5 & 6 & (0.6,0.8)_0 \cup (0.68,0.72)_1 & (11,18)_0 \cup (14,16)_1 \\ 5 & 7 & (0.2,0.4)_0 \cup (0.28,0.32)_1 & (55,65)_0 \cup (59,61)_1 \\ 6 & 7 & (0.95,1.0)_0 \cup (0.99,1.0)_1 & (11,18)_0 \cup (14,16)_1 \\ 7 & 8 & (0.95,1.0)_0 \cup (0.99,1.0)_1 & (55,65)_0 \cup (59,61)_1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Визначимо алгоритм укрупнення НВГ оцінки КО, використовуючи правила еквівалентного перетворення НВГ [5], до яких відносять:

1. Об'єднання послідовних дуг (видалення вершини без петлі) (рис. 2).

$$\tilde{p}_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}_{ij_\alpha}, \overline{p}_{ij_\alpha}), \quad (5)$$

$$\tilde{t}_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}_{ij_\alpha}, \overline{t}_{ij_\alpha}), \quad (6)$$

де $\overline{p}_{ij_\alpha} = \overline{p}_{ik_\alpha} \cdot \overline{p}_{kj_\alpha}$; $\underline{p}_{ij_\alpha} = \underline{p}_{ik_\alpha} \cdot \underline{p}_{kj_\alpha}$; $\overline{t}_{ij_\alpha} = \overline{t}_{ik_\alpha} + \overline{t}_{kj_\alpha}$; $\underline{t}_{ij_\alpha} = \underline{t}_{ik_\alpha} + \underline{t}_{kj_\alpha}$.

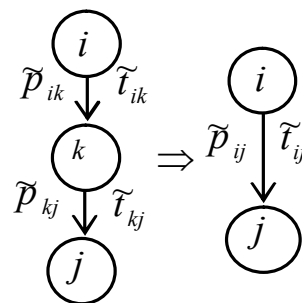


Рис. 2. Об'єднання послідовних дуг

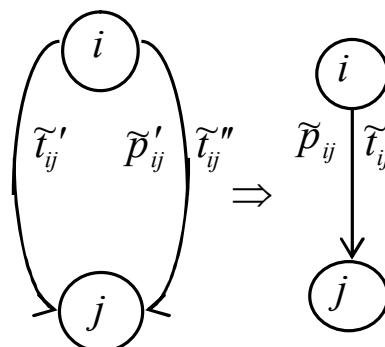


Рис. 2. Об'єднання паралельних дуг

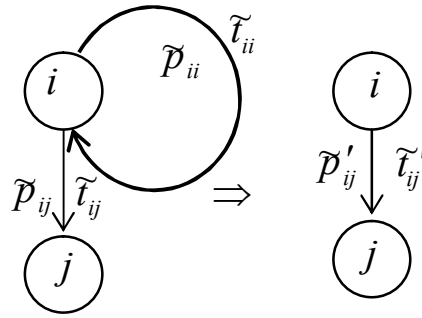


Рис. 4. Видалення дуги-петлі

2. Об'єднання рівнобіжних дуг (рис. 3).

$$\tilde{p}_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}_{ij\alpha}, \overline{p}_{ij\alpha}), \tag{7}$$

$$\tilde{t}_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}_{ij\alpha}, \overline{t}_{ij\alpha}), \tag{8}$$

де $\underline{t}_{ij\alpha} = \frac{p_1 t'_{ij\alpha} + p_2 t''_{ij\alpha}}{p_1 + p_2}$, $\overline{t}_{ij\alpha} = \frac{p_3 \overline{t}'_{ij\alpha} + p_4 \overline{t}''_{ij\alpha}}{p_3 + p_4}$, $p_1 = \begin{cases} \underline{p}'_{ij\alpha}, \underline{t}'_{ij\alpha} \geq \underline{t}''_{ij\alpha} \\ \underline{p}'_{ij\alpha}, \underline{t}'_{ij\alpha} < \underline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}$, $p_2 = \begin{cases} \underline{p}''_{ij\alpha}, \underline{t}''_{ij\alpha} \geq \underline{t}'_{ij\alpha} \\ \underline{p}''_{ij\alpha}, \underline{t}''_{ij\alpha} < \underline{t}'_{ij\alpha} \end{cases}$,

$$p_3 = \begin{cases} \overline{p}'_{ij\alpha}, \overline{t}'_{ij\alpha} \geq \overline{t}''_{ij\alpha} \\ \overline{p}'_{ij\alpha}, \overline{t}'_{ij\alpha} < \overline{t}''_{ij\alpha} \end{cases}, \quad p_4 = \begin{cases} \overline{p}''_{ij\alpha}, \overline{t}''_{ij\alpha} \geq \overline{t}'_{ij\alpha} \\ \overline{p}''_{ij\alpha}, \overline{t}''_{ij\alpha} < \overline{t}'_{ij\alpha} \end{cases}.$$

3. Видалення дуги-петлі (рис. 4).

$$\overline{p}'_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{p}'_{ij\alpha}, \overline{p}'_{ij\alpha}),$$

$$\tilde{t}'_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{t}'_{ij\alpha}, \overline{t}'_{ij\alpha}),$$

де $\overline{p}'_{ij\alpha} = \min \left(1, \frac{\overline{p}_{ij\alpha}}{1 - p_{ii\alpha}} \right)$, $\underline{p}'_{ij\alpha} = \frac{p_{ij\alpha}}{1 - p_{ii\alpha}}$,

$$\underline{t}'_{ij\alpha} = \underline{t}_{ij\alpha} + \frac{t_{ij\alpha} \cdot p_{ii\alpha}}{1 - p_{ii\alpha}}, \quad \overline{t}'_{ij\alpha} = \overline{t}_{ij\alpha} + \frac{\overline{t}_{ij\alpha} \cdot p_{ii\alpha}}{1 - p_{ii\alpha}}.$$

Відповідно з наведеними правилами алгоритм укрупнення НВГ оцінки КО буде включати наступні кроки:

1. Видалення дуги-петлі на вершині 2 та проміжної вершини 6 (рис. 5):

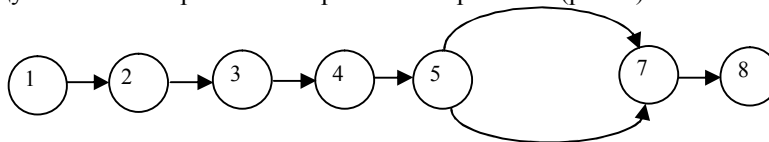


Рис. 5. Граф видалення петлі на вершині 2 та проміжної вершини 6

$$L1 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (6,14)_0 & \cup(9,11)_1 \\ *2 & 3 & (0.895,1)_0 & \cup(0,957,1)_1 & (17,29)_0 & \cup(20.6,23.9)_1 \\ 3 & 4 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (20,30)_0 & \cup(24,26)_1 \\ 4 & 5 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (6,14)_0 & \cup(9,11)_1 \\ *5 & 7 & (0.57,0.8)_0 & \cup(0,673,0.72)_1 & (22,36)_0 & \cup(28,32)_1 \\ 5 & 7 & (0.2,0.4)_0 & \cup(0,28,0.32)_1 & (55,65)_0 & \cup(56,61)_1 \\ 7 & 8 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (55,65)_0 & \cup(56,61)_1 \end{vmatrix} \quad (9)$$

2. О'єднання паралельних дуг між вершинами 5 і 7 (рис. 6).

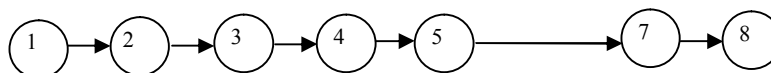


Рис. 6. Граф об'єднання паралельних дуг між вершинами 5 і 7

$$L2 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (6,14)_0 & \cup(9,11)_1 \\ 2 & 3 & (0.895,1)_0 & \cup(0,957,1)_1 & (17,29)_0 & \cup(20.6,23.9)_1 \\ 3 & 4 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (20,30)_0 & \cup(24,26)_1 \\ 4 & 5 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (6,14)_0 & \cup(9,11)_1 \\ *5 & 7 & (0.77,1)_0 & \cup(0,953,1)_1 & (31,46)_0 & \cup(37,41)_1 \\ 7 & 8 & (0.95,1)_0 & \cup(0,99,1)_1 & (55,65)_0 & \cup(56,61)_1 \end{vmatrix} \quad (10)$$

3. Видалення проміжних вершин 2 і 7 (рис. 7):

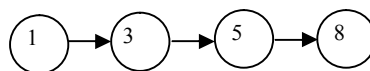


Рис. 7. Граф видалення проміжних вершин 2 і 7

$$L3 = \begin{vmatrix} *1 & 3 & (0.85,1)_0 & \cup(0,947,1)_1 & (23,43)_0 & \cup(29.6,34.9)_1 \\ 3 & 5 & (0.9,1)_0 & \cup(0,98,1)_1 & (26,44)_0 & \cup(33,37)_1 \\ *5 & 8 & (0.73,1)_0 & \cup(0,94,1)_1 & (86,111)_0 & \cup(96,102)_1 \end{vmatrix} \quad (11)$$

4. Видалення проміжної вершини 3 (рис. 8):

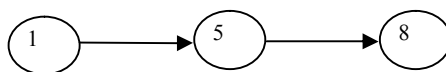


Рис. 8. Граф видалення проміжної вершини 3

$$L4 = \begin{vmatrix} *1 & 5 & (0.765,1)_0 & \cup(0,93,1)_1 & (49,87)_0 & \cup(62.6,71.9)_1 \\ 5 & 8 & (0.73,1)_0 & \cup(0,94,1)_1 & (86,111)_0 & \cup(96,102)_1 \end{vmatrix} \quad (12)$$

5. Видалення проміжної вершини 5 (рис. 9).

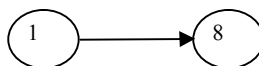


Рис. 9. Граф видалення проміжної вершини 5

$$L5 = \left| *1 \ 8 \ (0.558,1)_0 \cup (0,874,1)_1 \ (135,198)_0 \cup (158.6,173.9)_1 \right|. \quad (13)$$

Як видно з результатів проведених розрахунків, СППР дозволяє провести оцінку космічної обстановки із затрачуванням часом $(135,198)_0 \cup (158.6,173.9)_1$ не більше 174 секунди, з вірогідністю $(0.558,1)_0(0,874,1)_1$, середньою вірогідністю 0.71.

За експертними оцінками імовірність визначення КО в заданому районі без застосування СППР складає 0,2–0,45, час проведення оцінки 80–120 хв. залежно від ступеня складності КО.

Отримані результати показують, що із застосуванням запропонованої системи вдалося істотно понизити час, що витрачається оператором на прийняття рішення з оцінки КО при досить великій імовірності правильного ухвалення рішення.

Оцінка ефективності СППР з використанням критеріїв якості ідентифікації

Відповідно до другої частини поставленої задачі проведена оцінка ефективності СППР на базі теорії ідентифікації.

Для оцінки ефективності СППР скористаємося методами, наведеними у [3], [7]–[9]. Нехай Q – загальне число ситуацій, що використовуються для тестування моделі, Y – оцінка КО, яка задана множиною $\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Для оцінки якості нечіткого логічного висновку, $Y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$, необхідно розподілити Q ситуацій відповідно до дерева, приклад якого наведено на рис. 10. На цьому дереві позначено: Q_j – число ситуацій, що потребують оцінки d_j . Таким чином, $Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_m$.

Q_{ji} – число ситуацій, в яких потрібно отримати оцінку d_j , але модель прийняла оцінку d_i .

Отже $Q_j = Q_{j1} + Q_{j2} + \dots + Q_{jm}$, $j = 1, m$.

Якість нечіткого висновку можливо оцінити таким чином:

$$P_j = \frac{Q_{jj}}{Q_j}, \quad (14)$$

$$P_{ji} = \frac{Q_{ji}}{Q_j}, \quad (15)$$

$$P = \frac{1}{Q} * \sum_{j=1}^m Q_{jj}, \quad (16)$$

де P_j – вірогідність правильної оцінки КО d_j ,

P_{ji} – вірогідність прийняття оцінки d_i за умови об'єктивної необхідності вибору оцінки d_j ,

P – осереднена вірогідність правильної оцінки КО.

В СППР оцінки КО визначені 4 можливі вихідні рішення $\{d_1, d_2, d_3, d_4\}$. Дерево для визначення ефективності СППР оцінки КО представлено на рис. 10. На рисунку наведені всі можливі ситуації оцінок СППР, а провівши їх підрахунок за результатами застосування тестуючої вибірки, можна визначити вірогіднісні характеристики ефективності СППР.

Таким чином, вірогідність правильного прийняття рішення СППР оцінки КО за допомогою теорії ідентифікації 0.68. Отримані результати показують, що залежно від вимог до ідентифікації, які стоять перед СППР для підвищення її ефективності, необхідно донастроювання системи.

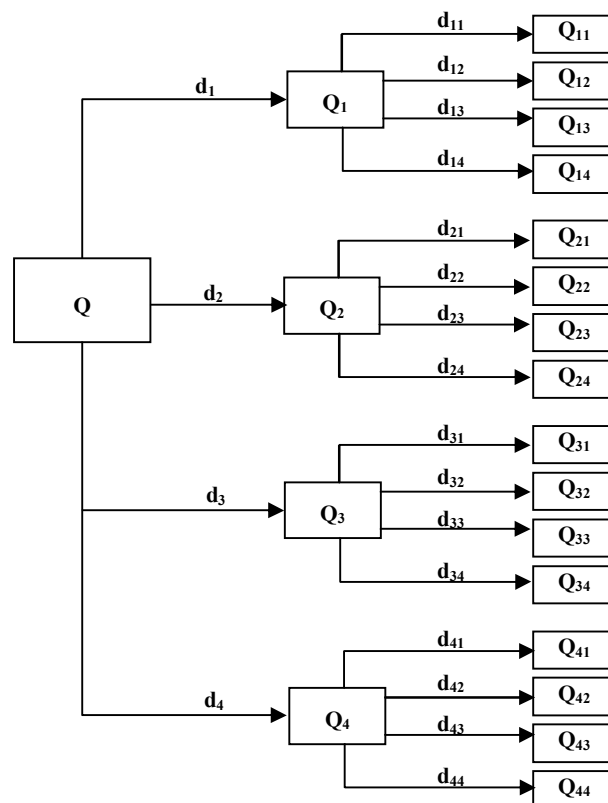


Рис. 10. Дерево визначення ефективності СППР для оцінки КО

Висновки

1. Для визначення ефективності СППР оцінки КО застосовані два методи оцінювання, що дають можливість визначити її ефективність за показниками операторської діяльності та експериментальними даними з використанням навчаючої вибірки.

2. Застосований метод оцінки ефективності СППР як реалізація алгоритму діяльності оператора при оцінці КО дозволив представити алгоритм оцінки КО у вигляді нечіткого вірогіднісного графа й оцінити його ймовірно-часові характеристики.

Новизна результату полягає в тому, що для розрахунку ефективності СППР для оцінки КО вперше застосовано розрахунок значень ймовірності правильного ухвалення рішення і часу прийняття рішення за допомогою нечіткого вірогіднісного графа та його перетворення (укрупнення) в еквівалентний НВГ з однією дугою і двома вершинами з використанням правил еквівалентних перетворень.

3. Застосування даного методу має певні недоліки: потребує значного обсягу інформації від експертів для створення ймовірно-часових таблиць суміжності переходів вершин НВГ (таблиця 1, 2), що вносить суб'єктивність в оцінювання СППР, для ліквідації якого та перевірки оцінки застосування СППР доцільно використати оцінку за експериментальними даними.

4. Застосування методу оцінки ефективності СППР за експериментальними даними з використанням тестуючої вибірки по прийнятих системою рішеннях дозволяє визначити ймовірнісні характеристики якості системи. Задаючи вимоги до ймовірнісних характеристик системи, прийняти рішення про необхідність до налаштування системи. Шляхом спостереження за зміною вірогідностей від об'єму експериментальних даних можна простежити динаміку навчання СППР оцінки КО.

5. За розробленим системним методом проведена оцінка ефективності алгоритму прийняття рішень оперативним персоналом по оцінці КО із використанням СППР, що дозволяє оцінити КО із затратою часу не більше 150 секунд і з вірогідністю 0,71. За експертними оцінками ймовірність оцінки КО в даний час складає 0,2–0,45 залежно від ступеня складності ситуації.

Отже, застосування двох методів оцінювання ефективності СППР дозволяє визначати часові та ймовірнісні показники, проводити їх порівняння, визначати необхідність до налаштування системи, що призводить до підвищення адекватності застосування СППР.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Ротштейн А.П.* Медицинская диагностика на нечеткой логике. – Винница: Континент–ПРИМ, 1996. – 132 с.
2. *Ротштейн О.П., Черноволик Г.О., Ларюшкін Є.П.* Метод побудови функцій належності нечітких множин // Вісник ВПІ. – 1996. – № 3. – С. 72–75.
3. *Ротштейн О.П.* Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі. – Вінниця: Універсам–Вінниця, 1999. – 320 с.
4. *Герасимов Б.М., Кондратенко С.О.* Синтез алгоритму діяльності оператора при нечіткій початковій інформації // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 13. – С. 113–116.
5. *Герасимов Б.М., Кондратенко С.О.* Розрахунок значень імовірності правильного виконання і часу виконання алгоритму діяльності оператора на основі використання правил еквівалентних перетворень // Збірник наукових праць ЖВІРЕ. – 2001. – № 3. – С. 41–51.
6. *Герасимов Б.М., Кондратенко С.О.* Синтез алгоритмів діяльності оператора // Збірник наукових праць КВІУЗ. – 2001. – № 2. – С. 44–58.
7. *Ротштейн А.П., Штовба С.Д.* Нечёткая надёжность алгоритмических процессов. – Винница: Континент, 1997. – 142 с.
8. *Дегтярев Ю.И.* Методы оптимизации: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Сов.Радио, 1980. – 272 с.
9. *Джесксон, Питер.* Введение в экспертные системы: Пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 624 с.

ШУРЕНОК Володимир Анатолійович – старший викладач Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова.

Наукові інтереси:

– інтелектуальні системи і системи прийняття рішень.

Подано 11.11.2004

Шуренок В.А. Методи оцінки ефективності застосування систем підтримки прийняття рішень на основі теорій нечіткого вірогіднісного графа та ідентифікації

Шуренок В.А. Методы оценки эффективности использования систем поддержки принятия решений на основе теорий нечеткого вероятностного графа и идентификации

Shurenok V.A. The methods of estimating the efficiency of using the supported decision column of indistinct probability acceptance system and identification theories.

УДК 681.3

Методи оцінки ефективності застосування систем підтримки прийняття рішень на основі теорій нечіткого вірогіднісного графа та ідентифікації / В. А. Шуренок // ЖДТУ. – 2004. - №?? / Технічні науки. – С. ???-???

Розглянутий системний підхід до оцінки ефективності систем підтримки прийняття рішення. Приведені результати досліджень для СППР оцінки космічної обстановки.

УДК 681.3

Методы оценки эффективности использования систем поддержки принятия решений на основе теорий нечеткого вероятностного графа и идентификации / В. А. Шуренок // ЖДТУ. – 2004. - №?? / Технічні науки. – С. ???-???

Рассмотрен системный подход к оценке эффективности систем поддержки принятия решений. Приведены результаты исследований для СППР оценки космической обстановки.

УДК 681.3

The methods of estimating the efficiency of using the supported decision column of indistinct probability acceptance system and identification theories / Shurenok V.A.

The system approach to estimate the efficiency supported decision acceptance system is considered. The results of researches of SDAS of space conditions estimation are given.