

УДК 007.355

І.О. Ляшенко

Національний університет оборони України, Київ

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН – ЗАГРОЗ ТЕРОРИСТИЧНОГО АКТУ

Запропоновано методику оцінки ефективності системи підтримки прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден, що можуть бути використані для терористичних атак.

Ключові слова: повітряні судна - загрози застосування терористичних атак (ПСЗТА), ідентифікація, ефективність.

Постановка проблеми

Сутність оцінки ефективності застосування систем підтримки прийняття рішення (СППР) в будь-якій предметній області полягає в порівнянні якості рішень, що приймаються оператором без застосування СППР чи з її застосуванням.

Типова схема взаємодії оператора та ЕОМ, традиційна для більшості сучасних автоматизованих систем управління (АСУ) наведена на рис. 1.

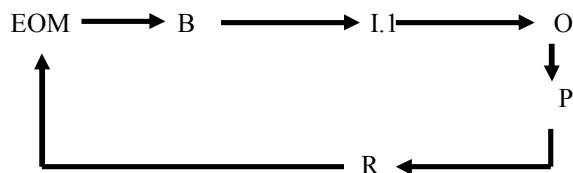


Рис. 1. Схема взаємодії оператора та ЕОМ без інформаційної підготовки прийняття рішення.

Первинним джерелом відомостей В про стан системи, середовище та хід керуючого процесу є ЕОМ АСУ. Інформаційна модель загальної оцінки ситуації I.1 формується в керуючій ЕОМ та відображається на системі відображення інформації індивідуального (дисплей) чи колективного (мнемосхема, табло, великий екран) користування. Опера-

тор О розпізнає ситуації, у випадку необхідності втрутитись в управління процесом функціонування системи (виникнення конфліктних ситуацій) викликає на індивідуальне робоче місце за допомогою пульта вводу команд Р додаткову інформацію для вироблення рішення. Результати рішення R вводяться в ЕОМ та впливають прямо чи опосередковано (через які-небудь органи чи програми управління) на параметри керуємого процесу.

Характерна риса схеми впливу оператора та ЕОМ – значні часові затрати на формування імітаційної моделі (ІМ) конфліктної ситуації, тобто на інформаційну підготовку прийняття рішення (ІР). Експериментальні дослідження показують, що ці часові затрати можуть досягати половини та більше усього наявного часу на ІР, що недопустимо в умовах гострого дефіциту часу на усунення конфліктної ситуації.

Це дозволяє зробити висновок про необхідність автоматизації процесу інформаційної підготовки ІР, переходу до принципово нової схеми взаємодії оператора та ЕОМ в конфліктній ситуації, яка базується на діалозі між ними як партнерами при виробленні рішення. В даній схемі повинно бути передбачено автоматична обробка інформації про конфліктні ситуації і підготовка варіантів можливих рішень за допомогою СППР (рис. 2).

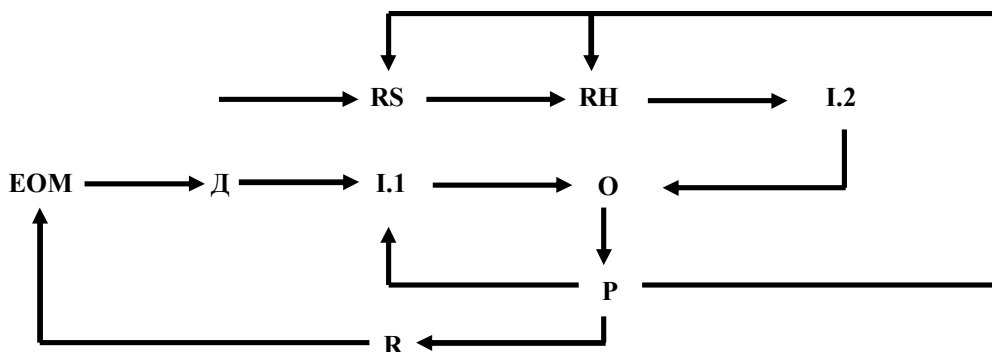


Рис. 2. Схема взаємодії оператора та ЕОМ з інформаційної підготовки прийняття рішень

Подібна схема взаємодії відрізняється від схеми, приведеної на рис. 1, наявністю контуру автоматизованого формування ІМ ПР 1.2.

Ця модель повинна містити дані, необхідні для аналізу конфліктної ситуації та вироблення рішення, можливі варіанти рішення, а також набір рекомендацій та інструкцій, що допомагають оператору швидко реалізувати рішення.

Формування ІМ ПР здійснюється таким чином. На підставі даних Д про поточний стан керованого процесу, що надходять з ЕОМ, автоматично (або автоматизовано) за участю оператора проводиться розпізнавання RS конфліктної ситуації, по котрій треба ухвалювати рішення. Потім, на основі використання досвіду, накопиченого при експлуатації системи, виробляються гіпотези про можливі причини конфліктної ситуації RH. Відповідно до проблемної ситуації, яка виникла, автоматично формується ІМ 1.2, яка містить детальні відомості про ситуацію, що виникла і рекомендацію оператору для планування рішення.

Розглянута схема взаємодії дозволяє представити ЕОМ і людину-оператора як двох партнерів, що одночасно беруть участь в розробленні рішення. Це дає можливість використовувати переваги кожного з партнерів і забезпечує високу якість рішень, що ухвалюються.

Проведений аналіз процесу ухвалення рішень дозволяє перейти до обґрунтування показників ефективності СППР і методів їх розрахунку.

Достатньо загальноприйнятими показниками ефективності ергономічних систем управління є оперативність рішень, що ухвалюються та їх якість (точність, безпомилковість, оптимальність) [1].

Інтегральним показником, який враховує і оперативність, і якість рішень є вірогідність своєчасного і правильного ухвалення рішення:

$$P = P_{\text{ч}} \cdot P_{\text{як}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{ч}}, P_{\text{як}}$ – відповідно імовірності своєчасного та якісного рішення.

Проте слід відмітити, що вираз (1) справедливий лише за умови незалежності ймовірностей $P_{\text{ч}}$ і $P_{\text{як}}$, що практично неможливо. Тому, надалі окремо розглядатимемо методи розрахунку показників своєчасності $P_{\text{ч}}$ і якості $P_{\text{як}}$ ухвалених рішень.

Традиційно методи оцінки оперативності ухвалення рішень діляться на експериментальні, аналітичні методи і методи моделювання.

Для оцінки оперативності експериментальним шляхом скористаємося співвідношенням

$$P_{\text{ч}} = \frac{m(t \leq t_{\text{доп}})}{n(t)}, \quad (2)$$

де $n(t)$ – загальна кількість рішень, які було необ-

хідно прийняти за час t ; $m(t \leq t_{\text{доп}})$ – кількість рішень, прийнятих своєчасно (за допустимий час $t_{\text{доп}}$).

Експериментальна оцінка $P_{\text{ч}}$, природно можлива лише в умовах реальної експлуатації СППР.

Аналітичні методи оцінки $P_{\text{ч}}$, застосовуються на етапі проектування СППР. При цьому, залежно від наявності вихідної інформації про тимчасові характеристики завдань управління, можуть бути використані або нечіткі, або імовірнісні моделі розрахунку. У першому випадку, як початкові дані використовується експертна інформація, в другому - статистичні дані про характеристики завдань. Нарешті, імітаційне моделювання для оцінки оперативності $P_{\text{ч}}$, міняється на всіх етапах проектування СППР. Розрахунок імовірності $P_{\text{ч}}$, переводитися відповідно до виразу (2).

Існує декілька підходів до апріорної порівняльної оцінки якості рішень, що ухвалюються: варіантний метод, метод оцінки по зовнішньому критерію (критерію ефективності керованої системи), імовірнісний метод [2, 3].

У варіантному методі якість рішень оцінюється відношенням кількості якісних рішень до загальної кількості можливих рішень. Як правило, кількість варіантів рішень задається з суб'єктивних міркувань, тому оцінка ймовірності $P_{\text{ч}}$ не є об'єктивною.

Метод оцінки по зовнішньому критерію заснований на визначенні ступеню наближення обраного рішення до оптимального за значенням критерію ефективності керованої системи. Для оцінки якості рішення цим методом необхідно, по-перше, знати ефективність системи при різних варіантах рішень по її управлінню, що вимагає значних організаційних і часових витрат. По-друге, необхідно знати ефективність системи при оптимальному рішенні, що можна визначити тільки по кінцевих результатах функціонування системи.

У імовірнісному методі якість рішень визначається як імовірність вибору оптимального рішення, тобто метод також припускає оптимального рішення. Крім того, якість унікальних вирішень можна визначити як "імовірність вибору оптимального рішення", оскільки унікальні рішення не є масовими.

Виклад основного матеріалу

При оцінці якості на підставі імовірнісного графа алгоритму [3] необхідно мати початкові дані про імовірнісні тимчасові характеристики операцій алгоритму. Отримання цих даних пов'язане з проведенням експериментальних досліджень в реальних умовах діяльності оператора, що практично неможливе на етапі макропроектування системи.

При проектуванні СППР єдиною доступною

початковою інформацією є експертна інформація, що накопичена в процесі розробки і експлуатації систем-прототипів. Формальним апаратом для обробки експертної інформації є теорія нечітких множин. Застосування цього апарату при синтезі алгоритму діяльності оператора дозволяє використовувати відомі імовірнісні моделі у випадку, якщо початкові дані задані у вигляді нечітких чисел.

Розвиток апарату теорії нечітких множин стосовно завдання, синтезу алгоритмічних процесів проведено А.П. Ротштейном [4].

Для моделювання алгоритмічного процесу пропонується використовувати поняття нечіткого імовірнісного графа (НІГ), під яким розуміється кінцевий орієнтований граф, дуги якого зважені нечіткими імовірнісно-тимчасовими характеристиками переходів між вершинами [4].

Практичне застосування запропонованої методики синтезу алгоритму діяльності оператора на ранніх етапах проектування складних технічних систем дозволяє вирішити проблему вихідних даних.

Розглянемо приклад застосування методики для оцінки роботи оператора по ідентифікації повітряного судна-загрози.

Робота по ідентифікації ПСЗТА оператором автоматизованого робочого місця при використанні СППР з вибору ним об'єкту (цілі), що підлягає контролю у відповідності з поставленим йому завданням.

До початку появи об'єкту (цілі) на індикаторі оператор контролює появу інформації. Якщо інформація про об'єкт (ціль) на індикатор ще не надійшла, він очікує на її появу. Коли інформація про параметри об'єкту (цілі) надійшла на обробку в комплекс

обробки інформації, запускається в роботу система інформаційної підтримки оператора, він оцінює по екрану монітора результати її обробки системою. Далі, по результатам оцінки інформації на екрані, він аналізує наявність чи відсутність обробленої інформації ознак прояву ПСЗТА. Якщо таких ознак немає, оператор переходить до виконання своїх обов'язків, пов'язаних з іншими цілями, та прожує аналіз інформації на екрані. Якщо при аналізі інформації на екрані, оператор робить висновок, оператор робить висновок про наявність інформації про ПСЗТА, доповідає по команді та переходить до аналізу типу ПСЗТА. Якщо тип ПСЗТА відповідає одному з типів закладених в базу даних системи, оператор викликає на екран рекомендації натиском відповідної клавіші. До складу таких рекомендацій відносяться рекомендації по можливому типу ПСЗТА та можливим наслідкам до яких вони можуть привести, рекомендації по алгоритму подальших дій. Далі оператор аналізує рекомендації СППР. Аналізує функцію приналежності та визиває рекомендації далі. По результатам аналізу виведених СППР рекомендацій, визиває натиском відповідної клавіші варіанти можливих дій по ПСЗТА з бази даних. Якщо оператор являється достатньо досвідченим фахівцем та може визначити коло дій по відомому типу ПСЗТА, то операцію визову з бази даних можливих алгоритмів дій він може не застосовувати. Далі керівник приймає рішення по управлінню впливу щодо даного ПСЗТА та видає наказ щодо подальших дій по ПСЗТА.

Даний алгоритм дій оператора можна представити у вигляді нечіткого імовірнісного графа [5], який відображено на рис. 3.

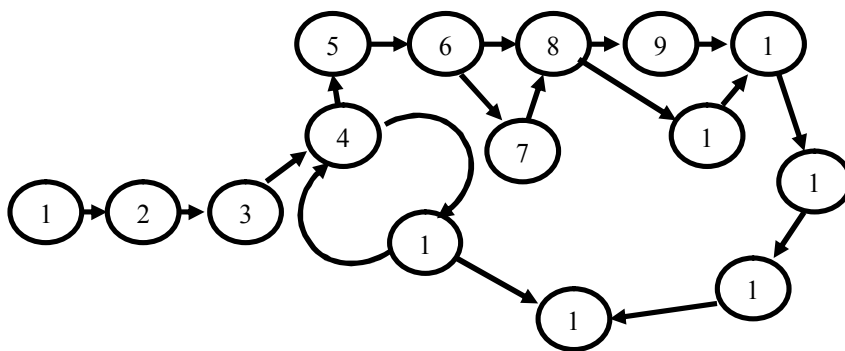


Рис. 3. Нечіткий імовірнісний граф діяльності оператора з використанням СППР

Нечіткими вершинами цього графа являються операції, що виконуються оператором під час виконання алгоритму, а переходами між вершинами – нечіткі імовірнісно-часові характеристики переходу від виконання однієї операції до іншої.

Даний граф містить наступні операції оператора:

1. Вибір об'єкту(цілі) у відповідності до завдання оператора.
2. Аналіз наявності операції для ідентифікації ПС.
3. Оцінка інформації, що надходить на екран монітора АРМ.
4. Оцінка наявних ознак ПСЗТА в інформації,

що надходить.

5. Доповідь по команді про наявність ознак ПСЗТА.
6. Аналіз типу ПСЗТА.
7. Оцінка близькості виявленого ПСЗТА передбаченим базою знанням.
8. Виклик рекомендацій по виявленому ПСЗТА.
9. Аналіз інформації, що видана системою.
10. Виклик варіантів можливих дій по ПСЗТА.
11. Аналіз можливого управляючого впливу на ПСЗТА для підтвердження ідентифікованого типу.
12. Відпрацювання рекомендацій щодо підт-

вердження ідентифікованого типу ПСЗТА.

13. Видача даних рекомендацій в групу управління для здійснення впливу по ідентифікації ПСЗТА.

14. Аналіз часу можливого перебування об'єкту (цілі) на екрані АРМ.

15. Вихід з алгоритму ідентифікації, перехід до дій.

Вагові коефіцієнти переходів між вершинами задані нечіткими числами, значення яких записані в матриці суміжності переходів вершин НІГ (рис. 4). значення цих вагових коефіцієнтів обрані за результатами експертного опитування персоналу районних диспетчерських центрів.

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0,1	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0,7	0,3	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,2	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 4. Матриця суміжності ймовірностей переходів вершин НІГ

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	45	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	15	60	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	65	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 5. Матриця суміжності термінів переходів вершин НІГ

Після представлення нечітких характеристик переходів між вершинами графа в α -рівневому описі $q = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (q_{\alpha}, \overline{q_{\alpha}})$, представимо вихідний граф такою матрицею:

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	$(0,15,0.25)_0 \cup (0,18,0.22)_1$	$(75,85)_0 \cup (79,81)_1$	
4	14	$(0,75,0.85)_0 \cup (0,78,0.82)_1$	$(34,45)_0 \cup (39,41)_1$	
5	6	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(6,14)_0 \cup (9,11)_1$	
6	7	$(0,6,0.8)_0 \cup (0,68,0.72)_1$	$(11,18)_0 \cup (14,16)_1$	
6	8	$(0,2,0.4)_0 \cup (0,28,0.32)_1$	$(55,65)_0 \cup (59,61)_1$	
L =	7	8	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(55,65)_0 \cup (59,61)_1$
	8	9	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(6,14)_0 \cup (9,11)_1$
	9	10	$(0,7,0.9)_0 \cup (0,78,0.82)_1$	$(12,18)_0 \cup (14,16)_1$
	10	11	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(30,40)_0 \cup (34,36)_1$
	9	11	$(0,15,0.22)_0 \cup (0,19,0.21)_1$	$(60,70)_0 \cup (64,66)_1$
	11	12	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(55,65)_0 \cup (59,61)_1$
	12	13	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(45,55)_0 \cup (49,51)_1$
	13	15	$(0,95,1.0)_0 \cup (0,99,1.0)_1$	$(20,30)_0 \cup (24,26)_1$
	14	4	$(0,05,0.15)_0 \cup (0,08,0.12)_1$	$(6,14)_0 \cup (9,11)_1$
	14	15	$(0,85,0.95)_0 \cup (0,88,0.92)_1$	$(6,14)_0 \cup (9,11)_1$

Висновки

Отримані розрахунки показують, що із застосуванням розробленої СППР вдалось суттєво знизити час, який витрачає оператор на прийняття рішення по ідентифікації ПСЗТА при достатньо більшій імовірності правильного прийняття рішення.

Порівняння отриманого значення з максимальним допустимим часом знаходження об'єкту(цілі) на екрані АРМ дає змогу рахувати, що ПСЗТА буде своєчасно ідентифіковано.

Список літератури

1. Введение в эргономику / Под. ред. В.П. Зинченко. – М.: Сов. Радио, 1974. – 352 с.

2. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь: СНИЯЭиП, 2004. – 318 с.

3. Зараковский Г. М. Психофизиологический анализ трудовой деятельности / Г. М. Зараковский. – М.: Наука, 1966. – 114 с.

4. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. / А.П. Ротштейн. – Винница: УНИВЕРСУМ, 1999. – 320 с.

Надійшла до редколегії 19.08.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю. В. Кравченко, Національний університет оборони України, Київ.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ – УГРОЗ ТЕРРОРИСТИЧЕСКОГО АКТА

И.А. Ляшенко

Предложена методика оценки эффективности системы поддержки принятия решения относительно идентификации воздушных судов, которые могут быть использованы для террористических атак в передовых странах мира.

Ключевые слова: воздушные суда – угрозы применения террористических атак (ВСУТА), идентификация, эффективность.

AN ESTIMATION OF DECISION-MAKING EFFICIENCY IS IN RELATION TO AUTHENTICATION OF AIR SHIPS – THREATS OF ASSASSINATION

I.A. Liaschenko

The method of estimation of effectiveness of decision-making support of decision-making is offered in relation to authentication of air ships which can be utilized for terrorist attacks in the front-rank countries of the world.

Keywords: air ships are threats of application of terrorist attacks, authentication, efficiency.