

ОСОБЛИВОСТІ ПОДАННЯ ЗНАТЬ ПРО ОЦІНКУ СИТУАЦІЙ В ПРОЦЕСІ СИТУАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ОХОРОНОЮ ЗОН ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Розглядаються особливості подання в логіко-обчислювальній семантичній мережі як чітких, так і нечітких знань про оцінку ситуацій, що виникають у процесі ситуаційного керування охороною зон відповідальності. Для опису процесу подання знань аналізуються дві типові ситуації, що можуть виникати.

Вступ

У роботі [1] сформульовано задачу оцінки ситуацій, що виникають в процесі ситуаційного керування охороною зон відповідальності, та обґрунтовано, що для рішення цієї задачі доцільно використовувати методи і моделі подання та обробки знань, зокрема, логіко-обчислювальну семантичну мережу [2] (ЛОС-мережу) як модель подання знань. Мета даної роботи - викладення особливостей подання в ЛОС-мережі як чітких, так і нечітких знань про оцінку типових ситуацій, що можуть виникати в процесі ситуаційного керування охороною зон відповідальності.

1. Загальна характеристика ЛОС-мережі

Під логіко-обчислювальною семантичною мережею [2] $LCSN = (V, E, \Delta)$ розуміється простий ациклічний однонаправлений кінцевий зв'язний граф, який має наступні властивості:

кожна вершина $v \in V$ однозначно характеризується кортежем $\langle id_v, n_v, m_v, t_v \rangle$, де id_v – унікальний ідентифікатор вершини v ; n_v – ім'я вершини v ; m_v – ім'я метода, зіставленого вершині v ; t_v – тип вершини v ; кожна дуга $e \in E$ описує зв'язність між вершинами і має орієнтацію $\Delta(e) \approx (v_i > v_j)$, де $v_i, v_j \in V$; v_i належить до нижчого рівня ієрархії графа в порівнянні з рівнем, до якого належить v_j . Тут V – непуста кінцева множина вершин ЛОС-мережі; E – непуста кінцева множина дуг ЛОС-мережі; Δ – відображення множини E на

$V \times V$, що формалізує орієнтацію дуг ЛОС-мережі. У відповідності до визначення, кожна вершина $v \in V$ ЛОС-мережі однозначно описується кортежем $\langle id_v, n_v, m_v, t_v \rangle$, де $n_v \in N$, $m_v \in M$, $t_v \in T$; N – непуста кінцева множина імен об'єктів досліджуваної предметної області (ПрО); M – кінцева множина імен методів, виконуваних у досліджуваній ПрО; T – множина типів вершин ($T = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$). Зазначимо, що існують наступні типи $t_v \in T$ вершин: термінальні вершини (0), логічні І-вершини (1), логічні АБО-вершини (2), обчислювальні І-вершини (3), умовні І-вершини (4) та ітераційні І-вершини (5). Таким чином, тип t_v вершини дозволяє відобразити логічні (і в деяких випадках обчислювальні) властивості вершини $v \in V$. Вершини типу 1, 3, 4, 5 є кон'юнктивними (їм зіставлена операція $\&$ (такі вершини також називаються І-вершинами)), а вершина типу 2 – повно-диз'юнктивною (їй зіставлена операція $\check{\vee}$ (такі вершини також називаються АБО-вершинами)).

Логічна операція повної диз'юнкції ($\check{\vee}$) змістовно інтерпретується як „виключне або”, є n -арною (де $n \geq 2$) і має таку формулу еквівалентних перетворень:

$$\begin{aligned} A_1 \check{\vee} A_2 \check{\vee} \dots \check{\vee} A_{n-1} \check{\vee} A_n &= \\ &= (A_1 \& \neg A_2 \& \dots \& \neg A_{n-1} \& \neg A_n) \vee \\ &\vee (\neg A_1 \& A_2 \& \dots \& \neg A_{n-1} \& \neg A_n) \vee \dots \\ &\dots \vee (\neg A_1 \& \neg A_2 \& \dots \& A_{n-1} \& \neg A_n) \vee \\ &\vee (\neg A_1 \& \neg A_2 \& \dots \& \neg A_{n-1} \& A_n). \end{aligned}$$

Формула $A_1 \check{\vee} A_2 \check{\vee} \dots \check{\vee} A_{n-1} \check{\vee} A_n$ приймає значення „істина” тоді і тільки тоді,

коли істинна одна і тільки одна з підформул A_i ($i = \overline{1, n}$), що до неї входять.

Ідентифікатор будь-якої вершини v ЛОС-мережі формується в результаті конкатенації указника u_v типу t_v вершини, імені n_v вершини й імені методу m_v , з'явленого вершині: $id_v = u_v \| n_v \| m_v$, де $\|$ – символ конкатенації. Під указником u_v типу t_v вершини розуміється рядок символів (можливо, пустий), що подає у складі ідентифікатора id_v тип t_v вершини v . Прийнято наступні рішення щодо указників u_v типу t_v вершини v : $t_v = 0$, $u_v = " "$; $t_v = 1$, $u_v = \text{AND}_-$; $t_v = 2$, $u_v = \text{OR}_-$; $t_v = 3$, $u_v = \text{AND}_-$; $t_v = 4$, $u_v = \text{AND_COND}$; $t_v = 5$, $u_v = \text{AND_CYCL}$. Зазначимо, що для вершин типу 0 указник u_v типу вершини і ім'я методу m_v є порожніми, і тому ідентифікатор id_v і ім'я n_v будь-якої термінальної вершини v ЛОС-мережі збігаються.

Визначимо допоміжні поняття. Під кореневими вершинами ЛОС-мережі будемо розуміти вершини $v_k \in V$ ЛОС-мережі, у яких напівстепінь виходу дорівнює нулю ($\text{deg}^-(v_k) = 0$). Під термінальними вершинами ЛОС-мережі будемо розуміти вершини $v_l \in V$, у яких напівстепінь заходу дорівнює нулю ($\text{deg}^+(v_l) = 0$), а під внутрішніми вершинами ЛОС-мережі – вершини $v_w \in V$, у яких $\text{deg}^-(v_w) \neq 0$ і $\text{deg}^+(v_w) \neq 0$. Тоді під нетермінальними вершинами ЛОС-мережі будемо розуміти вершини $v_{nt} \in V$, у яких $\text{deg}^+(v_{nt}) \neq 0$.

Внаслідок того, що в ЛОС-мережі кожній нетермінальній вершині обов'язково поставлена у відповідність деяка логічна операція, що належить до системи операцій ($\dot{\vee}, \&$), то кожна дуга $e \in E$ ЛОС-мережі описує логічну зв'язність між вершинами. Однак, за допомогою дуг в структурі ЛОС-мережі можуть подаватися й інші відношення, що існують між іменами вершин. Так, за допомогою дуг, що заходять до І-вершин, можуть бути подані наступні види бінарних відношень (що розуміються як відношення, що існують між іменами вершин, які зв'язуються дугою): „частина – ціле”, „причина – нас-

лідок”, „властивість – об'єкт”, „умова – дія”, „параметр – задача” тощо. В свою чергу, за допомогою дуг, що заходять до АБО-вершин, можуть бути подані родовидові відношення (що розуміються як відношення, що існують між іменем вершини (яке виступає як видове поняття), з якої виходить дуга, і іменем АБО-вершини (яке виступає як родове поняття), в яку дуга заходить). Таким чином, за допомогою дуг у структурі ЛОС-мережі можуть бути подані не тільки логічні зв'язки, а й семантичні і обчислювальні відношення досліджуваної ПрО.

2. Постановка задачі подання знань про оцінку ситуацій

У роботі [1] наведено алгоритми оцінки ситуацій, які за особливостями процесу подання знань можна розглядати як два різні класи типових ситуацій, що можуть виникати в ході ситуаційного керування охороною зон відповідальності. Розбіжності між цими класами ситуацій полягають в якісній відмінності вхідних потоків, що відповідають параметричному опису таких ситуацій. Так, можливі вхідні потоки щодо оцінки ситуації можуть містити або незмінну, або змінну кількість параметрів. В першому випадку (перший клас ситуацій) на основі таких вхідних параметрів задачі може бути побудована нечітка база знань БЗ (оскільки для побудови такої БЗ необхідно мати саме незмінну кількість параметрів задачі, що розглядаються як лінгвістичні змінні, на основі яких і формуються нечіткі експертні правила). У другому випадку (другий клас ситуацій) нечітку БЗ побудувати неможливо і, як наслідок, необхідно будувати БЗ на основі чітких знань.

Прикладом ситуації, що належить до першого класу, є ситуація КС-1.12.1 (див. табл. 9 [1] та табл. 1), до другого класу – ситуація КС-2.5.1 (див. табл. 10 [1] та табл. 2). В п.3 та п.4 статті детально викладено особливості подання знань про оцінку означених ситуацій. Для підтримки процесів автоматизованого подання знань використано програмну систему (ПС) Тезаурус, ПС Метод та ПС Призма [2].

Таблиця 1. Вербальний алгоритм оцінки ситуації КС-1.12.1

Крок	Алгоритмічна операція
1	Рухомий об'єкт контролю (ОК), що визначено як невійськове промислове судно, без завчасного попередження увійшов у виключну (морську) економічну зону
2	Якщо за належністю судно визначено як своє, то перехід до кроку 3, інакше – до кроку 6
3	Якщо швидкість судна незначна і дозволяє вести тральні або інші добувні роботи, то перехід до кроку 4, інакше – до кроку 5
4	Судно може вести тральні або інші добувні роботи. Оцінка ситуації – підвищеної уваги
5	Скоріше за все, судно просто пересікає зону без проведення тральних або інших добувних робіт. Оцінка ситуації – звичайна
6	Якщо швидкість судна дозволяє вести тральні або інші добувні роботи, то перехід до кроку 7, інакше – до кроку 8
7	Судно може вести тральні або інші добувні роботи. Оцінка ситуації – критична
8	Скоріше за все, судно просто пересікає зону без проведення тральних або інших добувних робіт. Оцінка ситуації – підвищеної уваги

Таблиця 2. Вербальний алгоритм оцінки ситуації КС-2.5.1

Крок	Алгоритмічна операція
1	Рухомий ОК, що визначено як невійськове судно (1) деякий час знаходиться у безпосередній близькості до іншого рухомого невійськового судна (2)
2	Якщо час перебування судна 1 у безпосередній близькості до судна 2 недостатній для передачі на ходу контрабандних товарів, то перехід до кроку 3, інакше – до кроку 4
3	Передача контрабандних товарів на ходу за такої час навряд чи можлива. Скоріш за все, це просто маневрування суден. Оцінка ситуації – звичайна. Вихід з алгоритму
4	Якщо за належністю судно 1 та судно 2 визначені як свої, то перехід до кроку 5; якщо судно 1 визначено як своє, а судно 2 – як чуже, то перехід до кроку 6; якщо судно 1 визначено як чуже, а судно 2 – як своє, то перехід до кроку 7; якщо судно 1 та судно 2 визначені як чужі, то перехід до кроку 8; інакше – перехід до кроку 14
5	Якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "А", то перехід до кроку 9; якщо судно 1 віднесено до групи "А", а судно 2 – до групи "В", то перехід до кроку 10; якщо судно 1 віднесено до групи "В", а судно 2 – до групи "А", то перехід до кроку 10; якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "В", то перехід до кроку 9; інакше – перехід до кроку 14
6	Якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "А", то перехід до кроку 11; якщо судно 1 віднесено до групи "А", а судно 2 – до групи "В", то перехід до кроку 12; якщо судно 1 віднесено до групи "В", а судно 2 – до групи "А", то перехід до кроку 13; якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "В", то перехід до кроку 12; інакше – перехід до кроку 14
7	Якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "А", то перехід до кроку 11; якщо судно 1 віднесено до групи "А", а судно 2 – до групи "В", то перехід до кроку 13; якщо судно 1 віднесено до групи "В", а судно 2 – до групи "А", то перехід до кроку 12; якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "В", то перехід до кроку 12; інакше – перехід до кроку 14
8	Якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "А", то перехід до кроку 9; якщо судно 1 віднесено до групи "А", а судно 2 – до групи "В", то перехід до кроку 12; якщо судно 1 віднесено до групи "В", а судно 2 – до групи "А", то перехід до кроку 12; якщо судно 1 та судно 2 віднесені до групи "В", то перехід до кроку 12; інакше – перехід до кроку 14
9	Передача контрабандних товарів між суднами однієї належності, що віднесені до однієї групи навряд чи необхідна, бо не визначена мета. Скоріш за все, це просто маневрування суден. Оцінка ситуації – звичайна. Вихід з алгоритму
10	Передача контрабандних товарів між своїми суднами, що віднесені до різних груп цілком можлива. Оцінка ситуації – критична. Вихід з алгоритму
11	Передача контрабандних товарів між суднами різної належності, що віднесені до однієї групи цілком можлива. Оцінка ситуації – критична. Вихід з алгоритму
12	Ситуація неможлива. У зоні відповідальності не може бути суден, віднесених до групи "В" чужої належності. Необхідно точніше визначити належність суден та групи, до яких вони віднесені. Повернення до кроку 4
13	Передача контрабандних товарів між суднами різної належності, що віднесені до різних груп, причому своє судно віднесене до групи "В", цілком можлива. Оцінка ситуації – критична. Вихід з алгоритму
14	Неможлива умова. Помилка або збій у програмі. Вихід з алгоритму

3. Подання нечітких знань про оцінку ситуації

3.1. Побудова множини нечітких експертних правил. Виходячи з вербального алгоритму, наведеного в табл. 1, побудуємо відповідні експертні правила. Аналіз цього алгоритму дозволяє зробити декілька висновків. По-перше, необхідно сформулювати дві групи правил для випадків, коли змінюється належність судна („свій” та „чужий”). По-друге, в алгоритмі поруч з чіткими знаннями, що описують об’єкт досліджень (промислове добувне судно), зустрічаються й нечіткі знання (наприклад, параметр „швидкість об’єкта” виступає як лінгвістична змінна, значеннями якої є нечіткі змінні „мала” та „не мала”). По-третє, для більш адекватної оцінки ситуації доцільно ввести до консеквентних частин правил ступені відповідності (ваги) можливих результатів рішення задачі. Як наслідок, отримувані експертні правила мають наступний вигляд:

1) якщо клас об’єкта цивільний І об’єкт промислове добувне судно І ступінь мобільності рухомий І належність об’єкта свій І швидкість об’єкта мала, ТО оцінка ситуації підвищена увага зі ступенем 0.9 І звичайна зі ступенем 0.3;

2) якщо клас об’єкта цивільний І об’єкт промислове добувне судно І ступінь мобільності рухомий І належність об’єкта свій І швидкість об’єкта не мала, ТО оцінка ситуації підвищена увага зі ступенем 0.3 І звичайна зі ступенем 0.9;

3) якщо клас об’єкта цивільний І об’єкт промислове добувне судно І ступінь мобільності рухомий І належність об’єкта чужий І швидкість об’єкта мала, ТО оцінка ситуації підвищена увага зі ступенем 0.7 І критична зі ступенем 0.9;

4) якщо клас об’єкта цивільний І об’єкт промислове добувне судно І ступінь мобільності рухомий І належність об’єкта чужий І швидкість об’єкта не мала, ТО оцінка ситуації підвищена вага зі ступенем 0.9 І критична зі ступенем 0.7.

Тут правила 1) і 2) відповідають оцінці ситуації, коли належність об’єкта – „свій”; правила 3) і 4) – коли належність об’єкта „чужий”. Правило 1) описує оцінку ситуації (див. табл. 1) у відповідності до кроку 4, правило 2) – кроку 5, правило 3) – кроку 7, правило 4) – кроку 8. Особливостями сформованих правил є те, що вони поєднують у собі як чіткі, так і нечіткі знання про об’єкт досліджень. У п. 3.2 статті покажемо, що і в такому випадку може успішно використовуватись підхід, заснований на м’яких обчисленнях.

3.2. Створення бази знань включає до свого складу формування БД імен і БД методів та побудову ЛОС-мережі.

3.2.1. Формування БД імен. Під формуванням БД імен (БДІ) розуміється виявлення ключових понять досліджуваної ПрО та автоматизоване заповнення ними словника ПрО засобами ПС Тезаурус.

У процесі створення БДІ сформовано множину унікальних імен (слів та словосполучень), що несуть основне змістовне навантаження з точки зору досліджуваної задачі оцінки ситуації, зокрема: „Промислове добувне судно”, „Швидкість об’єкта, вузлів”, „Об’єкт цивільний”, „Ступінь приналежності до нечіткої множини "Мала швидкість"”, „Ступінь достовірності висловлювання, що об’єкт свій і його швидкість мала” тощо. Імена, що зберігаються в БДІ, використовуються при побудові та обробці ЛОС-мережі.

3.2.2. Формування БД методів. Під формуванням БД методів (БДМ) розуміється виявлення процедурних знань (методів) ПрО і автоматизоване формалізоване додавання їх до складу БДМ засобами ПС Метод.

До переліку методів, що були додані до складу БДМ, увійшли формули та табличні функції. У якості формул додані мінімаксні операції (для визначення ступенів достовірності), формули-коефіцієнти (для завдання ступенів відповідності), операції порівняння тощо. Табличні функції використані для подання функцій приналежності (див. рис.1). Методи, що зберігаються в БДМ, використовуються при побудові та обробці ЛОС-мережі.

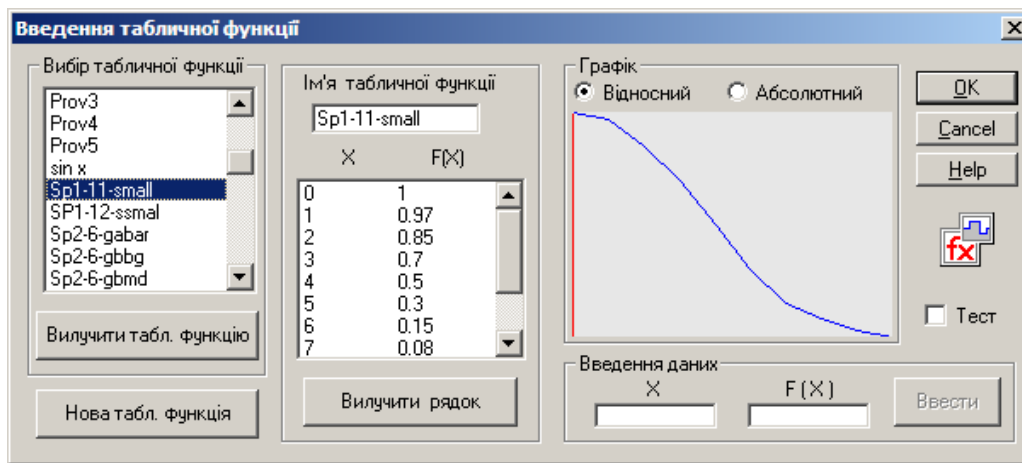


Рис.1. Подання функції приналежності нечіткої множини „Мала швидкість”

3.2.3. Побудова ЛОС-мережі. Процес створення БЗ реалізується засобами ПС Призма і виконується шляхом візуальної побудови ЛОС-мережі, у складі якої подається множина імен досліджуваної ПрО та встановлюються семантичні, логічні та обчислювальні зв'язки, що існують між цими іменами. Як і завжди [3], процес подання нечітких знань включає в себе три етапи: фаззифікації, нечіткого логічного виводу та дефаззифікації.

Виконання етапу фаззифікації. На цьому етапі виконується подання в структурі ЛОС-мережі антецедентних частин експертних правил, наведених у п. 3.1 статті. Основна мета цього процесу – визначення ступенів достовірності висловлювань, що формують антецедентні частини кожного правила. Для цього використовуються правила перетворення кон'юнктивної форми [3]. Наприклад, для правила 1) (див. п. 3.1), визначення ступеня достовірності має наступний вигляд:

$$\mu_{w_i}(w) = \min(\mu_A(A), \mu_B(B), \mu_C(C), \mu_D(D), \mu_{E_1}(E))$$

Тут $\mu_A(A), \mu_B(B), \mu_C(C), \mu_D(D)$ – ступені приналежності, що завжди приймають значення 1, оскільки визначаються на чітких значеннях відповідних параметрів, які тут для загальності викладення умовно розглядаються як лінгвістичні змінні. На відміну від цього, $\mu_{E_1}(E)$ – ступінь приналежності, що визначається на нечіткій множині „швидкість об'єкта мала”.

Подання знань у структурі ЛОС-мережі про виконання етапу фаззифікації

наведено на рис.2 (еліпс з позначкою 1).

Виконання етапу нечіткого логічного виводу. На цьому етапі подання знань виконується визначення ступенів істинності можливих результатів рішення задачі оцінки, що описана системою експертних правил (див. п. 3.1) щодо значень ступенів достовірності антецедентних частин правил, визначених на етапі фаззифікації. Процес подання знань про етап нечіткого логічного виводу засновується на обчисленні ступенів істинності $\mu_{mp}(v_k)$ у відповідності до правила *modus ponens* [3] (для правил 1) і 2) ($i = \overline{1,2}$):

$$\mu_{mp}(v_k) = 1 \& [2 - \bigvee_{i=1,2} (\mu_{w_i}(w) + R_i^k)],$$

де $R_i^k = \bigvee_{j=1,2; j \neq k} r_{ij}$ – ступінь відповід-

ності (вага) j -ої вихідної ситуації i -ій вхідній ситуації. Ступені відповідності зазвичай подаються за допомогою матриці відповідностей R . У нашому випадку (для правил 1) і 2) матриця R (2×2) буде мати наступний вигляд:

$$\tilde{R} = \begin{vmatrix} 0.3 & 0.9 \\ 0.7 & 0.9 \end{vmatrix}.$$

Значення R_i^k береться з матриці відповідностей R як максимальне зі значень i -го рядка без урахування значення елемента k -го рядка. Наприклад, якщо необхідно визначити значення відповідності R_1^1 , то треба взяти в матриці R максимальне значення у першому рядку з значень, що знаходяться в стовпцях, номери яких $j \neq k$; як наслідок, $R_1^1 = r_{12} = 0.9$.

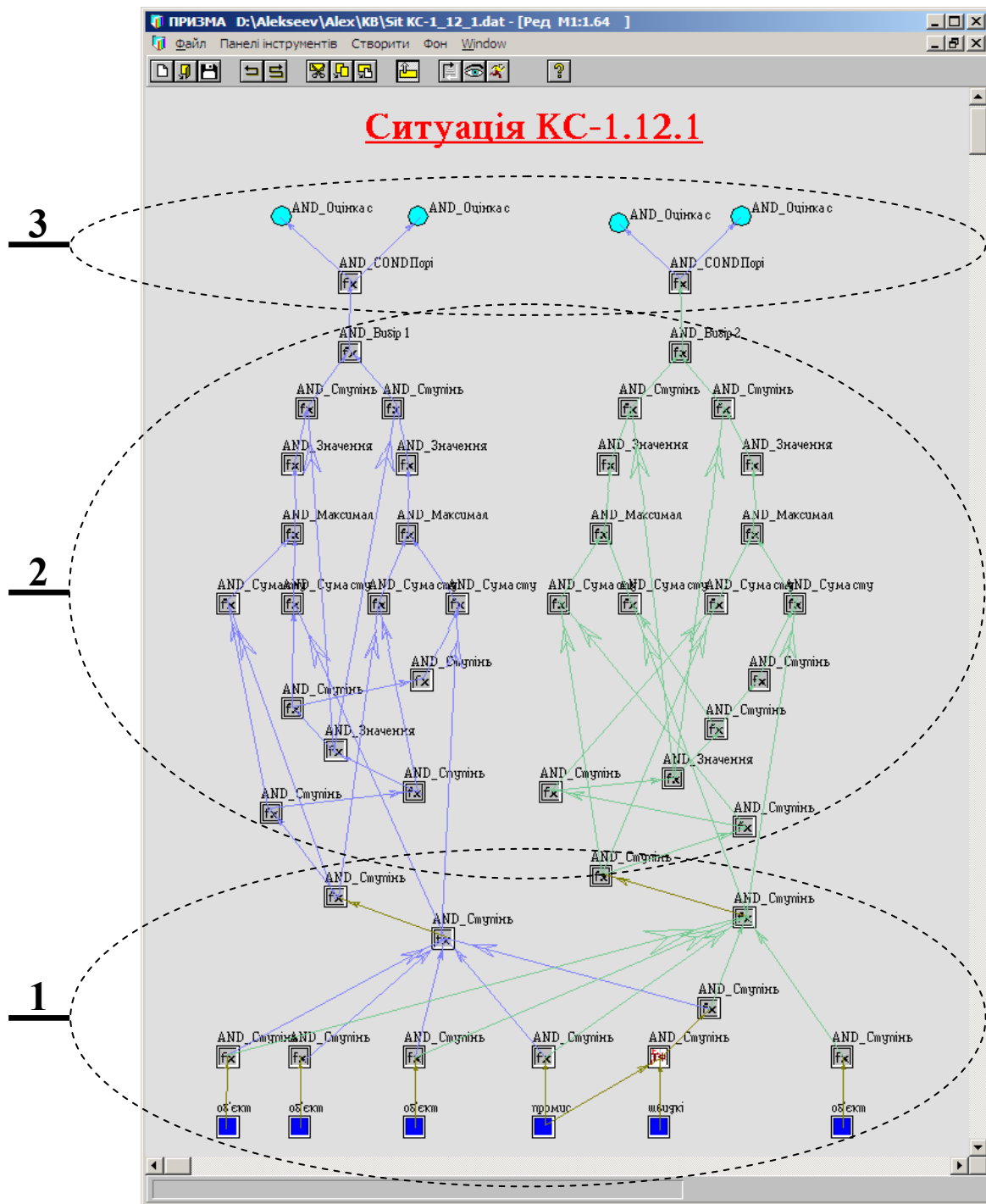


Рис. 2. ЛОС-мережа, в якій подані нечіткі знання про оцінку ситуації

Отримання оцінки ситуації на основі правила *modus ponens* полягає у виборі такого рішення (для правил 1) і 2) v_k (де $v_k \in V$; $V = \{„підвищена увага”, „звичайна”\}$), при якому обчислене значення $\mu_{mp}(v_k)$ найбільше. Таким же чином виконується етап нечіткого логічного виводу для правил 3) і 4) з тією різницею, що в цьому випадку $V = \{„підвищена увага”, „критична”\}$.

Отже, подання в структурі ЛОС-мережі знань про виконання етапу нечіткого логічного виводу (див. рис. 2 (еліпс з позначкою 2)) передбачає здійснення наступних трьох кроків:

- подання ступенів відповідності r_{ij} , що входять до складу матриці R ;
- подання сум ступенів достовірності й відповідності $(\mu_{w_i}(w) + R_i^k)$ та визначення їх максимального значення;

- подання ступенів істинності висловлювань, що оцінка ситуації відповідно „підвищена увага” або „звичайна” (для правил 3) і 4) – „підвищена увага” або „критична”) з визначенням максимального значення ступеня істинності.

Виконання етапу дефазифікації. На цьому етапі подання знань (див. рис. 2 (еліпс з позначкою 3)) виконується оцінка ситуації, тобто формується конкретне чітке значення шуканого результату. При цьому здійснюється порівняння значень ступенів істинності оцінки ситуації з максимальним значенням ступеня істинності, обчисленим на етапі нечіткого логічного виводу, та обирається результат, значення ступеня істинності якого збігається з максимальним його значенням.

На цьому процес подання в ЛОС-мережі нечітких знань про оцінку досліджуваної ситуації завершується.

4. Подання чітких знань про оцінку ситуації

4.1. Додаткова формалізація вербального алгоритму. Вербальний алгоритм, приведений в табл. 2, потребує окремих уточнень. Так, в ньому використовуються такі неформалізовані поняття, як групи „А” та „В”, до яких віднесено аналізовані судна. Надамо необхідні визначення.

Відповідно до специфіки обліку, надводні об’єкти можна поділити на три групи:

- об’єкти групи „А” – судна необмеженого району плавання (здебільшого великих та надвеликих габаритів), які покидають територіальні води, через що на них можуть транспортуватися контрабандні товари із закордонних портів у порти України, а тому підлягають митному та прикордонному контролю;
- об’єкти групи „В” – судна обмеженого району плавання (здебільшого надмалих, малих та середніх габаритів) для портового, рейдового та прибережного плавання, що не покидають територіальних вод, а тому не підлягають митному та прикордонному контролю,

через що на них можуть переправлятися контрабандні товари з об’єктів групи „А” на берегові об’єкти та об’єкти групи „С” в обхід пунктів пропуску через державний кордон та зон митного контролю;

- об’єкти групи „С” – судна і плаваючі споруди на приколі (здебільшого середніх та великих габаритів) та берегові об’єкти, що знаходяться за межами зони митного контролю, і через це можуть використовуватися для тимчасового зберігання контрабандних товарів, отриманих з об’єктів групи „А” або об’єктів групи „В”.

Виходячи з цієї класифікації, виділимо відмітні ознаки об’єктів кожної групи. Так, для об’єктів групи „А” властиво, що їх габарити – великі та надвеликі, та вони підлягають митному контролю. Об’єкти групи „В” мають надмалі, малі та середні габарити і не підлягають митному контролю. Об’єкти групи „С” мають середні та великі габарити і знаходяться за межами зони митного контролю. В свою чергу, габарити об’єктів задаються через їх довжину, і структуруються таким чином:

малі габарити – довжина 10–20 метрів;
середні габарити – довжина 20–40 метрів;
великі габарити – довжина 40–70 метрів.

Виходячи з цих уточнень вербального алгоритму, побудуємо БЗ.

4.2. Створення бази знань, як і у випадку подання нечітких знань, включає до свого складу формування БДІ, БДМ та побудову ЛОС-мережі.

4.2.1. Формування БД імен. До складу БДІ, зокрема, додано такі імена: „Відстань між об’єктами, кабельтових”, „Час перебування поруч об’єктів, годин”, „Габарити об’єкта 1, метрів”, „Об’єкт 1 підлягає митному контролю”, „Оцінка ситуації КС-2.5.1: Критична” тощо.

4.2.2. Формування БД методів. До складу БДМ додані формули та табличні функції. Як формули додані операції порівняння (для перевірки відстані між об’єктами та часу їх перебування поруч). Табличні функції використані для визначення габаритів суден (велике, середнє, мале) в залежності від їх довжини.

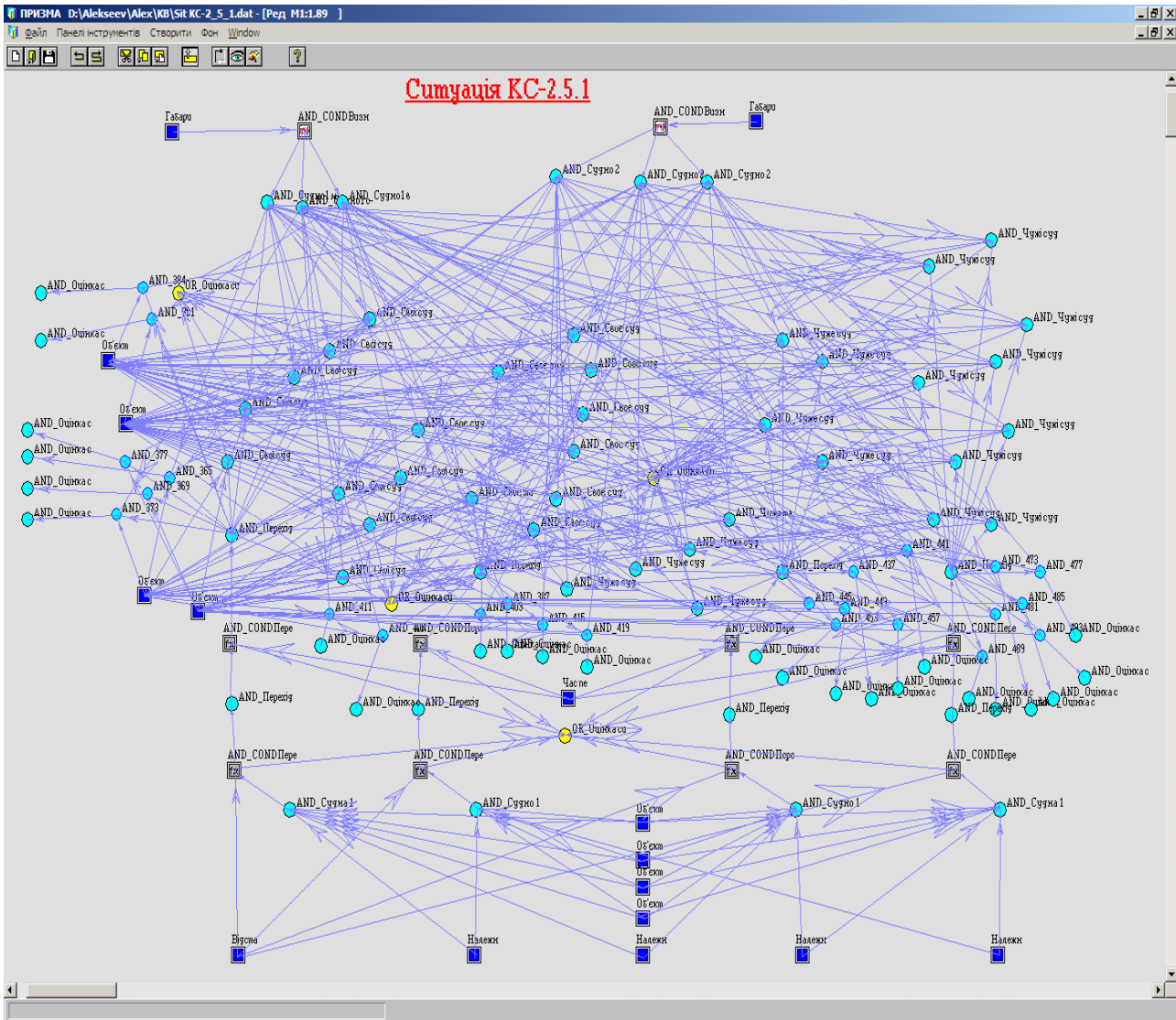


Рис.3. ЛОС-мережа, в якій подані чіткі знання про оцінку ситуації

4.2.3. Побудова ЛОС-мережі здійснювалась у відповідності до вербального алгоритму, наведеного у табл. 2. Це передбачало виконання в процесі подання знань наступної послідовності дій з аналізу ситуації:

- перевірка відстані між об'єктами;
- перевірка часу перебування об'єктів поруч;
- в залежності від отриманих результатів припинення процесу аналізу з формуванням відповідної оцінки ситуації або продовження подальшого аналізу з розгалуженням процесу у відповідності до вербального алгоритму (з формуванням відповідної оцінки ситуації за результатами аналізу).

Зазначимо, що при побудові ЛОС-

мережі у її складі подані деякі знання, які не містяться у використуваному вербальному алгоритмі. Це стосується обробки виключних ситуацій, пов'язаних з визначенням габаритів суден та необхідністю їх митного контролю. Наприклад, якщо судно за габаритами буде визначено як „мале” або „середнє” та для нього буде задана ознака „підлягає митному контролю”, то така ситуація є неможливою, оскільки (у відповідності до класифікації (див. п. 4.1 статті)) підлягати митному контролю можуть тільки судна, що належать до групи „А” (тобто великих та надвеликих габаритів). ЛОС-мережа, сформована в результаті завершення процесу подання чітких знань про оцінку досліджуваної ситуації, показана на рис. 3.

Висновки

Однією з особливостей задачі оцінки ситуацій, що виникають у процесі ситуаційного керування охороною зон відповідальності, є те що вона може бути сформульована як в чіткій, так і в нечіткій постановці. При цьому, відмінністю можливої нечіткої постановки є те, що вона може містити не тільки нечіткі, а й чіткі знання про об'єкт досліджень. У такому випадку стає актуальною задача подання та обробки таких „змішаних” за властивостями знань.

Приклади подання знань в ЛОС-мережі, наведені в даній статті, ґрунтувалися на постановках задачі оцінки ситуацій, які сформульовані саме за допомогою „змішаних” за властивостями знань. Як показано в статті, апарат м'яких обчислень та багаті можливості ЛОС-мережі, як моделі подання знань, дозволяють забезпечити адекватне подання знань і в таких випадках. У подальших публікаціях автори викладуть особливості обробки таких знань та підтвердять її адекватність.

1. *Алексеев В.А., Мостовий В.В., Терещенко В.С., Яловець А.Л.* Проблема автоматизації ситуаційного керування охороною зон відповідальності // Проблеми програмування. – 2011. – № 4. – С. 96–107.
2. *Яловець А.Л.* Представление и обработка знаний с точки зрения математического моделирования. Проблемы и решения. – Киев: Наукова думка, 2011. – 360 с.
3. *Мальшев Н.Г., Берштейн Л.С, Боженюк А.В.* Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 136 с.

Отримано 10.10.2011

Про авторів:

Яловець Андрій Леонідович,
доктор технічних наук,
заступник директора інституту
з наукової роботи,

Алексеев Віктор Анатолійович,
кандидат технічних наук,
завідуючий відділом,

Терещенко Валерій Савелійович,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник відділу.

Місце роботи авторів:

Інститут програмних систем
НАН України.
03187, Київ-187,
проспект Академіка Глушкова 40.
Тел. (044) 526 1538
e-mail: yal@isofts.kiev.ua

тел. (044) 526 4228
e-mail: alecseev@isofts.kiev.ua

тел. (044) 526 6191
e-mail: terek@isofts.kiev.ua