

УДК 159.922

СИТУАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В УМОВАХ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

2005 р., О.О. Захарова

науковий співробітник

Науково-дослідного центру гуманітарних проблем Збройних сил України

Однією з задач системи протидії психологічному впливу противника (СППсВП) є вивчення комплексу питань, пов'язаних з розробкою для її функціонування і розвитку сукупності форм, засобів, способів підтримки прийняття рішень, впровадженням їх у процеси управління нею. Теоретико-методологічні і методичні питання обґрунтування побудови СППсВП у Збройних Силах України вимагають серйозного і глибокого дослідження. Аналіз стану і можливостей її систем, які існують у даний час, говорить про те, що у випадку виникнення надзвичайної психологічної ситуації (НПсС), вони не завжди будуть в змозі виконувати покладені на них функції, вирішувати завдання, що виникають, здійснювати процеси прийняття необхідних рішень. Одна з причин цього – обмежений набір моделей і методів, математичного апарату, застосовуваного для описання і визначення змісту, цілей, задач і наслідків негативного психологічного впливу (ПсВ) з боку противника і управління процесами протидії йому. Відповідно, досить актуальними в даний час є дослідження в області створення нових технологій і моделей, що сприяють подальшій розробці систем функціонування і розвитку СППсВП на основі сучасних математичних методів, зокрема ситуаційного моделювання, створення моделей з використанням нечіткої логіки та якісних міркувань.

Дана стаття має за мету звернути увагу на необхідність створення математичних моделей визначення і протидії негативному впливу противника, складність цих питань і, в умовах багатьох невирішених проблем експертних систем, відсутності добре розроблених методів і програм визначення психологічного впливу (наприклад, зручних в умовах бойових дій програм контент-аналізу, психологічного обстеження особового складу), накреслити шляхи і запропонувати методи моделювання психологічної обстановки в аспекті визначення поточної психологічної ситуації з використанням нечіткої логіки та якісних міркувань [9].

Проблемам використання нечіткої логіки присвячені роботи Д. Дюбуа, Л. Заде, А. Кофмана, Д.А. Меліхова, Д.А. Поспелова, що стали класичними. Українські вчені теж мають значні наукові здобутки з цих питань. Слід відзначити роботи Т.А. Таран, в яких поєднання різних логічних методів дає змогу вирішувати математичні проблеми.

Психологічна ситуація характеризується низкою показників психологічних впливів на особовий склад наших військ з боку противника. З метою скорочення кількості значень індикаторів і показників досліджуваного й оцінюваного ПсВ, узгодження їх різноманітності в процесі функціонування СППсВП, необхідно здійснити побудову ієрархічної системи областей визначення певних показників, у якій елементи верхнього рівня узагальнюватимуть деяку їх сукупність на нижньому рівні. При її побудові повинен використовуватися наступний підхід: на кожному рівні визначається базова множина, операції, відношення і будуються відповідні моделі. Для забезпечення взаємозв'язку між ними в ієрархічній системі областей визначення показників ПсВ можуть будуватися процедури узагальнення (переходу на верхній рівень) і уточнення (переходу на нижній рівень), тобто здійснюватися морфізми між цими структурами.

Якісні методи використовуються порівняно недавно і знайшли застосування у моделюванні фізичних процесів, що протікають у часі і мають точний математичний опис [10-13; 16]. Якісний підхід зводить докладний опис процесів функціонування і розвитку психологічних ситуацій до самих основних залежностей, що відбивають причинно-наслідкові зв'язки між їх параметрами. Далі в загальних рисах подано побудову якісної ситуаційної моделі [14; 15] і її взаємозв'язок з нечіткими моделями, що пропонуються в роботах [2; 6; 7]. Основними завданнями ситуаційного моделювання є: розпізнавання вхідної ситуації, що описує стан психологічної обстановки; ідентифікація еталонного класу, до якого вона належить, а також вироблення необхідних управлінських рішень (ситуаційне управління).

Правильна оцінка стану об'єкта управління – це найважливіша умова вирішення задачі управлінських рішень. Стан об'єкта можливо оцінити, виходячи зі значень показників – характерних рис об'єкта управління. Для оцінки деяких з них виникає необхідність створення експертних систем, або методів оцінки інформації, отриманої від експертів. Багато з показників психологічної небезпеки можливо оцінити з використанням нечіткої логіки. Для кожної з лінгвістичних змінних (вербальних понять рівня небезпеки, наприклад, „мала”, „середня”, „велика”, „дуже велика”) будуються функції належності. Найбільш часто зустрічаються трикутні та трапецієподібні функції. Для трикутної функції належності аналітична формула має вигляд:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

Для трапецієподібної:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}$$

Деяка сукупність показників $X=\{x_i\}, (i=1, \dots, N)$, об'єкта, які характеризують його функціонування (на протязі психологічної ситуації), буде називатися вектором його стану. Під станом об'єкта будемо розуміти набір значень показників, що описують процеси динаміки психологічної обстановки у фіксований момент часу. Кожний показник x_i приймає значення зі своєї області визначення D , що є множиною цілих і дійсних чисел, нечітких множин, лінгвістичних оцінок. Простір її станів може бути дуже великим і, у загальному випадку, нескінченним. Психологічна ситуація, що склалася, може бути визначена як покриття деякої підмножини множини її станів. Кожній ситуації ставиться у відповідність ідентифікатор, яким може служити її якісна оцінка. Ситуації може відповідати одне або багато рішень, управлінських впливів, порад з їх прийняття, а також вербальний опис психологічної обстановки.

Якісна ситуаційна модель. Нехай ситуація задана набором ознак $X=\{x_1, \dots, x_n\}$, що визначаються на якісних доменах $A(x_1), A(x_2) \dots A(x_n)$. Тоді *якісною ситуацією* будемо називати сукупність якісних значень ознак $S_j = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$, де $x_i \in A(x_i)$. Повна множина якісних ситуацій S визначається як декартовий добуток якісних доменів ознак $A(x_1) \times A(x_2) \times \dots \times A(x_n)$.

Якісна ситуаційна модель являє собою трійку $Ms = \langle S, E, G \rangle$, де S – множина якісних ситуацій, E – множина розбивок S на еталонні класи, G – множина ідентифікаторів еталонних класів.

Припустимо, що якісні домени ознак співпадають і рівні $A = \{-', '0', '+'\}$. Оскільки A є ланцюгом, то прямий добуток A^n є дистрибутивною решіткою [3],

множина ситуацій S є частково упорядкованою, і її можна представити у вигляді діаграми Хасе $H = \langle S, \leq \rangle$.

Ідентифікація поточної психологічної ситуації полягає в тому, що в даний момент часу оцінюється вектор її стану – значення показників, що описують її елементи, а також здійснюється їх якісне відображення. При здійсненні ідентифікації можливі наступні варіанти:

1. Ознака x_i має тільки лінгвістичний опис, визначена на терм-множині якісних оцінок T_{x_i} . У цьому випадку будується ізоморфізм $T_{x_i} \leftrightarrow A_{x_i}$, (наприклад, упорядкована терм-множина {"поганий", "середній", "добрий"} ізоморфна множині $A = \{-, 0, +\}$).

2. Ознака x_i приймає кількісні значення з інтервалу $T_{x_i} = [x_{min}, x_{max}]$.

при цьому існує детермінована розбивка T_{x_i} на чіткі інтервали $T_{x_i}^- = [x_{min}, a]$, $T_{x_i}^0 = [a, b]$, $T_{x_i}^+ = [b, x_{max}]$, причому множина інтервалів

упорядкована по осі x_i . Тоді існує ізоморфізм $T_{x_i} \leftrightarrow A_{x_i}$, такий що $T_{x_i}^- \leftrightarrow '-'$,

$T_{x_i}^0 \leftrightarrow '0'$, $T_{x_i}^+ \leftrightarrow '+'$. У цьому випадку, якісне значення показника визначається попаданням його у відповідний інтервал.

3. Якщо розбивка інтервалу T_{x_i} здійснюється за оцінками експертів і їх

результати виходять неоднозначними, то границі інтервалів $T_{x_i}^-$, $T_{x_i}^0$, $T_{x_i}^+$

можуть виявитися розмитими. Однак дана процедура дозволяє визначити їх як нечіткі множини, що описують терм-множини за допомогою лінгвістичних змінних, відповідних показникам досліджуваної психологічної обстановки. Терм-множина лінгвістичної змінної x_i задається предметною шкалою T_{x_i} .

Тоді показник x_i можна описати як лінгвістичну змінну $x_i = \langle \beta, D(\beta), T_{x_i}, P, M \rangle$, де β – найменування показника x_i ; $D(\beta)$ – терм-множина лінгвістичної змінної x_i , елементами якої є нечіткі змінні з областю визначення T_{x_i} ; P - синтаксичне правило, що породжує найменування $a \in D(\beta)$

вербальних значень лінгвістичної змінної; M – семантичне правило, що ставить у відповідність кожній нечіткій змінній $a \in D(\beta)$ нечітку множину $C(a)$ – зміст нечіткої змінної [7].

Задамо синтаксичне правило P . Терм-множина лінгвістичної змінної x_i породжується граматикою G з кінцевим числом станів n , де n – кількість елементів терм-множини $D(P)$, з алфавітом $E = \{e_i / i = 0, \dots, n\}$, множиною станів

$H = \{h_i / i = 0, \dots, n\}$ і єдиною термінальною підстановкою e_0 . На множині символів алфавіту E вводиться відношення упорядкованості, тому терм-множини лінгвістичної змінної також є упорядкованим, тому що $a_1 < a_2 < \dots < a_n$. Семантичне правило M , що ставить у відповідність нечіткій змінній $a \in D(\beta)$ нечітку множину $C(a)$ – це ізоморфізм $a_i \leftrightarrow C(a_i)$.

Функції належності, що описують значення лінгвістичної змінної, задані на деякій предметній шкалі і відображають цю шкалу в множину термів лінгвістичної змінної неоднозначно. Побудуємо відображення $(\varphi(X): [x_{min}, x_{max}] \rightarrow \{-, 0, +\})$ таке, що кожен елемент x має єдиний образ в A . Це відображення ставить у відповідність кожному елементу предметної шкали x_i , те значення лінгвістичної змінної, для якого значення функції належності максимальне, тобто:

$$\varphi(x): \mu_{\alpha_i} = \max_j \left\{ \mu_{\alpha_i}^j(x_i) \right\}$$

(1)

Таким чином одержимо розбивку предметної шкали ознаки x на k непересічних інтервалів, де k -кількість елементів у терм-множині лінгвістичної змінної. Множина значень ознаки x_i , визначена на інтервалі $T_{x_i} = [x_{min}, x_{max}]$ розбивається відображенням $\varphi(X)$ на три непересічних нечітких підмножини, що приймають значення на інтервалах $\alpha_1: [x_{min}, c]$, $\alpha_2: [c, d]$, $\alpha_3: [d, x_{max}]$. Це відображення сюр'єктивне, зберігає відношення упорядкованості, визначене на предметній шкалі X та є гомоморфізмом $\varphi: C(\alpha) \rightarrow A$. Ці відображення дозволяють узагальнити стан психологічної обстановки до поточної ситуації $[S_t]$ і ідентифікувати її як одну з типових ситуацій $S_j = S_t$. Для цього, на підставі властивостей Хемінгової відстані, досить обчислити висоту ситуації $h(S_t)$ і знайти серед усіх ситуацій даного рівня ситуацію S_j , таку що $d(S_t, S_j) = 0$.

Ідентифікація еталонного класу для поточної психологічної ситуації. В основу функціонування блоку прийняття рішень нечіткої моделі управління психологічною обстановкою покладений принцип визначення при даній вхідній ситуації управлінських рішень, коли система ставить у відповідність кожній ситуації (з певного набору, що характеризує всі можливі стани об'єкта управління), деяке управлінське рішення. Для цього необхідно визначити еталонний клас, до якого належить поточна психологічна ситуація, у результаті чого можна одержати її лінгвістичну (вербальну) оцінку.

Розбивка множини варіантів психологічної обстановки на еталонні класи здійснюється приписуванням кожній з них ідентифікатора $g_1, g_2, \dots, g_m \in G$. Це рівнозначно тому, що на сукупності якісних ситуацій визначена множин функцій $G = \{g_i / g_i \in \{+, -\}, i = 1, \dots, m\}$. ДДНФ є гомоморфізмом $A^n \rightarrow \{+\}$. Тоді кожен з функцій $g_i \in G$ можна описати за допомогою ДДНФ, і множина

еталонних класів ситуацій повністю описується множиною функцій $G = \{g_i / i = 1, \dots, m\}$, заданих своїми ДДНФ. В алгебрі Поста [4] система операцій $\{\vee, \wedge, 0, +\}$ функціонально повна. Для запису поліноміальних форм використовуємо систему $\{\vee, \wedge, 0, +\}$, для якої виконуються всі властивості дистрибутивних решіток без доповнення, а також:

$$x \vee x^0 \vee x^+ = '+' \quad (2)$$

$$x \wedge x^0 \wedge x^+ = '-' \quad (3)$$

Враховуючи властивості (2) і (3) операцій, можна показати, що в даній алгебрі здійсненні властивості склеювання. Використання їх, а також законів поглинання дозволяє мінімізувати ДДНФ і ДКНФ й одержувати скорочені форми для опису еталонних класів [9].

Відображення нечіткої ситуації в якісну. Нечітка ситуаційна модель поточної психологічної обстановки може бути визначена як трійка $M_w = \langle W, L, H \rangle$, де W – множина нечітких ситуацій, L – множина нечітких еталонних ситуацій і H – множина варіантів управлінських рішень [6]. Можна показати, що існує гомоморфізм із нечіткої ситуаційної моделі M_w у якісну ситуаційну модель $M_s = \langle S, E, G \rangle$. Він складається з взаємо-однозначної відповідності між елементами якісних доменів і термам-множинами лінгвістичних змінних, що описують сформовану психологічну ситуацію. Еталонні класи нечітких ситуацій описуються функціями належності у виді поліноміальних висловлювальних форм:

$$\mu_{L_i}(x_1, \dots, x_n) = \max_{S_l \in L_i} \left\{ \min_i \left\{ \mu_{\alpha_i^j}(x_i) \right\} \right\}, \quad (4)$$

де S_l – ситуація, що належить еталонному класу L_i , $\mu_{\alpha_i^j}(x_i)$ – значення функції належності показники $x_i = a_i \in A$. Очевидно, що множина наборів M_w ізоморфна множині якісних ситуацій M_s .

Відображення $\varphi(x)$ дозволяє перетворити поточну нечітку ситуацію у якісну, а відображення $\omega(L)$ – ідентифікувати еталонний клас, до якого вона належить. Переходячи до якісної моделі, ми не втрачаємо інформації про те, з яким ступенем можливості поточна психологічна ситуація належить еталонному класу. Отже, опис психологічної ситуації у вигляді диз'юнктивної нормальної форми (ДНФ) у трьохзначній (у загальному випадку багатозначній) логіці гомоморфний опису нечіткими множинами першого рівня, а процедура ідентифікації еталонного класу в нечіткій ситуаційній моделі зводиться до обчислення ДНФ над якісними значеннями показників, що описують сформовану ситуацію. Розпізнавання вхідної нечіткої ситуації, як правило,

проводиться в два етапи [2]. На першому здійснюється ідентифікація нечітких множин, що задають ступені належності показник психологічної ситуації. Відображення $\varphi(x)$ дозволяє звести цю задачу до визначення якісних значень її показників і наступної ідентифікації. Однак у даній ситуаційній моделі кожне якісне значення характеризується ще і своїм показником функції належності.

Для визначення еталонного класу, до якого належить поточна психологічна ситуація, можливе використання вербальних шкал [2] значень показників, зокрема шкали з кусочно-лінійними функціями належності. Вона може бути побудована на підставі нечітких множин, заданих на своїх предметних шкалах. Ситуація, у якій кожне якісне значення задається як нечітка множина, визначена на вербальній шкалі значень показників, є нечіткою якісною ситуацією першого рівня. Певні процедури [1] дозволяють узагальнити нечітку якісну ситуацію до якісної ситуації другого рівня, ситуації, у якій кожному якісному значенню показника з відповідним йому значенням функції належності приписане значення істинності в решітці L [9]. Якщо виконувати відношення включення [7], то можливо знайти таку якісну ситуацію, яка буде покривати всі інші. Вони будуть включені в неї. Отримані результати можна узагальнити на випадок k – значних якісних доменів, які також утворюють решітки без доповнення.

Таким чином, в статті розглянуті основні задачі ситуаційного моделювання: розпізнавання вхідної ситуації, що описує стан об'єкта, та ідентифікація еталонного класу, до якого належить поточна ситуація. Якщо вона належить до небажаної, то наступним кроком у моделюванні протидії негативному психологічному впливу противника повинне стати прийняття рішення відносно неї, а якщо ні – об'єкт знаходиться в межах норми і не потребує втручання [8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
2. Берштейн Л.С., Казупеев В.М., Коровин С.Я., Мелихов А.Н. Параллельный процессор нечёткого вывода для ситуационных экспертных систем // Изв. АН СССР. Техн. Кибернетика. – 1990. – № 5. – С. 181-190.
3. Биркгоф Г. Теория решёток. – М.: Наука, 1984. – 568 с.
4. Горбатов В.А. Основы дискретной математики. – М.: Высшая шк., 1986. – 311 с.
5. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
6. Мелихов А.Н., Баронец В.Д. Проектирование микропроцессорных средств обработки нечёткой информации. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990. – 128 с.

7. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
8. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986. – 299 с.
9. Таран Т.А. Ситуационное моделирование на основе качественных рассуждений // Искусственный интеллект. – 1996. – № 1. – С. 102-114.
10. De Kleer J., Brown J.S. Qualitative Physics Based on Confluences // Artificial Intelligence. – 1984. – V. 24 – P. 7-83.
11. Forbus K.D. Qualitative process theory // Artificial Intelligence. – 1984. – V. 24. – P. 85-168.
12. Forbus K.D. Commonsense Physics A Review // Ann. Rew. Comput. Sci. – 1986. – V. 3 – P. 197-232.
13. Kuipers B.J. Qualitative simulation. // Artificial Intelligence. – 1986. – V. 29. – P. 289-338.
14. Taran T.A., Razumovsky O.V. Qualitative Situational Modeling // Information Theories & Applications. – 1995. – V.3. – № 2. – P.27- 34.
15. Taran T.A., Razumovsky O.V. Decision Making System Based on Qualitative Model of Object // Information Theories & Applications. – 1995. – V.3. – № 2. – P.27- 34.
16. Williams B.C. A theory on interactions unifying qualitative and quantitative algebraic reasoning. // Artificial Intelligence. – 1991. – V. 51. – P. 39-94.

