

## **НЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНГВІСТИЧНОЇ ЗМІННОЇ „ІНФОРМАЦІЯ” ЗА ЗМІСТОМ ВІДОМОСТЕЙ ТА ВИДОМ ОПЕРАЦІЙ, ЩО ВИКОНУЮТЬСЯ НАД НЕЮ**

*Аналізується поняття та проводиться формалізація „інформації” як складової загальної системи інформаційної безпеки. Використовується теорія нечітких множин (НМ) для експертної оцінки визначення правил правового розмежування та встановлення відповідної категорії захисту інформації за змістом відомостей.*

**Постановка проблеми.** Невід’ємною складовою національної безпеки держави завжди була інформаційна безпека. Її питома вага зростає прискореними темпами. Це передусім обумовлено стрімким розвитком технологій засобів зв’язку та інформаційних технологій, що діють між країнами, міністерствами, відомствами, підприємствами, організаціями, установами тощо. Завдяки цьому розширюється сфера внутрішньої інформаційної діяльності між ними – інформаційний простір, що насамперед веде до створення, накопичення, зберігання, поширення і використання інформації, а також системи оцінки правового та технічного регулювання й прийняття рішень щодо ступеня її важливості як складової загальної системи інформаційної безпеки. А там, де переважають особливі інтереси держави (її безпеки, зовнішніх відносин та економіки), необхідний саме інформаційний, правовий, аналітичний та технічний аналіз із належним експертним висновком та правами на встановлення особливого порядку користування і розповсюдження інформації з обмеженим доступом, найважливішою складовою частиною якої є державна таємниця. В інформаційному просторі такі відомості займають дуже незначну частку, але стосуються чітко окреслених найважливіших сфер державної діяльності: оборони, економіки, зовнішніх відносин, державної безпеки і охорони правопорядку [5 – 7].

**Огляд останніх досліджень і публікацій** [1 –3] дозволяє описати теорією НМ якісні неточні поняття і наші знання про навколишній світ, а також оперувати ними з метою отримання нової інформації. Методи побудови інформаційних моделей, що ґрунтуються на цій теорії, суттєво розширюють традиційні сфери застосування комп’ютерів і створюють самостійний напрям науково-прикладних досліджень, який отримав спеціальну назву – нечітке моделювання [2]. Нечітке моделювання є одним із найбільш активних та перспективних напрямків науково-прикладних досліджень у галузі управління та прийняття рішень. Нечітка логіка, яка є основою для реалізації методів нечіткого управління, більш суттєво описує характер людського мислення та хід його роздумів, ніж традиційні формально-логічні системи [3]. Для побудови нечітких моделей систем слід перш за все строго визначити поняття нечіткої множини, щоб виключити неоднозначність тлумачення тих чи інших її характеристик [2]. Л. Заде ввів одне із головних понять в нечіткій логіці – лінгвістична змінна (ЛЗ) [3].

**Метою статті** є інтерпретація значення ЛЗ „інформація” як складової загальної системи інформаційної безпеки за змістом відомостей та видом операцій, що виконуються над нею способом визначення її скінченних нечітких множин.

**Формулювання завдання дослідження.** ЛЗ – це змінна, значення якої визначається набором вербальних (словесних) характеристик деякої властивості [1].

ЛЗ фактично визначається через НМ, які визначені на деякому базовому наборі (сукупність трьох об’єктів) або базовій числовій шкалі, що має розмірність  $\langle \beta, A, X \rangle$ , де  $\beta$  – назва лінгвістичної змінної;  $A$  – базовий набір нечітких множин ЛЗ ( $\beta$ ), що записується як

$$A = \langle A_1, A_2, A_3, \dots, A_n \rangle,$$

де  $A_1, \dots, A_n$  – назви нечітких множин базового набору  $A$ ;

$X$  – область значень нечітких множин, які входять у визначення ЛЗ  $\beta$ .

Неформальне уявлення про нечітку множину можна описати у вигляді сукупності елементів будь-якої природи, відносно яких неможливо з повною впевненістю стверджувати – належить той чи інший елемент розглянутої сукупності даній множині чи ні [2].

Формально нечітка множина  $A$  визначається як множина упорядкованих пар вигляду:  $\langle x, \mu_A(x) \rangle$ , де  $x \in X$  – елементом деякої універсальної множини (базової шкали)  $X$ , а  $\mu_A(x)$  – функція належності, яка ставить у відповідність кожному із елементів  $x \in X$  деяке дійсне число з інтервалу  $[0, 1]$ , тобто вона визначається у формі відображення:

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$$

При цьому значення  $\mu_A(x) = 1$  для деякого  $x \in X$  означає, що елемент  $x$  однозначно належить нечіткій множині  $A$ , а значення  $\mu_A(x) = 0$  – що елемент  $x$  однозначно не належить нечіткій множині  $A$ . Скінченну нечітку множину можна зобразити у вигляді [1, 2]:

$$A = \{ \langle x_1, \mu_A(x_1) \rangle, \langle x_2, \mu_A(x_2) \rangle, \dots, \langle x_n, \mu_A(x_n) \rangle \}$$

або

$$A = \left\{ \frac{x_1}{\mu_A(x_1)} + \frac{x_2}{\mu_A(x_2)} + \dots + \frac{x_n}{\mu_A(x_n)} \right\}, \tag{1}$$

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\mu_A(x_i)},$$

де  $x_i$  –  $i$ -е значення універсальної множини (базової шкали)  $X$  [1].

Функція належності визначає суб’єктивний ступінь впевненості експерта у тому, що дане конкретне значення базової шкали відповідає визначеній НМ. Цю функцію не слід плутати з імовірністю, що носить об’єктивний характер і підпорядковується іншим математичним залежностям.

Наприклад, для двох експертів визначення НМ „висока” для ЛЗ „ціна за інформацію” в умовних одиницях може суттєво відрізнятись залежно від їх соціального і фінансового положення [3].

„Висока ціна за інформацію” =  $\{6900/1 + 6800/0,8 + 6600/0,6 + 6400/0,4\}$ .

„Висока ціна за інформацію” =  $\{5000/1 + 4500/0,8 + 4300/0,7 + 4000/0,4\}$ .

Процес побудови та визначення НМ будь-якої лінгвістичної змінної відбувається на основі деяких відомих заздалегідь якісних та кількісних значень вимірювальних характеристик і називається фазифікацією.

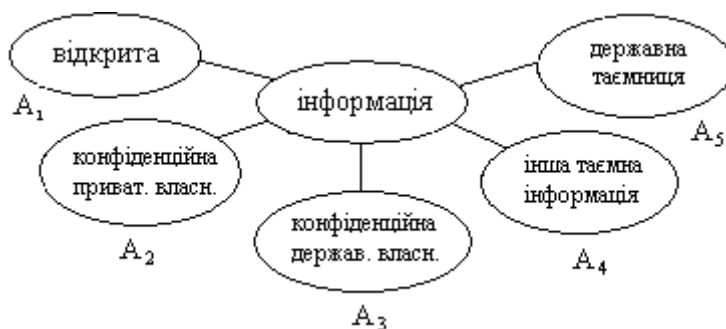
**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проаналізувавши літературне та правове регулювання інформаційної безпеки, розроблено концептуальну структуру відповідності й розподілу інформації за змістом її відомостей (рис. 1) [3, 4].



*Рис. 1. Концептуальна структура відповідності й розподілу інформації за змістом відомостей*

Визначимо ЛЗ „інформація” як  $(\beta)$ . Тоді „відкрита”, „конфіденційна приватної власності”, „конфіденційна державної власності”, „інша таємна інформація” і „державна таємниця” будуть значеннями ( $A$ ) цієї ЛЗ  $(\beta)$ . Більш повний базовий набір значень ЛЗ „інформація” такий (рис. 2):

$A = \{ \text{відкрита, конфіденційна приватної власності, конфіденційна державної власності, інша таємна інформація, державна таємниця} \} = \{ A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 \}$ .



*Рис. 2. Лінгвістична змінна „інформація”  $(\beta)$  і НМ  $\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$ , що визначають її значення  $A$*

НМ  $A_1$  (відкрита інформація) – відомості, які розповсюджуються засобами масової інформації, надходять до загальнодоступних баз даних, а також ті, що захищаються за допомогою законодавства про інтелектуальну власність [4].

НМ  $A_2$  (конфіденційна інформація приватної власності) – відомості, які знаходяться у володінні, користуванні або розпорядженні окремих фізичних ( $A_{2,1}$ ) чи юридичних (приватної власності) осіб ( $A_{2,2}$ ) і поширюються за їх бажанням відповідно до передбачених ними умов [4].

НМ  $A_3$  (конфіденційна інформація державної власності) – це відомості комерційного ( $A_{3,1}$ ) та банківського ( $A_{3,2}$ ) характеру, а також інформація, правовий режим якої встановлено Верховною Радою України за поданням Кабінету Міністрів України ( $A_{3,3}$ ) (з питань статистики, екології, банківських операцій, податків тощо) або приховування якої становить загрозу для життя і здоров'я людей [4].

До НМ  $A_4$  (інша таємна інформація), виходячи з чинного інформаційного законодавства України, відноситься не лише державна таємниця, але й інша таємна інформація. Якщо державна таємниця становить собою специфічний вид таємної інформації, то про таємну інформацію, що не становить державної таємниці („інша таємна інформація”), можна вести мову як про сукупність її окремих видів (що не становлять державної таємниці). „Інша таємна інформація” на сьогоднішній день не має чітко закріпленої в законодавстві структури (хоча потребує вичерпної визначеності, оскільки її існування фактично є обмеженням права на інформацію), але може бути визначена, виходячи зі змісту правових норм, присвячених окремим її видам, які містяться в законах, що контекстно не належать до інформаційного законодавства. За результатами їх аналізу може бути зроблений висновок, що „інша таємна інформація” складається із видів таємних відомостей, які не становлять державної таємниці. До них належать такі таємниці: службова та професійна ( $A_{4,1}$ ); військова (якщо її розглядати як відомості військового характеру, що не становлять державної таємниці, але не підлягають розголошенню) ( $A_{4,2}$ ); медична (лікарська) ( $A_{4,3}$ ); банківська та страхова, усиновлення ( $A_{4,4}$ ); попереднього слідства та дізнання ( $A_{4,5}$ ); вчинюваних нотаріальних дій, дорадчої кімнати та адвокатська ( $A_{4,6}$ ); листування, телефонних розмов, телеграфної та іншої кореспонденції ( $A_{4,7}$ ) [6, 7].

НМ  $A_5$  (державна таємниця) – вид таємної інформації, що охоплює відомості у сфері оборони, економіки, науки і техніки, зовнішніх відносин, державної безпеки та охорони правопорядку, розголошення яких може завдати шкоди національній безпеці України, а також які визнані у порядку, встановленому Законом України [5], державною таємницею, і підлягають охороні державою. Реквізити кожного матеріального носія секретної інформації мають містити гриф секретності, який відповідає ступеню секретності інформації, встановленому рішенням державного експерта з питань таємниць, – „таємно” ( $A_{5,1}$ ), „цілком таємно” ( $A_{5,2}$ ), „особливої важливості” ( $A_{5,3}$ ) [5].

Для ЛЗ ( $\beta$ ) базова шкала  $X$  – це ієрархічна шкала повноважень, що вводиться на основі категорії захисту інформації й прав доступу до неї користувачів (за аналогією з

поняттям „форма допуску”). Ієрархічна шкала повноважень є шкалою основних операцій над ЛЗ ( $\beta$ ) залежно від прав доступу до неї, а саме ( $x$ ): введення (редагування) ( $B$ ), перегляд (читання) ( $\Pi$ ), зміна (збереження) ( $Зм$ ) та знищення (видалення) ( $Зн$ ) даних. Залежно від НМ  $\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$  виконуються основні операції над ЛЗ ( $\beta$ ), а функція належності  $\mu_A(x)$  визначає, наскільки є впевненість у тому, що ту чи іншу операцію ( $x$ ) можна віднести до даної категорії захисту інформації.

Різні НМ визначено із інтервалу  $[0,1]$  функціями належності на одній базовій шкалі  $X$  (рис. 3).

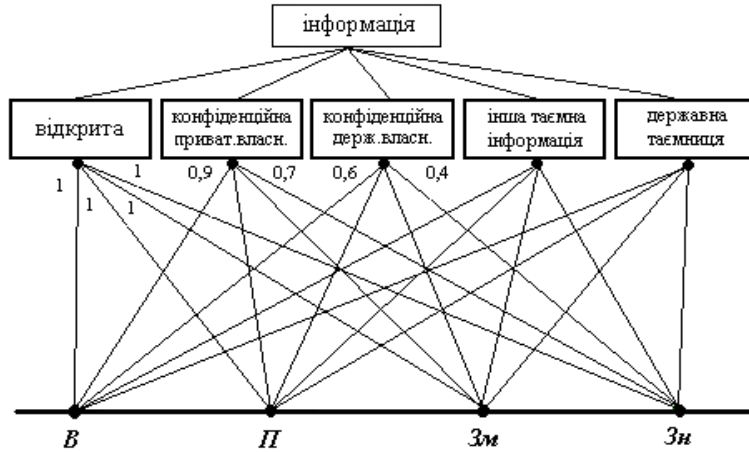


Рис. 3. Формування НМ  $\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$  ЛЗ ( $\beta$ )

Значення скінченних НМ  $\{A_1, A_2, A_3\}$  ЛЗ ( $\beta$ ), виходячи із оцінки деяких незалежних експертів та виразу (1), матиме вигляд:

$$A_1 = \left\langle \frac{B}{1} + \frac{\Pi}{1} + \frac{Зм}{1} + \frac{Зн}{1} \right\rangle;$$

$$A_2 = \langle A_{2,1}, A_{2,2}, A_{2,3}, \dots, A_{2,n} \rangle,$$

$$A_{2,1} = \left\langle \frac{B}{0,9} + \frac{\Pi}{0,9} + \frac{Зм}{0,9} + \frac{Зн}{0,9} \right\rangle; A_{2,2} = \left\langle \frac{B}{0,9} + \frac{\Pi}{0,8} + \frac{Зм}{0,8} + \frac{Зн}{0,8} \right\rangle; A_{2,3} = \left\langle \frac{B}{0,9} + \frac{\Pi}{0,8} + \frac{Зм}{0,7} + \frac{Зн}{0,7} \right\rangle;$$

$$A_3 = \langle A_{3,1}, A_{3,2}, A_{3,3}, \dots, A_{3,n} \rangle,$$

$$A_{3,1} = \left\langle \frac{B}{0,6} + \frac{\Pi}{0,6} + \frac{Зм}{0,6} + \frac{Зн}{0,6} \right\rangle; A_{3,2} = \left\langle \frac{B}{0,6} + \frac{\Pi}{0,5} + \frac{Зм}{0,5} + \frac{Зн}{0,5} \right\rangle; A_{3,3} = \left\langle \frac{B}{0,6} + \frac{\Pi}{0,5} + \frac{Зм}{0,5} + \frac{Зн}{0,4} \right\rangle;$$

$$A_{3,4} = \left\langle \frac{B}{0,6} + \frac{\Pi}{0,5} + \frac{Зм}{0,4} + \frac{Зн}{0,4} \right\rangle.$$

Кожна НМ допускає неоднозначність визначення, що відображає суб'єктивну точку зору на моделювання відповідних практичних ситуацій. Тобто кожне значення функцій належностей НМ може мати різне значення відповідно до поставленого завдання, що вирішується. У даному випадку значення НМ  $\{A_1, A_2, A_3\}$  визначено із кількості операцій ( $x$ ), які виконують над ними залежно від їх категорії захисту та прав доступу.

Посилення чи послаблення ЛЗ досягається введенням спеціальних квантифікаторів [2]:

$$\text{con}(A) = A^2 = \sum_i \frac{x_i}{\mu_A^2(x_i)}. \quad (2)$$

Наприклад, якщо НМ „конфіденційна державної власності” інформація визначається як

$$A_{3,1} = \left\{ \frac{B}{0,6} + \frac{\Pi}{0,6} + \frac{Зм}{0,6} + \frac{Зн}{0,6} \right\},$$

то ЛЗ „інша таємна інформація” та „державна таємниця”, виходячи з виразу (2), – як

$$A_4 = \langle A_{4,1}, A_{4,2}, A_{4,3}, \dots, A_{4,n} \rangle, A_{4,1}^2 = A_{4,1},$$

$$A_{4,1} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,36} + \frac{Зм}{0,36} + \frac{Зн}{0,36} \right\}; A_{4,2} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,33} + \frac{Зм}{0,33} + \frac{Зн}{0,33} \right\}; A_{4,3} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,3} + \frac{Зм}{0,3} + \frac{Зн}{0,3} \right\}; A_{4,4} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,27} + \frac{Зм}{0,27} + \frac{Зн}{0,27} \right\};$$

$$A_{4,5} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,24} + \frac{Зм}{0,24} + \frac{Зн}{0,24} \right\}; A_{4,6} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,21} + \frac{Зм}{0,21} + \frac{Зн}{0,21} \right\}; A_{4,7} = \left\{ \frac{B}{0,36} + \frac{\Pi}{0,18} + \frac{Зм}{0,18} + \frac{Зн}{0,18} \right\};$$

$$A_5 = \langle A_{5,1}, A_{5,2}, A_{5,3}, \dots, A_{5,n} \rangle, A_{5,1}^2 = A_{5,1},$$

$$A_{5,1} = \left\{ \frac{B}{0,13} + \frac{\Pi}{0,13} + \frac{Зм}{0,13} + \frac{Зн}{0,13} \right\}; A_{5,2} = \left\{ \frac{B}{0,13} + \frac{\Pi}{0,05} + \frac{Зм}{0,05} + \frac{Зн}{0,05} \right\}; A_{5,3} = \left\{ \frac{B}{0,13} + \frac{\Pi}{0,05} + \frac{Зм}{0,01} + \frac{Зн}{0,001} \right\}.$$

На рис. 4 наведено графічну ілюстрацію оцінки всіх нечітких множин  $\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$  ЛЗ „інформація” деякими незалежними експертами.

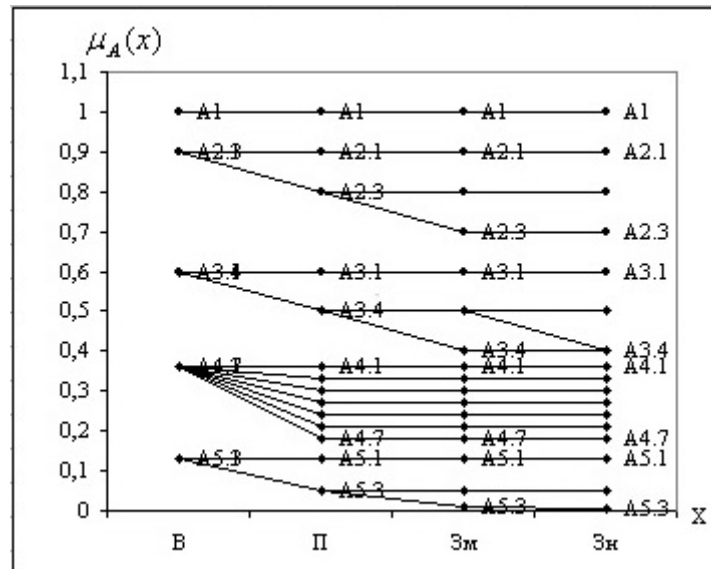


Рис. 4. Графіки функцій належностей скінченних НМ ЛЗ „інформація”

**Аналіз нечіткої моделі ЛЗ „інформація” на основі основних характеристик НМ.** Величина  $h_A = \sup \{ \mu_A(x) \}$ , де супремум (максимум) береться з усіх значень функції належності для  $x \in X$ , називається *висотою* НМ  $A$ . Особливість її визначення полягає у тому, що вона завжди існує і дорівнює деякому дійсному числу з інтервалу  $[0,1]$ , якому може відповідати декілька елементів універсалу [1]. Відповідно, для НМ  $A_1$  висота  $h_{A_1} = 1$ . Це свідчить про те, що вона є *нормальною* НМ, тому що виконується умова  $\mu_{A_1} = 1, (\exists x \in X)$ . Для такого випадку висота визначає ступінь впевненості експерта щодо виконання дій над певним видом інформації. Для скінченних НМ висота завжди рівна максимальному значенню їх функції належності. Насамперед НМ  $A_1$  має  $\max \mu_{A_1}(x_B) = 1$ , що вказує на виконання всіх операцій над даною інформацією. А НМ  $A_5$  має  $\max \mu_{A_{5,1}}(x_B) = 0,13$  і  $\min \mu_{A_{5,3}}(x_B) = 0,001$ , що вказує на неможливість виконання операцій над даною інформацією. Це свідчить про те, що чим більшу функцію належності має НМ, тим більше виконується операцій над нею і тим менше вона захищена, й навпаки.

**Висновки.** Проаналізовано деякі проблеми, які виникають при вирішенні завдання щодо встановлення режиму доступу до інформації та віднесення її за змістом відомостей до певної категорії відносно основних видів інформаційної діяльності. За допомогою теорії НМ проведено формалізацію поняття „інформація” методом інтуїтивно-логічного аналізу проблеми експертами (експертом). На основі кількісної оцінки та формальної обробки результатів з метою підготовки прийняття рішення.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Корченко А. Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения / А. Г. Корченко. – К. : МК – Пресс, 2006. – 320 с.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.
3. Гаврилова Т. А. База знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
4. Закон України „Про інформацію” від 02.10.92 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України // Закон України. – Режим доступу : [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua).
5. Закон України „Про державну таємницю” від 21.01.94 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України // Закон України. – Режим доступу : [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua).
6. Інформація як предмет злочину [Електронний ресурс] / Д. Прокоф'єва. – Режим доступу : [www.idportal.org/page-id637.htm](http://www.idportal.org/page-id637.htm)
7. Соснін О. В. „Таємно”, „секретно”, „конфіденційно”: проблема державного управління інформаційними ресурсами у контексті євроінтеграції / О. В. Соснін // Політика і час. – 2002. – № 9. – С 53 – 60.

Подано 17.11.09

**А. Г. Корченко, Ю. А. Дрейс**

#### **НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ „ИНФОРМАЦИЯ” ЗА СОДЕРЖАНИЕМ СВЕДЕНИЙ И ВИДА ОПЕРАЦИЙ, ЧТО ВЫПОЛНЯЮТСЯ НАД НЕЙ**

*Анализируется понятие и проводится формализация „информации” как составной общей системы информационно-безопасности. Используется теория нечетких множеств для экспертной оценки, определение правил правового разграничения и установления соответствующей категории защиты информации по содержанию сведений.*

**O. G. Korchenko, Y. O. Dreys**

#### **UNCLEAR DESIGN OF LINGUISTIC VARIABLE IS „INFORMATION” AFTER MAINTENANCE OF INFORMATION AND TYPE OF OPERATIONS THAT IS EXECUTED ABOVE HER**

*A concept is analysed and formalization of „information” is conducted as a component general system of informative safety. The theory of unclear plurals is used for an expert estimation, determination of rules of the legal differentiating and establishment of the proper category of defence of information on maintenance information.*