

*Лифар Володимир Олексійович*, кандидат технічних наук, доцент, кафедра математики і фізики, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Северодонецьк, Україна.  
*Сафонова Світлана Олександрівна*, кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютерної інженерії, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Северодонецьк, Україна.  
*Іванов Віталій Геннадійович*, кандидат технічних наук, доцент, кафедра вищої математики і комп'ютерних технологій, Інститут хімічних технологій Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, Рубіжне, Україна.

*Lyfar Volodymyr*, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Ukraine, e-mail: lyfarva61@gmail.com.  
*Safonova Svetlana*, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Ukraine, e-mail: safonovasa@ukr.net.  
*Ivanov Vitaly*, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: vetgen@e-mail.ua

УДК 004.048

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40778

Куц А. М.

## МЕТОД ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ТА ОТРИМАННЯ ГРУПОВОЇ ОЦІНКИ ДУМОК ЕКСПЕРТІВ

У роботі розглядається вирішення важливої практичної задачі обробки лінгвістичної експертної інформації, отримання групової оцінки думок експертів з урахуванням їх кваліфікації. Виявлена й обґрунтована можливість застосування для вирішення поставлених завдань методів теорії нечітких множин. Проведена чисельна апробація запропонованих в роботі методів.

**Ключові слова:** експертна інформація, кваліфікація експертів, групова експертна оцінка, нечітка логіка.

### 1. Вступ

Впровадження технологій штучного інтелекту та систем підтримки прийняття рішень в різноманітні сфери діяльності людини потребує вдосконалення методів обробки даних, які є основою для прийняття рішень в зазначених системах. Системи штучного інтелекту здебільшого працюють з експертною інформацією, способи представлення якої в базі знань системи мають важливе значення [1, 2]. До задач, які вирішуються за допомогою експертної інформації відносяться задачі планування, аналізу ризику, задачі класифікації та експертного оцінювання предметів та ін. Для прийняття обґрунтованих рішень необхідно спиратися на досвід, знання та інтуїцію фахівців. При цьому експертна інформація носить здебільшого нечіткий, лінгвістичний характер та сформульована у термінах природної мови.

Для обробки експертної інформації використовуються методи експертних оцінок — це наукові методи аналізу складних проблем. Експерти проводять інтуїтивно-логічний аналіз проблеми з кількісною оцінкою суджень, з формальною обробкою результатів. Їх узагальнена думка, отримана в результаті обробки індивідуальних оцінок, приймається як рішення проблеми. Тому питанню планування експерименту та узагальненню думок експертів приділяється велика увага [3, 4].

В експертизі зазвичай приймає участь група експертів і тільки в деяких випадках їх думки співпадають. Тому стадія обробки результатів, стадія виводу не менш важлива. Необхідно, щоб ці висновки витікали з матеріалів та відображали усе суттєве у них. У більшос-

ті експертиз використовується перевірка узгодженості думок експертів, не випадковості їх думок та правила середнього арифметичного або правила більшості. У той же час задачі, що виникають не відносяться до традиційних, бо частіше за все необхідно мати справу не з числовим матеріалом.

Саме тому задача побудови нових або удосконалення вже існуючих методів представлення та обробки нечислових даних, що отримані від експертів є актуальною.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Застосування методів аналізу та обробки експертної інформації залежить від характеру вимірювань. Неправильне використання результатів експертного оцінювання може призвести до помилкових висновків. Уникнути помилок можна лише дослідивши характер вимірювань і зумовлені ним можливі методи перетворення отриманої експертної інформації. В роботах Л. Д. Мешалкіна, А. І. Орлова, А. Н. Борисова, В. Б. Кузьміна та інших вчених досліджується проблема допустимості використання різних результатів експертних оцінок.

Вибір методу визначається характером аналізованої інформації. Для отримання якісних оцінок використовуються парні порівняння, множинні порівняння, методи ранжування і т. д. Для отримання кількісних оцінок використовуються безпосередня чисельна оцінка альтернатив, метод Черчмена-Акофа та ін. [4–6].

Зазначені методи дозволяють при використанні досвіду та знань людини компенсувати неповноту інформації

тоді, коли отримання її іншими засобами досить проблематично, потребує доволі довгого періоду, або коштує достатньо дорого.

Не виключена можливість, що одна і та ж група фахівців може сходитися в думці щодо оцінки одного об'єкта експертизи і мати розбіжності щодо іншого об'єкта. Тому однією з найбільш важливих проблем при обробці думок експертів є перевірка узгодженості, класифікація або узагальнення експертної інформації. Розроблено ряд методів такої перевірки. Зазначається, що статистичні методи перевірки узгодженості залежать від математичної природи відповідей експертів. Відповідні статистичні теорії вельми важкі, якщо ці відповіді – ранжування або розбиття, і досить прості, якщо відповіді – результати незалежних парних порівнянь. Деякі методи, наприклад метод Делфі [7–9], передбачає проведення опитування експертів у декілька турів. Після отримання додаткової інформації після кожного туру експерти, як правило коректують свої оцінки, що забезпечує зменшення розбіжності оцінок експертів і зростання їх узгодженості [9].

Для прийняття думки експерта або деякої групи експертів важливим є питання компетентності експертів. У роботі [10] запропоновано вирішувати зазначену проблему на базі аксіоми незсуненості. Але запропонований підхід є дуже громіздким для обчислення і може бути реалізований тільки при використанні автоматизованої системи. Він не є абсолютним як і всі інші методи оцінки суб'єктивних характеристик [11].

Неправильне використання результатів експертного оцінювання може призвести до помилкових висновків. Уникнути помилок можна лише дослідивши характер вимірювань і зумовлені ним можливі методи перетворення отриманої експертної інформації. На сьогоднішній день існує достатньо багато методів обробки кількісних експертних даних, на відміну від якісних. Тому є важливою задачею поєднання теорії класичних методів обробки кількісної експертної інформації з методами обробки якісних даних, які не завжди характеризуються кількісними оцінками.

Для усунення зазначених недоліків в роботі пропонується способи представлення та обробки лінгвістичної експертної інформації, які з одного боку є достатньо простими для обчислення, і у той же час підлягають програмній реалізації для подальшого використання в автоматизованих інформаційних системах.

### 3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Проведені дослідження ставили за мету визначити особливості обробки експертної інформації поданої в нечіткому лінгвістичному вигляді. На основі проведених досліджень ставиться завдання розробки способу представлення якісних експертних даних і їх подальшої обробки з метою використання результатів експертного опитування в інтелектуальних автоматизованих системах.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались наступні задачі:

- проаналізувати можливість застосування існуючих методів експертного оцінювання до даних, які сформульовані у термінах природної мови;
- дослідити можливість застосування теорії нечітких множин до обробки експертної інформації та

отримання групової думки експертів з урахуванням кваліфікації експертів;

– проведення порівняльного аналізу запропонованого методу з іншими вже існуючими методами експертної оцінки та чисельна апробація запропонованого методу.

*Об'єкт дослідження* – процеси обробки нечислової експертної інформації в автоматизованих інформаційно-пошукових системах та інтелектуальних системах прийняття рішення.

### 4. Матеріали та методи дослідження обробки експертної інформації

**4.1. Постановка задачі.** Основою досліджень, які проводяться в роботі, є припущення про те, що експертна інформація має лінгвістичний характер. Для її представлення використаємо поняття лінгвістичної змінної [12, 13]. Лінгвістичну змінну будемо задавати у вигляді  $\langle s, S, U, G, M \rangle$ , де  $s$  – ім'я змінної;  $S$  – термножина, кожен елемент якої (терм) представляється як нечітка множина на універсальній множині  $U$ ;  $G$  – синтаксичні правила, часто у вигляді граматики, що породжують назву термів;  $M$  – семантичні правила, що задають функції належності нечітких термів, породжених синтаксичними правилами  $G$ .

Введемо наступні позначення  $x_j$  –  $j$ -й експерт,  $x_j^2, \gamma^2, k_j^2$  – коефіцієнт компетентності  $j$ -го експерта. Розглянемо метод обробки експертних даних на прикладі визначення ступеню ризику. Позначимо через  $s$  – «ступінь ризику»,  $S = \{V, M, N\}$ , де  $V$  – «високий»,  $M =$  «середній»,  $N =$  «низький». Для розширення бази правил і забезпечення більш гнучкої роботи системи пропонується кожен терм задавати множиною нечітких змінних, які будуть задані за допомогою семантичних правил  $G$ , що побудовані для на основі терм-значення  $t_1$ , які відповідно до [13] будемо задавати за допомогою квантифікаторів, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Аналітичні вирази для обчислення квантифікаторів

Квантифікатор	Функція приналежності ( $u \in U$ )
$t_2$ – не $t_1$	$1 - \mu_t(u)$
$t_3$ – дуже $t_1$	$(\mu_t(u))^2$
$t_4$ – більш-менш $t_1$	$\sqrt{\mu_t(u)}$
$t_5$ – не дуже $t_1$	$(1 - (\mu_t(u))^2)$

Візьмемо лінійну шкалу, яка буде мати оцінки від 0 до 1.

При цьому оцінка на шкалі буде вказувати ступінь приналежності  $\mu_t(u)$  об'єкта до множини  $t_1$ . Дана шкала використовується для виставлення експертних оцінок суворо в межах однієї множини. Після цього застосуємо квантифікатори. Таким чином для наведеного приклада терм-множина буде складатись з наступних термів:  $t_1$  – високий,  $t_2$  – не високий,  $t_3$  – дуже високий,  $t_4$  – більш-менш високий,  $t_5$  – не дуже високий. Надалі оцінки з локальних шкал будуть перенесені в загальну шкалу шляхом застосування функцій приналежності для кожного із квантифікаторів.

**4.2. Метод обробки нечітких експертних даних та отримання групової експертної оцінки.** На першому етапі експерт визначає  $\mu_V(u)$ ,  $\mu_M(u)$ ,  $\mu_N(u)$  ступінь приналежності об'єкта  $u$  до відповідних термів по заданій вище шкалі.

При визначенні оцінки ступені приналежності варто врахувати, що остаточна оцінка для об'єкта з набору заданих множин визначається із застосуванням наступних квантифікаторів:

1) «високий» —  $a_i^{++}$  визначається виставленою експертом оцінкою;

2) «більш-менш високий» — визначається добуванням кореня з виставленої експертом оцінки;

3) «дуже високий» —  $a_i^{-+}$  визначається піднесенням у квадрат виставленої експертом оцінки;

4) «не високий» — визначається відніманням від 1 виставленої експертом оцінки;

5) «не дуже високий» — визначається відніманням від 1 квадрата виставленої експертом оцінки.

Якщо два об'єкти мають однаковий ступінь важливості у своїй множині, то ступінь приналежності (ранг) кожного з них виставляється однаковим.

Таким чином кожен об'єкт  $a_i$ , що оцінюють експерти буде представлено у вигляді системи:

$$\begin{aligned} V &= \{ \langle \mu_V(u) / v_1 \rangle, \langle \mu_V(u) / v_2 \rangle, \dots, \langle \mu_V(u) / v_5 \rangle \}, \\ M &= \{ \langle \mu_M(u) / m_1 \rangle, \langle \mu_M(u) / m_2 \rangle, \dots, \langle \mu_M(u) / m_5 \rangle \}, \\ N &= \{ \langle \mu_N(u) / n_1 \rangle, \langle \mu_N(u) / n_2 \rangle, \dots, \langle \mu_N(u) / n_5 \rangle \}. \end{aligned} \quad (1)$$

На другому етапі оцінки будуть згруповані стосовно кожного об'єкта  $u$  в матрицю. Припустимо, що у експертному оцінюванні беруть участь  $n$  експертів:  $x_1, \dots, x_n$ . Тоді отримаємо матрицю експертних оцінок  $ME = \{\mu_{ij}\}$ ,  $m_{ij}$  — елемент відповідає функції приналежності об'єкта  $u$  до  $t_j$  терму, яка виставлена  $x_i$  експертом.

$$ME = \begin{array}{c|ccccc} & t_1 & t_2 & t_3 & t_4 & t_5 \\ \hline x_1 & \mu_{11} & \mu_{12} & \mu_{13} & \mu_{14} & \mu_{15} \\ x_2 & \mu_{21} & \mu_{22} & \mu_{23} & \mu_{24} & \mu_{25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & \mu_{n1} & \mu_{n2} & \mu_{n3} & \mu_{n4} & \mu_{n5} \end{array}$$

Для одержання групової оцінки об'єктів скористаємося середнім значенням оцінки для кожного об'єкта.

$$x_i = \sum_{j=1}^m x_j k_j \quad (i=1,2,\dots,n), \quad (2)$$

де  $j$  — номер експерта,  $k_j$  — коефіцієнти компетентності експертів. Коефіцієнт компетентності експертів є нормованою величиною:

$$\sum_{j=1}^m k_j = 1. \quad (3)$$

Коефіцієнти компетентності експертів можна обчислити за апостеріорним даними, тобто за результатами оцінки об'єктів. Основною ідеєю цього обчислення є припущення про те, що компетентність експертів повинна оцінюватися по ступеню погодженості їх оцінок із груповою оцінкою об'єктів.

Алгоритм обчислення коефіцієнтів компетентності експертів має вигляд рекурентної процедури [14]:

$$x_i^t = \sum_{j=1}^m x_{ij} k_j^{t-1} \quad (i=1,2,\dots,n), \quad (4)$$

$$\gamma^t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} x_i^t, \quad t=1,2,\dots, \quad (5)$$

$$k_j^t = \frac{1}{\gamma^t} \sum_{i=1}^n x_{ij} x_i^t; \quad \sum_{j=1}^m k_j^t = 1 \quad (j=1,2,\dots,m). \quad (6)$$

## 5. Результати досліджень запропонованих способів представлення нечислових експертних даних

Нехай в експертному опитуванні приймають участь 5 експертів.

Нехай  $s$  — «ступінь ризику»,  $V = \{v_1\}$ , де  $v_1$  — «високий». На першому етапі експерти визначають ступінь приналежності об'єкта до терму по заданій вище шкалі. Значення ступеню приналежності до термів  $v_2-v_5$  визначимо за табл. 1. Обчислені значення наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Початкове обчислення ступенів приналежності

Експерти \ Терми	Високий	Більш менш високий	Дуже високий	Не високий	Не дуже високий
Експерт 1	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36
Експерт 2	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 3	0,7	0,836666	0,49	0,3	0,51
Експерт 4	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 5	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36

Обчислення починаються з  $t=1$ . Початкові значення коефіцієнтів компетентності ухвалюються однаковими й рівними  $k_j^0 = 1/m = 0,2$ .

Використовуючи коефіцієнти компетентності першого наближення, можна повторити весь процес обчислення по формулах і одержати другі наближення величин  $x_i^2, \gamma^2, k_j^2$ .

Увесь ітераційний процес триває, поки не буде виконана умови зупинки:

$$\max(x_i^t - x_i^{t-1}) < E. \quad (7)$$

Нульове наближення записане в табл. 3.

Таблица 3

Нульове наближення

Терми Експерти	Високий	Більш менш високий	Дуже високий	Не високий	Не дуже високий
Експерт 1	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36
Експерт 2	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 3	0,7	0,83666	0,49	0,3	0,51
Експерт 4	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 5	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36
Групова оцінка з урахуванням початкової компетентності експертів	0,82	0,904576	0,678	0,18	0,322

Проведемо обчислення коефіцієнтів компетентності експертів за виразом (4)–(6). Отримані уточнені значення коефіцієнтів компетентності запишемо у табл. 4.

Таблица 4

Перерахована компетентність експертів

Експерти	Початкова компетентність	$X_{ij}^* X_i$	Перерахована компетентність
Експерт 1	0,2	0,656	0,195121951
Експерт 2	0,2	0,738	0,219512195
Експерт 3	0,2	0,574	0,170731707
Експерт 4	0,2	0,738	0,219512195
Експерт 5	0,2	0,656	0,195121951
$\Sigma$	1	3,362	1

Тоді у відповідності до виразу (4)  $\gamma^1 = 3,362$ .  
Перше наближення наведено у табл. 5.

Таблица 5

Перше наближення

Терми Експерти	Високий	Більш менш високий	Дуже високий	Не високий	Не дуже високий
Експерт 1	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36
Експерт 2	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 3	0,7	0,83666	0,49	0,3	0,51
Експерт 4	0,9	0,948683	0,81	0,1	0,19
Експерт 5	0,8	0,894427	0,64	0,2	0,36
Групова оцінка з урахуванням перерахованої компетентності експертів	0,826829	0,908384	0,689024	0,173171	0,310976

У випадку, який розглядає автор, одного наближення достатньо, оскільки під час другого та інших наближень  $\max(x_i^t - x_i^{t-1}) = 0$ . Тому можемо записати:

$$V = \{ < 0,83 / v_1 >, < 0,91 / v_2 >, < 0,69 / v_3 >, < 0,17 / v_4 >, < 0,31 / v_5 > \}. \tag{8}$$

Повторюючи описану процедуру для інших термів отримаємо:

$$M = \{ < 0,66 / m_1 >, < 0,81 / m_2 >, < 0,44 / m_3 >, < 0,34 / m_4 >, < 0,56 / m_5 > \}, \tag{9}$$

$$N = \{ < 0,48 / n_1 >, < 0,69 / n_2 >, < 0,24 / n_3 >, < 0,52 / n_4 >, < 0,76 / n_5 > \}. \tag{10}$$

### 6. Обговорення результатів дослідження способів обробки нечислової експертної інформації з використанням нечіткої логіки

При експертному опитуванні інформація може носити як кількісний, так і якісний характер, бути нечіткою. У цьому випадку доцільним є її представлення з використанням теорії нечітких множин. Для розширення можливостей подальшої обробки таких даних запропоновано представляти оцінку об'єкта дослідження у вигляді системи нечітких змінних (1).

Отримання узагальненої оцінки у запропонованому методі виконується з урахуванням компетентності експертів за виразами (4)–(7).

Оцінка погодженості думок експертів краще проводити за ентропійним коефіцієнтом конкордації, оскільки він є більш інформативним. На його підставі робиться висновок про прийняття групової оцінки або ж її відкидання й наступного повторення експертного оцінювання із самого початку.

Групові оцінки за розробленим методом є досить близькими до результатів за методом середньої точки та за методом Черчмена-Акоффа. При цьому він є простим у реалізації, що є важливим з практичної точки зору, оскільки дозволяє достатньо просто здійснити розрахунки узагальненої експертної думки. У той же час метод може бути використано в системах штучного інтелекту та системах підтримки прийняття рішень. Метод Черчмена-Акоффа є більш складним у програмній його реалізації, є дуже громіздким та складним для застосування при великій кількості об'єктів, але є найбільш детальним при опитуванні експертів.

Запропонований в роботі метод передбачає наявність повної оцінки об'єкта і не може бути використаним у випадку, якщо деяка інформація відсутня. Подальші дослідження розробленого методу пов'язані з його програмною апробацією в автоматизованих системах.

### 7. Висновки

Проведеним дослідженням щодо існуючих методів обробки експертної інформації було показано можливість використання для представлення експертної інформації, що носить нечисловий характер, теорії нечітких множин і наведено представлення даних у вигляді системи нечітких змінних.

Розроблений в роботі метод є поєднанням вже відомих підходів до обробки результатів експертних оцінок в частині визначення компетентності експертів та отримання групової оцінки і з елементами теорії нечітких множин.

Запропоновані підходи до обробки лінгвістичної експертної інформації можуть бути використані в інформа-

ційних автоматизованих системах, робота яких основана на використанні знань експертів. Способи представлення та обробки нечислових даних, що описані в роботі, дають можливість розширити базу правил інтелектуальних автоматизованих систем за рахунок використання квантифікаторів, є простими в обчисленні і на відміну від існуючих методів є простим в програмній реалізації.

### Література

1. Gong, J. Representing and measuring experts knowledge based on knowledge network [Text] / J. Gong, L. Liu // *Studies in Science of Science*. — 2010. — № 28(10). — P. 1521–1530.
2. Корнеев, В. В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации [Текст] / В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. — М.: Нолидж, 2000. — 352 с.
3. Maxwell, S. E. Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective [Text] / S. E. Maxwell, H. D. Delaney. — Ed. 2. — Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004. — 1104 p.
4. Рябушкин, Т. В. Статистические методы анализа экспертных оценок [Текст]: сб. науч. ст. / под ред. Т. В. Рябушкина, Г. И. Бакланова, А. Г. Волкова и др. // *Ученые записки по статистике*. — М.: Наука, 1997. — Т. 29. — 385 с.
5. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: Методы получения и анали за [Текст] / Б. Г. Литвак. — М.: Радио и связь, 1982. — 184 с.
6. Орлов, А. И. Прикладная статистика [Текст]: учебник / А. И. Орлов. — М.: Экзамен, 2004. — 656 с.
7. Linstone, H. A. The Delphi Method: Techniques and Applications [Text] / J. E. J., H. A. Linstone, M. Turoff // *Technometrics*. — 1976. — Vol. 18, № 3. — P. 363–364. doi:10.2307/1268751
8. Dalkey, N. C. The Delphi method: An experimental study of group opinion [Electronic resource] / N. C. Dalkey. — Santa-Monica, Calif: RAND corporation, 1969. — 80 p. — Available at: \www/URL: [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_memoranda/2005/RM5888.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2005/RM5888.pdf)
9. Scheibe, M. Experiments in Delphi methodology [Text] / M. Scheibe, M. Skutsh, J. Schofer // In: *The Delphi method. Techniques and applications*. — London: Addison — Wesley Publ., 1975. — P. 257–281.

10. Снитюк, В. Е. Модели методы определения компетентности экспертов на базе аксиомы несмещенности [Текст] / В. Е. Снитюк, Рифат Мохаммед Али // *Вісник ЧПІ*. — Черкаси, 2000. — № 4. — С. 121–126.
11. Gharajedaghi, J. Toward systemic education of systems scientists [Text] / J. Gharajedaghi, R. L. Ackoff // *Systems Research*. — 1985. — Vol. 2, № 1. — P. 21–27. doi:10.1002/sres.3850020105
12. Мелихов, А. Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой [Текст] / А. Н. Мелихов, Л. С. Берштейн, С. Я. Коровин. — М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1990. — 272 с.
13. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С. Д. Штовба. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 288 с.
14. Павлов, А. Н. Методы обработки экспертной информации [Текст]: учебно-метод. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов; ГУА. — СПб., 2005. — 42 с.

### МЕТОД ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ СРЕДСТВАМИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И ПОЛУЧЕНИЕ ГРУППОВОЙ ОЦЕНКИ МНЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ

В работе рассматривается решение важной практической задачи обработки лингвистической экспертной информации, получения групповой оценки мнений экспертов с учетом их квалификации. Показана и обоснована возможность применения для решения поставленных задач методов теории нечетких множеств. Проведена численная апробация предложенных в работе методов.

**Ключевые слова:** экспертная информация, квалификация экспертов, групповая экспертная оценка, нечеткая логика.

*Куц Антон Миколайович, аспірант, кафедра інформаційних систем та технологій, Академія митної служби України, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: [academy@amsu.dp.ua](mailto:academy@amsu.dp.ua)*

*Куц Антон Николаевич, аспирант, кафедра информационных систем и технологий, Академия таможенной службы Украины, Днепропетровск, Украина.*

*Kuts Anton, Ukrainian Academy of Customs Service, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: [academy@amsu.dp.ua](mailto:academy@amsu.dp.ua)*

УДК: 004.032.26

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.40779

Шмалюк І. Ю.,  
Бушин І. М.

## ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ BSP ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

У статті розглядається алгоритм кластеризації BSP (business system planning). Запропонований алгоритм, відрізняється від традиційних алгоритмів кластеризації, об'єкти соціальної мережі можна об'єднувати в окремі кластери на основі їх зв'язків і визначати відношення між кластерами. Продемонстровано роботу алгоритму на конкретному прикладі та представлено його блок-схему.

**Ключові слова:** кластеризація, соціальна мережа, алгоритм BSP, кластериний аналіз.

### 1. Вступ

Соціальна мережа (Social Network) — популярний вид інтернет-спільноти, що відображає соціальну структуру зв'язків між людьми, основою яких можуть бути торгівля, гроші, ідеї, знання, кар'єра, стосунки тощо. Часто ця структура є відображенням зв'язків, які існують у реальному житті [1].

Порівняно з іншими формами віртуальних спільнот соціальні мережі набули популярності лише останнім часом. Сьогодні їх є вже доволі багато.

Основна ідея соціальних мереж дуже проста. Під соціальною мережею розуміється безліч акторів (точок, вершин, агентів), які можуть вступати у взаємодію один з одним. З формальної точки зору такі мережі зручно представляти у вигляді графів