

Список використаних джерел

1. Про банки та банківську діяльність: Закон України від 07.12.2000 р. № 2121-III. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2121-14>
2. Статистика: підручник / Герасименко С. С., Головач А. В., Єріна А. М. та ін.; за наук. ред. С. С. Герасименка. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ: КНЕУ, 2000. 467 с.
3. Кремень В. М., Кремень О. І. Фінансова статистика: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 368 с.
4. Доценко О. С. Статистичний аналіз діяльності банків України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.10 “Статистика”. Київ, 2007. – 20 с.
5. Показники фінансової діяльності банків України. URL: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442&cat_id=34798593
6. Про розподіл банків на групи на 2018 рік: Рішення Комітету з питань нагляду та регулювання діяльності банків, нагляду (оверсайту) платіжних систем Національного банку України від 29.12.2017 р. № 444. URL: <http://document.ua/pro-rozpodil-bankiv-na-grupi-na-2018-rik-doc330725.htm>

РЕЙТИНГУВАННЯ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

*Корнєєва Лідія Олександрівна,
головний спеціаліст,
ТОВ «АкроВетЛаб», м. Київ;
Сіницький Микола Євгенович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри економіко-математичних дисциплін
та інформаційних технологій,
Національна академія статистики, обліку та аудиту*

Рейтингування є невід’ємною складовою відбору альтернатив при прийнятті рішень. На ньому побудовані конкурси, тендери, оцінювання суспільної думки і т. ін. Вихідною інформацією служать результати анкетування певної кількості опитуваних. Технології анкетування є складними статистичними процедурами, особливо в частині побудови ортогональної системи запитань. В експертних системах (ЕС) і системах підтримки прийняття рішень (СППР) порівняння альтернатив здійснюється на основі бази знань (БЗ), де зафіксовані правила досягнення цілі, побудовані на основі знань людей-експертів у певній області. З появою теорії нечітких множин (НМ) з’явилися нові можливості конструювання БЗ, у тому числі їх адаптація до реальності за технологією нечітких нейронних мереж.

У роботі зроблена спроба розповсюдити технологію нечіткого висновку на оцінювання рейтингу кандидатів при масштабних виборах.

Уявимо, що кожному виборцю замість подачі одного голосу «за» надається можливість оцінити за п’ятирівневою порядковою шкалою («низький», «нижче

середнього», «середній», «вище середнього», «високий») певні якісні ознаки кожного кандидата, які відповідають його належності до образу «гідний». (Зазначимо, що умова п'яти рівней не обов'язкова, шкали можуть різними, але не більше 7 ± 2 градацій згідно з психофізичними можливостями людини). Наприклад, виборець оцінює ознаку «чесність» обранця як «вище середньої», а ознаку «професіоналізм» – як «високий». Формування набору ознак-критеріїв та їх пріоритетів, які характеризують образ обранця, – це справа виборчої комісії та працюючих на неї організацій – соціальних дослідників, але доведено, що такі ознаки мають складати повну ортогональну семантичну систему [1; 2].

Обробка результатів опитування (голосування) здійснюється з використанням нечітко-логічних операцій. Аналогом можуть служити методи оцінювання рівня засвоєння матеріалу учнями з використанням думок декількох екзаменаторів або за результатами іспитів з декількох дисциплін [1; 4]. У цьому випадку чим більше виборців, тим менше впливає неузгодженість їх рішень на кінцевий результат. У термінах теорії НМ задача зводиться до побудови наборів функцій належності (ФН) зведених до діапазону $[0, 1]$ ознак-критеріїв кожного кандидата до кожного з рівнів вербальної шкали з подальшою побудовою ФН нечіткої рейтингової оцінки та її дефазифікації за методом центру ваги або з використанням технології нечіткого висновку за Мамдані [5].

Авторами в середовищі MS Excel методом Монте-Карло було змодельовано масив з 10 000 відповідей на анкету з семи запитань (зі значеннями термів: «низький», «нижче середнього», «середній», «вище середнього», «високий», кодованих числами від 0 до 5 відповідно) щодо чотирьох кандидатів. Генерувалися квазірівномірні розподіли в діапазонах ± 1 , що перетиналися. Нечіткі числа (НЧ) кандидатів, віднесених до певного рівня ознаки-критерія, представляли у $(L-R)$ -формі:

$$(a_{i1}^{(n)}, a_{i2}^{(n)}, a_{iL}^{(n)}, a_{iR}^{(n)}) \equiv \mu_i^{(n)}(x); \quad n = \overline{1, N}; \quad i = \overline{1, k}; \quad N = 4; \quad k = 7, \quad (1)$$

де $a_{i1}^{(n)}, a_{i2}^{(n)}$ – ліва й права межі інтервалу толерантності відповідно; $a_{iL}^{(n)}, a_{iR}^{(n)}$ – лівий й правий коефіцієнти нечіткості відповідно; $\mu_i^{(n)}(x)$ – ФН n -го кандидата до i -го рівня ознаки-критерія. У формулах індекс ознаки-критерія для спрощення не наведений.

Спроба побудови толерантних НЧ за методикою [1] не дала результатів, тому за вихідну інформацією для величин $a_{i1}^{(n)}, a_{i2}^{(n)}$ були взяті абсциси меж максимальної ймовірності змодельованих розподілів, для $a_{iL}^{(n)}, a_{iR}^{(n)}$ – третини їх дисперсій, а ваги w_i розраховували за методом Фішберна [4].

Нечітку рейтингову оцінку n -го кандидата розраховували за формулою [4]:

$$\tilde{A}_n = w_1 \otimes \tilde{X}_1^{(n)} \oplus \dots \oplus w_k \otimes \tilde{X}_k^{(n)}, \quad (2)$$

де $\tilde{X}_k^{(n)}$ – нечітка рейтингова оцінка n -го кандидата за k -ю ознакою-критерієм;
 \otimes, \oplus – оператори розширеного множення та підсумовування відповідно.

Згідно з [4], процедура (2) приводить до ФН НЧ \tilde{A}_n у вигляді:

$$\mu_i^{(n)}(x) = \left(\sum_{i=1}^n w_i a_{i1}^{(n)}, \sum_{i=1}^n w_i a_{i2}^{(n)}, \sum_{i=1}^n w_i a_{iL}^{(n)}, \sum_{i=1}^n w_i a_{iR}^{(n)} \right), \quad (3)$$

а це дозволяє обмежитися для проведення розрахунків засобами MS Excel, хоча кращим рішенням є застосування модуля Toolboxes Fuzzy Logic пакета MatLab R2015a (функції *fuzarith* і *defuzz*), що і було зроблено авторами. Це саме стосується і операції дефазифікації величин \tilde{A}_n за методом центра ваги.

Крім того, для порівняння на основі змодельованих даних був розрахований рейтинг кандидатів за допомогою відомого методу TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) [6]. Отримані практичні результати наведено у доповіді.

Отже, можливість застосування теорії НМ для встановлення рейтингу кандидатів у виборчому процесі залежить від коректності побудови функцій належності. На основі даних статистик преференцій виборців, отриманих за допомогою методу Монте-Карло, не вдалося використати методику побудови ФН, описану у роботі [1]. Разом з тим на основі змодельованої первинної інформації без проблем був побудований рейтинг кандидатів з використанням методу *TOPSIS*.

Список використаних джерел

1. Полещук О. М. Методи представления экспертной информации в виде совокупности терм-множеств полных ортогональных семантических пространств // Лесной вестник. 2002. № 5. С. 198–216.
2. Полещук О. М. Методы предварительной обработки нечеткой экспертной информации на этапе ее формализации // Лесной вестник. 2003. № 6. С. 160–167.
3. Построение рейтинговых оценок при нечеткой исходной информации / В. Г. Домрачев и др. // Инновации в образовании: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 2005. С. 84–6.
4. Об определении рейтинговых оценок компетенции обучающихся / В. Г. Домрачев и др. // Лесной вестник. 2008. № 4. С. 164–168.
5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. Москва: Горячая линия-Телеком, 2007. 288 с.
6. TOPSIS. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/TOPSIS>