

УДК378:004.891

### **Кучаковська Галина Андріївна**

викладач кафедри інформаційних технологій

та математичних дисциплін,

Київський Університет імені Б. Грінченка, м. Київ

*h.kuchakovska@kubg.edu.ua*

## **МОДЕЛІ СТВОРЕННЯ БАЗИ ЗНАНЬ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ З ВИБОРУ СПЕЦІАЛЬНОСТІ ДЛЯ АБІТУРІЄНТІВ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

**Анотація.** Головною проблемою розвитку інформаційного суспільства в Україні є низька конкурентоспроможність молоді. Така проблема виникає тому, що на етапі вступу до ВНЗ абітурієнт не може сказати, чим він хоче займатися в майбутньому, а профорієнтаційні центри не в змозі надати достатньої інформації щодо ринку професій та вимогам до них. Для покращення роботи таких центрів було запропоновано розробити експертну систему з профорієнтаційної роботи. В статті пропонується підхід до створення бази знань для експертної системи з профорієнтації по вибору спеціальності на основі нечіткої логіки; розглянуто три моделі її побудови, зроблена характеристика ефективності та обрана найкраща. В подальшому будуть робитися дослідження щодо створення бази знань по конкретній моделі.

**Ключові слова:** експертна система; нечітка логіка; профорієнтація; база знань; модель.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі реформування освіти виникає ряд проблем, що пов'язані з низькою конкурентоспроможністю молоді. Це спричинено двома факторами: не правильна обрана професія та низька якість освітніх послуг, що призводить до незацікавленості студента до навчання. Наслідком цього є непридатність спеціалістів, які не мають професійних знань та кваліфікованих навичок та їх розчарованість у своїй професії. І правильно, бо вибір майбутньої професії повинен проходити грамотно та усвідомлено, щоб було доцільне ресурсне вкладення.

Але стан справ з проблемою працевлаштуванням та багатою кількістю безробітних каже про те, що з абітурієнтами проведена не ефективна профорієнтаційна робота, вони не інформовані про сучасний ринок праці та взагалі не знали, чим бажають займатися після випуску зі школи.

Впровадження у роботу профорієнтаційних центрів експертних систем, заснованих на апараті нечіткої логіки, вирішать цю проблему та допоможуть

полегшити виконання ряду завдань. Вони дадуть змогу абітурієнту розібратися у своїх здібностях, перевагах та інтересах, прочитати більше інформації про різні спеціальності і вимоги, які до них висувають роботодавці.

Так як теорія нечітких множин дозволяє описувати поняття та знання, які складні для загальноприйнятих математичних методів, експертні системи, що засновані на теорії нечітких множин мають значні переваги у порівнянні з експертними системами з двохранною логікою:

- можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко: наприклад, значення, що неможливо задати однозначно;
- можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування поняттями "більше", "можливе", переважно" і т.д.;
- можливість застосування якісних оцінок як вхідних даних, так і виведених результатів.

#### **Аналіз наукових досліджень.**

Існуюча джерельна база з проблеми використання експертних систем в освіті розглядалася у багатьох ґрунтовних дослідженнях в різних її аспектах:

- експертні системи як один із напрямів досліджень у галузі штучного інтелекту (О.О. Молокова, К. Нейлор, С. Осуга, Е.В. Попов, Н.П. Рязанов, Д. Уотерман, Р. Форсайт та ін.);
- теоретичні питання розробки експертних систем (В.А. Петрушин, К. Таунсед, Д. Фокст, К. Нейлор);
- дослідження психолого-педагогічних аспектів використання експертних систем у процесі навчання (Н.Р. Балик, І. Белая, Н. Білак, В. Буцик, С.В. Гризлов, Л. Добровська, Ю.С. Рамський, С.Н. Саутін, Н.Ф. Тализіна, Ю.А. Шрейдер та ін.).

Також велися дослідження з питань використання нечіткої логіки як апарату прогнозування змісту освіти [1]. Методика побудови інтелектуальних систем та основи реалізації експертних оцінок дає можливість автоматизації формалізації педагогічних явищ в умовах неповноти та неточності інформації.

Також слід відмітити внесок таких вчених, як: R.R.Yager, M.Sugeno, E.H.Mamdani, A.Kaufmann, H.P.Lipp, W.Pedrycz, А.Н.Борисова, А.В. Леоненкова[2], Зайченко Ю.П. [3], И.Б.Сироджа, та інших. Останнім часом опубліковано багато робіт, що створюють теоретичну, методологічну й практичну базу ефективного використання й розвитку теорії нечітких множин, систем штучного інтелекту і їхніх додатків.

**Мета статті.** Мета даної статті полягає у пошуку раціональної моделі побудови бази знань експертної системи з профорієнтації з вибору спеціальності, для побудови якої буде використано апарат нечітких множин.

### **Виклад основного матеріалу.**

Поняття нечіткої множин ввів ЛофріЗаде. Він запропонував розглядати нечітку логіку з лінгвістичними, а не числовими («1», «0») значеннями істинності. Згідно з цією логікою висловлення може набувати істиннісних значень типу: істинне, хибне, абсолютно хибне, абсолютно істинне, не зовсім істинне, не зовсім хибне тощо. Кожне таке значення представляє нечітку підмножину одиничного інтервалу  $[0, 1]$ .

Для оцінки якості нетехнічних об'єктів дослідження, а також ефективності прийняття рішень найбільш адекватними являються нечіткі моделі оскільки точні та стохастичні моделі потребують точної, але розподіленої для другого випадку інформації, яка, як правило відсутня. При нечітких моделях оцінки задаються у вигляді нечітких множин, величин, чисел, нечітких висловлень та нечітких лінгвістичних висловлень, які повністю визначаються своїми функціями належності  $\mu(x) \in [0; 1]$ .

Основою будь-якої експертної системи є база знань. Для задачі, яка розглядується в даній статті, вона повинна містити знання про професії, їх характеристику, вимоги психологічні та психофізичні, професійні та медико-біологічні властивості, які потрібні для відповідних професій, а також містить функції належності рис, якостей та здібностей абітурієнта до них.

Ці знання повинні бути якісні, щоб експертна система не робила помилок у висновку. Для цього необхідно сформулювати множину рис та якостей, їх відповідність професіям. Для цього використовують різні методи роботи, але найбільш

ефективним може бути експертне анкетування. Воно поводитьсь з експертами в конкретній області (в даному випадку це працівники кафедр відповідної профільюючої дисципліни). Анкета складається з переліку професій та рис (якостей), які відповідають їй. Експерти в свою чергу виставляють відповідні бали від 0 до 1, в залежності від того як вони оцінюють приналежність риси до професії.

На основі цієї анкети будується база знань.

З огляду нечіткої теорії множин можливі наступні способи її побудови:

- на основі нечітких висловлювань;
- на основі нечітких лінгвістичних змінних;
- на основі нечіткого відношення.

Згідно теорії ЛофріЗаде, нечітким висловлюванням називається речення, відносно якого можна судити про ступінь його істинності або хибності. Ступінь такої істинності або хибності приймає значення в межах інтервалу  $[0;1]$ . Нуль та одиниця в цьому випадку граничні значення ступеня істинності та співпадають з поняттям “хиба” або “істина” для чітких висловлювань.

Базою знань на основі таких композиційних правил можна називати сукупністю нечітких правил “якщо — то” та мають вигляд:

L1 : якщо  $\langle A_1 \rangle$ , то  $\langle B_1 \rangle$ ,

L2 : якщо  $\langle A_2 \rangle$ , то  $\langle B_2 \rangle$ ,

L3 : якщо  $\langle A_3 \rangle$ , то  $\langle B_3 \rangle$ ,

.....

Lk : якщо  $\langle A_k \rangle$ , то  $\langle B_k \rangle$ ,

де  $A_1, A_2, \dots, A_k$  – нечіткі висловлення або нечіткі лінгвістичні висловлення, які пов’язані з здібностями та якостям ( $A_1, A_2, \dots, A_k$ ), що відповідають певним професіям або спеціальностям ( $B_1, B_2, \dots, B_k$ ). Наприклад,

L1 : якщо  $\langle \text{математичні здібності} \rangle$ , то  $\langle \text{математик} \rangle$ ,

L2 : якщо  $\langle \text{творча натура} \rangle$ , то  $\langle \text{письменник} \rangle$ ,

L3 : якщо  $\langle \text{комунікабельність} \rangle$ , то  $\langle \text{менеджер} \rangle$ ,

.....  
Lk: якщо  $\langle A_k \rangle$ , то  $\langle B_k \rangle$ .

Така модель побудови бази знань є ефективною, тому що вона більш близька до людського мислення і її легше представляти та створювати. Всі людські думки, все, що вона сприймає на протязі життя перекодовується у лінгвістичні терміни. Вони мовби описують неточне відображення людиною навколишнього світу.

Друга модель побудови бази знань має в основі побудову бази знань нечіткі лінгвістичні змінних.

Нечітке лінгвістичне висловлення— це висловлення, яке містить терм лінгвістичної змінної.

Лінгвістична змінна позначається:

$$\{x, T(x), X, G, M\}, \text{ де}$$

$x$  – ім'я змінної;

$T(x)$  — деяка множина значень лінгвістичної змінної  $x$ , кожне з яких є нечіткою змінною на безлічі  $X$ ;

$G$  – є синтаксичне правило для утворення імен нових значень  $x$ ;

$M$  – є семантична процедура, що дозволяє перетворити нове ім'я, утворене процедурою  $G$ , в нечітку змінну (задати вид функції приналежності), асоціює ім'я з його значенням, поняттям.

$T(x)$  також називають базовою терм-множиною, оскільки вона задає мінімальну кількість значень, на підставі яких за допомогою правил  $G$  і  $M$  можна сформувати інші допустимі значення лінгвістичної змінної. Безліч  $T(x)$  і нові утворені за допомогою  $G$  і  $M$  значення лінгвістичної змінної утворюють розширену терм-множину.

Лінгвістична змінна, яка описує вибір спеціальності абітурієнтом має вигляд:

$$\{x, T(x), X, G, M\}, \text{ де}$$

$x$  — позначає спеціальність — математик, фізик, менеджер та т.д.;

$T(x)$  — множина якостей, здібностей та компетенцій; це множина нечітких змінних, для кожного значення “математик”, “фізик”, “менеджер”, на цьому етапі необхідно

задати функцію приналежності  $\mu_j(x)$  – область допустимих значень аргумента, яка задає інформацію про те, якого абітурієнта з тими чи іншими якостями та здібностями можна вважати математиком, фізиком або менеджером. Ця функція визначається методом експертного опитування.

$G$  — “не”, “зовсім”, “не дуже”. Такі додаткові слова дозволять утворювати нові значення: не фізик, не математик, не зовсім менеджер.

$M$  — математичне правило, яке визначає вид функції приналежності для кожного значення, утвореного за допомогою правила  $G$ .

Реалізація такої моделі здійснюється на основі нечітко-множинного підходу. Набір професій на спеціальностей задається у вигляді лінгвістичних змінних. Кожній компетенції, якості, здібності поставлено у відповідність терм-множину з діапазоном значень, що виражені в балах. Ці бали виставляють спеціалісти в певній професії. Через неточність оцінок діапазони значень терм-множини для показників перетинаються, що дає можливість виводити більш кращі висновки щодо обрання професії.

Третя модель, яка пропонується для побудови бази знань, має в основі нечітке бінарне відношення.

Функція належності  $\mu_q(X, Y)$  нечіткого бінарного відношення визначає ступінь залежності між  $x \in X$  і  $y \in Y$ . Наприклад, у випадку нечіткої системи управління нечітке відношення  $Q$  можна тлумачити, як опис нечіткої реакції цієї системи на кожне вхідне управління  $x_i \in X$  (рис. 1).

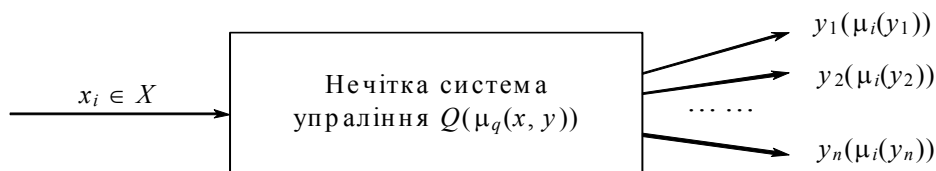


Рис. 1. Інтерпретація нечіткого відношення як реакції системи управління

Нехай нечітке відношення  $R_1 : (X \times Y) \rightarrow [0,1]$  між  $X$  та  $Y$ .

Нечітке відношення між  $X$  та  $Z$ , визначається через  $R_I$  - виразом для функції приналежності за формулою:

$$\mu_B(y) = \max \min \{ \mu_A(x); \mu_\varphi(x; y) \}, \text{ де } \varphi^{-1} \quad (1)$$

Нехай  $y = \{y_1 y_2 y_3 y_4 y_5\}$  множина професій:

$y_1$  — інформатик;

$y_2$  — математик;

$y_3$  — менеджер;

$y_4$  — маркетинголог;

$y_5$  — фізик,

та  $x = \{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5\}$  множина здібностей та якостей абітурієнта:

$x_1$  — математичні здібності;

$x_2$  — комунікабельність;

$x_3$  — креативність;

$x_4$  — гарна пам'ять;

$x_5$  — знання психологічних законів емоційного впливу на людей.

Нечіткі відношення можна задавати різними способами: у вигляді нечітких графів; аналітично у вигляді деяких математичних функцій, але найбільш зручніше задавати у вигляді матриці, де професії в залежності від здібностей та якостей абітурієнта задається нечіткою функцією від нечіткого аргумента:

Таблиця. 1 Матриця відношення функції (якості) до аргумента (професії)

	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
$x_1$	0,9	0,6	0,9	1	0,5
$x_2$	1	0,7	0,8	0,9	0,6
$x_3$	0,6	0,9	0,8	0,7	0,8
$x_4$	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
$x_5$	0,8	0,7	0,6	0,9	0,6

Значення функція належності  $\mu_{\phi}(x;y)$  задають експерти в інтервалі від 0 до 1, в залежності від того, з якою імовірністю та чи інша якість та здібність підходить під конкретну професію. Значення краще задавати нижче 0,5 або вище 0,5, бо воно в собі не несе інформативної відповіді на питання «яку професію обрати абітурієнту».

На наступному кроці абітурієнт задає свої значення до рис та якостей:

$$\mu_1(\gamma) = \begin{array}{c|c|c|c|c} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \\ \hline 0,7 & 0,6 & 0,8 & 0,9 & 0,7 \end{array}$$

Далі у відповідності з формулою (1) спочатку береться операція мінімуму для всіх елементів рядка  $\mu_A(x)$  і стовпця  $\mu_q(x, y_j)$ , а потім для отриманих результатів береться операція максимуму (для даної задачі операції знаходження точної верхньої границі (еквівалентна операції  $\max$ ):

$$\mu(\gamma_1) = \max \min \left( |0,7; 0,6; 0,8; 0,9; 0,7| * \begin{array}{c} |0,9| \\ |1| \\ |0,6| \\ |0,7| \\ |0,8| \end{array} \right) = \max(|0,7; 0,6; 0,6; 0,7; 0,7|) = 0,7$$

аналогічно для  $\mu(y_2) = 0,8; \mu(y_3) = 0,8; \mu(y_4) = 0,8; \mu(y_5) = 0,9;$

Таким чином, функція належності має вигляд:

$$\mu_B(\gamma) = \begin{array}{c|c|c|c|c} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ \hline 0,7 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,9 \end{array}$$

і абітурієнту необхідно обрати професію під номером 5, тобто фізик.

Дотримуючись загальних рекомендацій прикладного системного аналізу щодо принципу багатомодельності, можна зробити наступний висновок. Якщо при використанні різних моделей отримані однакові результати, то цей факт може свідчити про наявність стійкого зв'язку або закономірності між окремими елементами моделей. Стосовно до досліджуваних нечітким моделям збіг результатів, отриманих на основі трьох моделей, дає підставу на те, що модель побудови бази знань, потрібно вибирати виходячи з адекватності форми представлення знань експертів та відповідної



математичної моделі.

### **Висновки**

1. Пропонується застосовувати нечіткі експертні системи в освітній діяльності, зокрема в області профорієнтаційної роботи з абітурієнтами.

2. Розглянуто три моделі побудови бази знань експертної системи в освітній діяльності, зокрема в області профорієнтаційної роботи з абітурієнтами.

3. Модель побудови бази знань, потрібно вибирати виходячи з адекватності форми представлення знань експертів та відповідної математичної моделі.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. І.М.Цідило Модель нечіткої експертної системи прогнозування змісту освіти // Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. №6 (32). Режим доступу до журналу: <http://www.journal.iitta.gov.ua>
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование. – СПб.: ВHV–Петербург, 2003. – 736 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – К.: ВІОПЛ, 2000.

*Рецензент*

*Василевич Л.Ф. – к. техн.н., доцент.*

*Стаття надійшла до редакції 7.03.2014*

## **МОДЕЛИ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫБОРУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

**Кучаковская Галина Андреевна**

преподаватель кафедры информационных технологий и математических дисциплин,  
Киевский Университет имени Б. Гринченко, г.Киев  
*h.kuchakovska@kubg.edu.ua*

**Аннотация.** Главной проблемой развития информационного общества в Украине является низкая конкурентоспособность молодежи. Такая проблема возникает потому, что на этапе поступления в ВУЗ абитуриент не может сказать, чем он хочет заниматься в будущем, а профориентационные центры не в состоянии предоставить достаточной информации о рынке профессий и требования к ним. Для улучшения работы таких центров было предложено разработать экспертную систему по профориентационной работе. В статье предлагается подход к созданию базы знаний экспертной системы для профориентации по выбору специальности на основе нечёткой логики; рассмотрены три модели её построения, сделана характеристика эффективности и выбрана лучшая. В дальнейшем будут

проводиться дослідження по створенню бази знань по конкретній моделі.

**Ключевые слова:** експертна система; нечітка логіка; профорієнтація; база знань; модель.

## THE MODELS OF THE KNOWLEDGE BASE EXPERT SYSTEM FOR APPLICANTS CHOOSING A SPECIALTY IN HIGH SCHOOLS

**Galina A. Kuchakovska**

lecturer, Department of Information Technology  
and mathematical disciplines  
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv  
*h.kuchakovska @ kubg.edu.ua*

**Abstract.** The main problem in the development of information society in Ukraine is the low competitiveness of youth. This problem occurs because an applicant at the entrance stage cannot say exactly what he/or she wants to do in the future, and vocational guidance centers are unable to provide sufficient information on the profession market and professional requirements. The development of the expert system of professional orientation was suggested in order to improve the performance of such centers. In this paper we suggested an approach to the creation of the knowledge base for the fuzzy logic based expert system of professional orientation in choosing a speciality; analysed three ways of its modelling, made KPI (key performance indicator) characteristic and chose the best one. Further research will be made to create a knowledge base for a particular model.

**Keywords:** expert system; fuzzy logic; professional orientation; data base; model.

### REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Tsidylo I.M. Model of fuzzy expert system for forecasting the content of education // Information technologies and teaching aids. K., 2012, № 6 (32), p.(in Ukrainian)
2. Leonenkov A.V. Fuzzy modeling. - St. Petersburg.: VNV-Petersburg, 2003. - 736 p.(in Ukrainian)
3. Zaychenko J.P. Operations Research: Textbook. - K.: VIOPL, 2000.(in Ukrainian)