

# Оцінювання та Аналіз Навичок та Компетенцій Студентів ВНЗ

Кузьмін Олексій Олегович  
Національний технічний  
університет «Харківський  
політехнічний інститут»  
Харків, Україна  
oleksii.kuzmyn@gmail.com

Орловський Дмитро Леонідович  
Національний технічний  
університет «Харківський  
політехнічний інститут»  
Харків, Україна  
ordm@kpi.kharkov.ua

Копп Андрій Михайлович  
Національний технічний  
університет «Харківський  
політехнічний інститут»  
Харків, Україна  
kopp93@gmail.com

## Assessment and Analysis of Students Skills and Competences

Kuzmin Oleksii Olegovich  
National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"  
Kharkiv, Ukraine  
oleksii.kuzmyn@gmail.com

Orlovskiy Dmytro Leonidovych  
National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"  
Kharkiv, Ukraine  
ordm@kpi.kharkov.ua

Kopp Andrii Mykhailovych  
National Technical University  
"Kharkiv Polytechnic Institute"  
Kharkiv, Ukraine  
kopp93@gmail.com

**Анотація**—У даній роботі розглянута задача нечіткого логічного висновку для прийняття рішень в задачах підбору контингенту студентів виходячи з вимог потенційних роботодавців, що дозволяє зменшити час на обробку інформації про кандидатів на конкретну посаду.

**Ключові слова:** вибір альтернатив, нечітка логіка, автоматизована інформаційна система, нечіткий висновок, нечіткі судження, агрегування альтернатив.

**Abstract**—This paper considers the problem of the fuzzy logic inference in order to support the decision making procedure of students' selection based on the requirements of the potential employers. This approach allows reducing the time spent on the processing of the information about candidates for a certain position. The fuzzy characteristics of the input data set are implemented, the set of fuzzy logic inference rules is defined, the algorithm of fuzzy logic inference, which allows selecting students that better suite for a certain competence, is outlined. For the example we have considered the problem of selection of the best candidate for the position "Junior Front-End Developer" among the set of four sample candidates. By using the set of required skills in the field of front-end web development, we have applied the proposed approach to estimate the scores of such skills for each candidate in order to pick the candidates with the best score.

**Keywords:** choice of alternatives, fuzzy logic, automated information system, fuzzy conclusion, fuzzy judgments, aggregation of alternatives.

### I. ВВЕДЕННЯ

Системи, засновані на нечіткій логіці, розроблені і успішно впроваджені в таких областях, як управління технологічними процесами, транспортом, побутовою технікою, медична та технічна діагностика, фінансовий менеджмент, фінансовий аналіз, біржове прогнозування, розпізнавання образів, дослідження ризикових і критичних операцій, прогнозування землетрусів, складання автобусних розкладів, кліматичний контроль в будівлях.

Більшість сучасних задач управління просто не можуть бути вирішені класичними методами через дуже велику складність математичних моделей, що їх описують.

В умовах сьогодення, як ніколи актуальним постає розгляд проблематики працевлаштування студентів ВНЗ. Також постає питання щодо підготовки студентів, яка повинна максимально відповідати тим вимогам, які висувають роботодавці.

Актуальним є розробка механізму прийняття рішень для об'єктивної оцінки знань та навичок студентів. Таке завдання є слабоструктурованим. В умовах неповноти і неточності інформації побудова точної математичної моделі виявляється проблематичною. З іншого боку, створення моделі складних об'єктів, що погано формалізуються, стає важко здійсненним. У таких випадках найбільш ефективними є нечіткі методи моделювання, які в значній мірі засновані на знаннях експертів, на підставі яких, в свою чергу можуть бути отримані позитивні результати в ітеративному процесі уточнення несуперечливої моделі. У зв'язку з цим доцільно використовувати метод нечіткого логічного висновку для вирішення завдання оцінювання та аналізу навичок та компетенцій студентів ВНЗ.

### II. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

За останні роки збільшилася кількість публікацій з теоретичних та прикладних аспектів систем оброблення нечіткої інформації. Розроблені програмні та апаратно-програмні комплекси для підтримки прийняття рішень на базі нечіткої логіки та знань з різними рівнями інтелектуальності [1, 2].

Предметною областю останніх досліджень є додатки у побутовій техніці, медицині та інших сферах людської життєдіяльності [3-5]. Необхідно зазначити, що останні прикладні розробки об'єднує напрямком на реалізацію однієї з можливих модифікацій алгоритмів нечіткого логічного висновку, а саме – композиційного висновку.

### III. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даної роботи є обґрунтування доцільності практичного використання нечіткого логічного висновку з метою прийняття рішень в задачах вибору найбільш підготовлених студентів для працевлаштування в ІТ-компанії. Це також допоможе знизити навантаження на HR-менеджерів та зменшити час на проведення співбесід.

### IV. ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ КОМПЕТЕНЦІЙ

У сучасній практиці нечітка логіка застосовується у багатьох різних методах оцінки, у тому числі анкетування, інтерв'ю, тестування, описовий метод, метод класифікації, парне порівняння, рейтинговий метод, ділові ігри моделі компетентності тощо [5, 6]. Кожен з методів має свої переваги та недоліки, але ефективні вони тільки в складі єдиної системи управління персоналом. Необхідно, щоб методологія оцінки, яка забезпечує базу для реалізації функцій управління персоналом:

- була основана на об'єктивній інформації та давала об'єктивні оцінки кандидатів;
- стимулювала тих, хто здійснює відбір, до обґрунтування рішення з урахуванням узгодженої системи критеріїв;
- забезпечила взаєморозуміння сторін при оцінці персоналу [7];
- забезпечила реалізацію обґрунтованих управлінських рішень.

При аналізі результатів оцінки персоналу виникає певна ступінь нечіткості. Як метод для реалізації системного підходу до оцінки персоналу запропоновано використовувати нечітку логіку, математичний апарат, який дозволяє побудувати модель об'єкту, засновану на нечітких розсудах і правилах. Найголовніша умова створення такої моделі полягає в тому, щоб перевести нечіткі, якісні оцінки, що застосовуються людиною, до мови математики, зрозумілої комп'ютеру [8, 9]. Дослідження в області застосування нечіткої логіки в соціоекономічних системах [10] дозволяють говорити про можливість її використання для оцінки компетенцій студентів ВНЗ.

### V. МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ

Нехай  $U$  – безліч елементів,  $A$  – його нечітка підмножина, ступінь приналежності елементів якого є число з одиничного інтервалу  $[0,1]$ . Підмножин  $A$  є значеннями лінгвістичної змінної  $X$ .

Нехай безліч рішень характеризується набором критеріїв  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , тобто лінгвістичних змінних на базових множинах  $U_1, U_2, \dots, U_p$  відповідно. Набір з декількох критеріїв з відповідними значеннями характеризують уявлення про задовільність рішення. Мінлива  $S$  «задовільно» також є лінгвістичною. Приклад висловлювання:

$d_1$ : «Якщо  $X_1$  = низька та  $X_1$  = гарне, то  $S$  = висока».

У загальному випадку висловлювання має вигляд:

$d_i$ : «Якщо  $X_1 = A_{1,i}$  та  $X_2 = A_{1,i}$  та ...  $X_p = A_{1,p}$ , тоді  $S = B_i$ ».

Позначимо перетин  $X_i = A_{1,i} \cap X_2 = A_{2,i} \cap \dots \cap X_p = A_{p,i}$  через  $X = A_i$ . Операції перетину нечітких множин відповідає знаходження мінімуму їх функцій приналежності

$$\mu_{A_i}(\theta) = \min_{\theta \in V} \{ \mu_{A_{i,1}}(u_1), \mu_{A_{i,1}}(u_2), \dots, \mu_{A_{i,p}}(u_p) \},$$

де  $V = U_1 \times U_2 \times \dots \times U_{p,i} = (u_1, u_2, \dots, u_p)$ ,  $\mu_A(u_j)$  – значення приналежності елемента  $u_j$  нечіткій множині  $A_{i,j}$ . Тоді висловлювання набуде вигляду:

$d_i$ : «Якщо  $X = A_i$ , то  $S = B_i$ ».

Позначимо базову множину через  $W$ . Тоді  $A^i$  – нечітка підмножина  $W$ , в той час як  $B^i$  – нечітка підмножина одиничного інтервалу  $I$ .

Імплікація нечітких множин виражається в такий спосіб:

$$\mu_H(w, i) = \min_{w \in W} \{ 1, (1 - \mu_A(w) + \mu_B(i)) \},$$

де  $H$  – нечітке підмножина.

Аналогічним чином висловлювання  $d_1, d_2, \dots, d_q$  перетворюються у множини  $H_1, H_2, \dots, H_q$ .

Їх об'єднанням є множина  $D$ :

$$D = H_1 \cup H_2 \cup \dots \cup H_q$$

та для кожного  $(w, i) \in W \times I$ :

$$\mu_D(w, i) = \min_{w \in W} \{ \mu_H(w, i) \}, i = 1, 2, \dots, q.$$

Розглянемо вибір альтернатив, кожна з яких описується нечіткою підмножиною  $C$  з підмножини  $W$ . Задовільність альтернативи визначається на основі композиційного правила виведення. Тоді:

$$\mu_C(i) = \max_{w \in W} \{ \min \{ \mu_C(w), \mu_D(w, i) \} \}.$$

Зіставлення альтернатив відбувається на основі точкових оцінок.

$$A_\alpha = \{ x | \mu_A(x) \geq \alpha, x \in I \}.$$

Для кожного  $A_\alpha$  можна обчислити середнє число елементів  $M(A_\alpha)$ :

$$M(A_\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i + b_i}{2} (b_i + a_i)}{\sum_{i=1}^n (b_i + a_i)}.$$

Тоді точкове значення для множини  $A$ :

$$M(A) = \frac{1}{\alpha_{max}} \int_0^{\alpha_{max}} M(A_\alpha) d\alpha,$$

де  $\alpha_{max}$  – значення, при якому  $A$  має максимум.

При виборі альтернатив, для кожної з них визначається задовільність і обчислюється відповідна точкова оцінка. Кращою вважається альтернатива з найбільшим її значенням [11].

## VI. ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ВИЯВЛЕННЯ НАЙКРАЩОГО ПРЕТЕНДЕНТА

Для вирішення задачі виявлення найкращого претендента на певну вакансію пропонується використання клієнт-серверної технології, яка базується на використанні серверу баз даних MySQL, мов

програмування PHP, JS, CSS, HTML. У фрагменті моделі даних представлені наступні сутності.

Структура бази даних ілюструється фрагментом бази даних, яка наведена на рисунку 1. Наведений фрагмент показує основні сутності (таблиці) за допомогою яких зберігаються данні про студентів, їх навички, компетенції, рівні компетенцій.

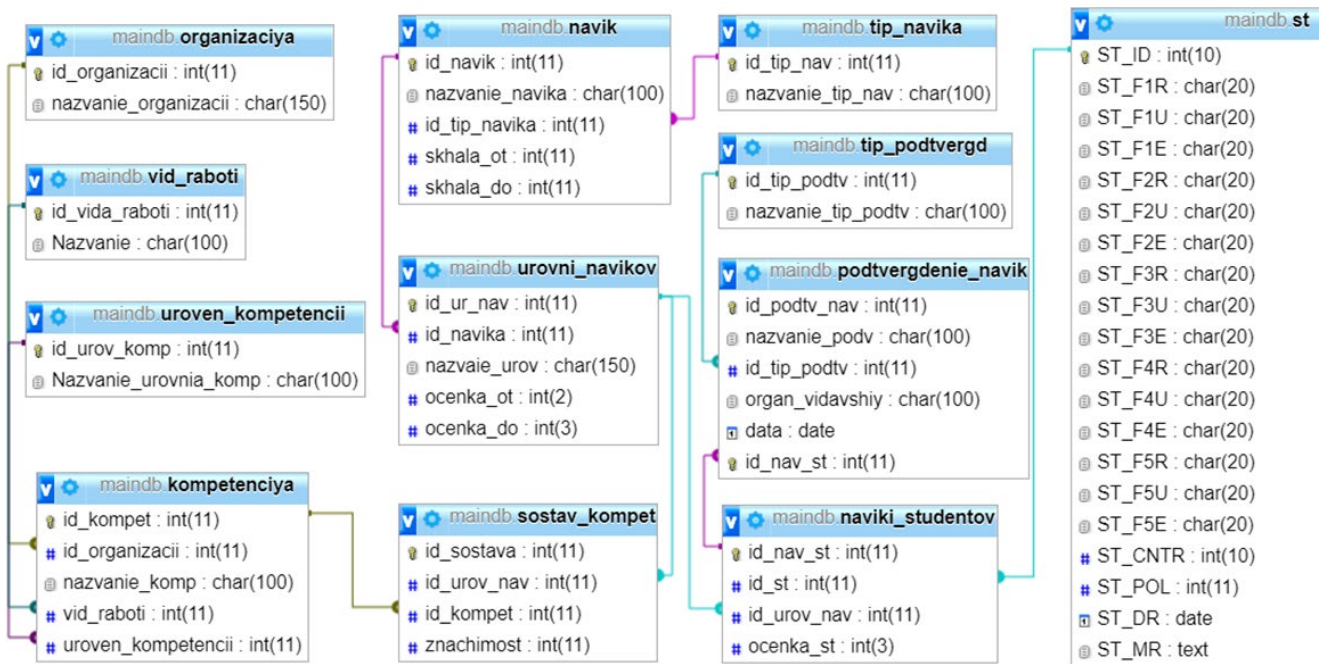


Рис. 1. Фрагмент моделі даних.

Послідовність використання програмного забезпечення може бути наступна. Студенти, які розглядаються як потенційні кандидати, складають тести або заповнюють анкети на підставі яких формується базова інформація щодо їх компетенцій, знань та навичок. Ця інформація потрапляє до бази даних. Потім за допомогою програмного забезпечення реалізується первинна оцінка контингенту студентів, на підставі якої формується список кандидатів, який ранжується за значенням точкової оцінки. Саме ці дані є первинними для відбору найбільш перспективних кандидатів, з якими потім проводиться додаткова співбесіда.

## VII. РОЗРАХУНОК КОНТРОЛЬНОГО ПРИКЛАДУ

Завдання полягає в тому, щоб використовуючи метод нечіткого логічного висновку, виявити найкращого претендента. Приклад підбору кандидатів на конкретну посаду «junior front-end developer», основними вимогами якої є:

- D<sub>1</sub>: «Якщо кандидат має навички роботи з JS, CSS3, HTML5, то він задовольняє (що відповідає вимогам)»;
- D<sub>2</sub>: «Якщо він до d<sub>1</sub> має навички роботи с JQuery, то він більш ніж задовольняє»;
- D<sub>3</sub>: «Якщо він до d<sub>1</sub> має навички роботи с Bootstrap, то він більш ніж задовольняє»;

- D<sub>4</sub>: «Якщо він має всі обумовлені навички в d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, то він бездоганний»;
- D<sub>5</sub>: «Якщо не має навички роботи з JS або CSS3 або HTML5, він не задовольняє».

Аналіз п'яти інформаційних фрагментів дає п'ять критеріїв, які використовуються в ухваленні рішення:

- X<sub>1</sub> – навичка роботи з JS;
- X<sub>2</sub> – навичка роботи з JQuery;
- X<sub>3</sub> – навичка роботи з CSS3;
- X<sub>4</sub> – навичка роботи з HTML5;
- X<sub>5</sub> – навичка роботи з Bootstrap.

Маємо 4 кандидати для оцінювання їх компетенцій.

Інформація про кандидатів u<sub>1</sub> – u<sub>4</sub> є умовною, виходячи з обмежень щодо розголошення персональних даних. Оцінки кожного кандидата представлені у таблиці 1.

ТАБЛИЦЯ 1. Оцінки кожного кандидата по навичкам

Кандидати	Навички				
	JS	JQuery	CSS3	HTML5	Bootstrap
u <sub>1</sub>	0,8	0,5	0,5	0,1	0,3
u <sub>2</sub>	0,6	0,78	0,8	0,77	0,5
u <sub>3</sub>	0,3	0,8	0,33	0,5	0,2
u <sub>4</sub>	0,3	0,2	0,75	0,78	0,8

Таким чином, використовуючи алгоритм нечіткого виводу для підбору студентів ВНЗ на необхідну посаду, отримуємо точкові оцінки кандидатів. Точкова оцінка задовільності для альтернативи  $u_1$  дорівнює 0,3, для  $u_2$  дорівнює 0,7041,  $u_3$  – 0,4257 та  $u_4$  – 0,4957. В якості найкращої альтернативи вибираємо того кандидата, у

якого оцінка найвища. В таблиці 2 показано рейтинг кандидатів.

На рисунку 2 зображена діаграма рівнів навичок кандидатів. Таке представлення може підвищити рівень наочності та поліпшити сприйняття інформації.

ТАБЛИЦЯ П. РЕЙТИНГ КАНДИДАТІВ

Кандидати	Навички					Точкова оцінка
	JS	JQuery	CSS3	HTML5	Bootstrap	
$u_2$	0,6	0,78	0,8	0,77	0,5	0.7041
$u_4$	0,3	0,2	0,75	0,78	0,8	0.4957
$u_3$	0,3	0,8	0,33	0,5	0,2	0.4425
$u_1$	0,8	0,5	0,5	0,1	0,3	0.3

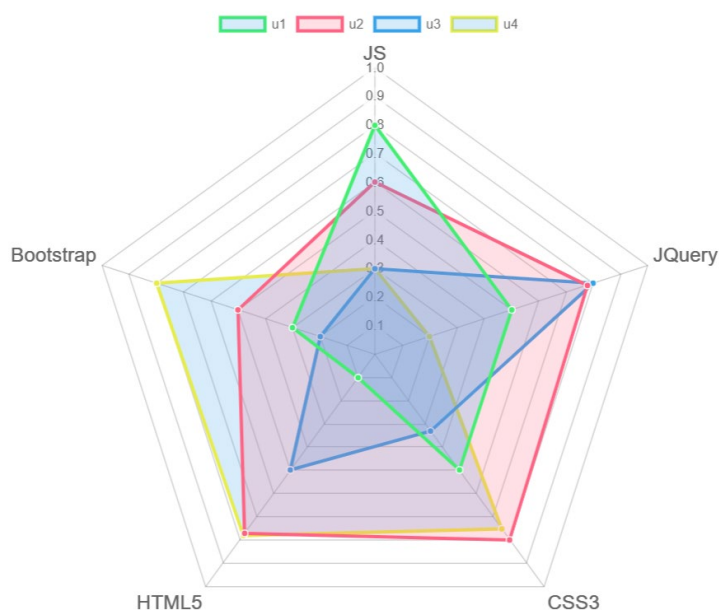


Рис. 2. Діаграма рівнів навичок кандидатів.

## ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження дозволяють зробити висновок, що використання методу нечіткої логіки сприяє підбору найбільш відповідних кандидатів на конкретну посаду і тим самим сприяє скороченню часу на обробку інформації про кандидатів HR-менеджером компанії, який взаємодіє не з десятками, а з сотнями кандидатів. Дана методологія дає інформацію про кандидатів, а остаточне рішення приймає людина, яка має на це повноваження.

Розглянута методологія оцінки компетентності фахівців може бути адаптована і для інших сфер з урахуванням специфіки підприємства та особливостей системи управління персоналом.

## ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

[1] А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова, *Анализ, синтез, планирование решений в экономике*. Москва: Финансы и статистика, 2000.

- [2] И. И. Коваленко, Т. А. Фарионова, С. Б. Приходько, *Методы принятия решений: Учебное пособие*, Николаев, НУК, 2009.
- [3] Н.П. Крап, В.М. Юзевич, *Управление развитием сложных систем*, Москва: Инфра-М, 2012.
- [4] R. E. Bellman, L. A. Zadeh, *Decision making in a fuzzy environment*, Management Science, 1970.
- [5] А. Я. Кибанов, *Управление персоналом организации*, Москва: Инфра-М, 2010.
- [6] С. В. Иванова, *Искусство подбора персонала. Как оценить человека за час*, Москва.: Альпина Паблишерз, 2011.
- [7] М. И. Магура М. Б. Курбатова, *Современные персонал – технологии*, Москва: Издательство «Управление персоналом», 2003.
- [8] А. Пегат, *Нечеткое моделирование и управление*, пер. с англ., Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
- [9] В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голубов, *Нечеткая логика и искусственные нейронные сети*, Москва: Физматлит, 2001.
- [10] Р. В. Кулик, *Применение принципов нечеткой логики в методологии BSC*, Москва: Экономические науки, 2009.
- [11] А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров, *Принятие решений на основе нечетких моделей*, Рига: Зинатне, 1990.