

Рябчун Юлія ВолодимирівнаАсистент кафедри інформаційних технологій, orcid.org/0000-0002-8320-4038

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Скрипак Роман АнатолійовичМагістр кафедри кібербезпеки та комп'ютерної інженерії, orcid.org/0000-0001-7787-4388

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Рябчун Олена ВасилівнаСтудент кафедри професійної освіти, orcid.org/0000-0002-1445-966X

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Азнаурян Ірина ОлександрівнаДоцент, доцент кафедри фізики, orcid.org/0000-0002-7085-7291

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ
У СИСТЕМАХ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ**

Анотація. Роботу присвячено вирішенню завдання оцінки професійних здібностей абітурієнтів закладів вищої освіти. Основна мета роботи полягає в обґрунтуванні технології підтримки прийняття рішення щодо вибору напрямку навчання з використанням інфокомунікаційної системи, робота якої базується на основі нейро-нечіткої системи виведення. Особлива увага приділяється подоланню проблем, що супроводжують створення інфокомунікаційних систем, які призначаються для підтримки прийняття рішень щодо вибору напрямку навчання в умовах нечіткої невизначеності, що спричинена обмеженням спілкування «offline». У статті представлено результати дослідження критеріїв вступу до закладів вищої освіти різних країн. Запропоновано структурну модель спеціалізованої інтелектуальної системи ідентифікації здібностей абітурієнтів, яка призначається для підтримки рішення абітурієнта щодо вибору майбутньої спеціальності. Показано, що для обґрунтування рекомендаційного висновку на основі результатів виконання ігрових завдань професійного спрямування доцільним є використання нечіткої нейромережі Такаґи-Сугено-Канґа, а для розв'язання задач обґрунтування експертних рішень, яка вирішується на етапі формування апріорної бази правил нечіткої бази знань СНВ, доцільним є застосування моделі Мамдані, яка оперує лінгвістичними змінними та нечіткими множинами.

Ключові слова: інфокомунікаційна система; система нечіткого виведення; штучна нейронна мережа

Вступ

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком економіки, інноваційними вимогами стейкхолдерів до змісту і якості підготовки фахівців різних галузей економіки держави.

Вибір професії є важливим етапом життя людини, який характеризується нечіткістю уявлень абітурієнта про майбутні професії. Ітеративні процеси генерування рекомендацій абітурієнту щодо обрання ним фаху з максимальною відповідністю професійним нахилам та здібностям особистості, можливостей забезпечення відповідної підготовки та низки зовнішніх чинників потребують визначення й аналізу множини можливих факторів, що впливають на абітурієнта.

Надання професійної допомоги при виборі спеціальності абітурієнтам, які не можуть самостійно

визначити свою майбутню професію, є необхідною умовою підготовки кваліфікованих фахівців. Експертна підтримка рішень щодо вибору майбутньої професії супроводжується недостатністю чіткої інформації про структуру особистості.

Застосування евристик дає змогу експертам надавати абітурієнту необхідну підтримку, що ґрунтується на спеціальних знаннях та досвіді [1]. Проте в умовах сьогодення отримання інформації, на основі якої експерти зможуть надати необхідну підтримку рішення, ускладнюється обмеженнями спілкування «offline». Рішення завдання вибору спеціальності в автоматичному режимі у необхідних масштабах потребує відповідної організації.

Саме тому предметом дослідження в роботі є процес автоматичної підтримки рішень абітурієнтів в умовах нечіткої невизначеності, що спричинена необхідністю спілкування «online».

Об'єктом дослідження в роботі є засоби підтримки рішень абітурієнтів щодо вибору напрямку навчання в режимі «online».

Мета і завдання публікації

Мета роботи полягає в обґрунтуванні технології підтримки прийняття рішення щодо вибору напрямку навчання з використанням інфокомунікаційної системи, робота якої базується на основі нейро-нечіткої системи виведення.

Для досягнення мети необхідно:

1) дослідити критерії вступу до закладів вищої освіти різних країн;

2) запропонувати систему оцінки професійних здібностей абітурієнтів, робота якої ґрунтується на використанні нейро-нечіткої моделі виведення;

3) запропонувати модель нейро-нечіткої системи виведення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останнє десятиріччя в більшості країн світу впроваджується практика проведення зовнішнього тестування навчальних досягнень учнів. Позитивний досвід став прикладом для держав пострадянського простору.

Аналіз світових практик показав, що критерії, які враховуються під час вступу до закладу вищої освіти (ЗВО), впливають на вибір навчального закладу та якість успішності [2].

Досвід використання тестів здатності до навчання у системах вступу до університетів країн: Австралії, Великої Британії [3], Грузії [4], Ізраїлю [5], Киргизстану, США [6], Швеції [7] свідчить про те, що предметні тести, зазвичай, доповнюють тест академічних здібностей. Як наслідок, при відборі

спеціальності головна увага приділяється виявленню здібностей абітурієнта до навчання за певним напрямом, а не його навчальним досягненням з конкретного предмета попереднього рівня навчання.

В різних країнах враховуються різні критерії вступу до закладів вищої освіти (таблиця).

Урахування світового досвіду визначає напрям вдосконалення системи прийому до ЗВО України шляхом тестування здібностей при проведенні профорієнтаційної роботи.

Дослідження наслідків введення в систему автоматичного зарахування абітурієнтів до навчання в ЗВО за результатами лише зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів виявило певні недоліки. Зокрема: зарахування на навчання за різними спеціальностями здійснюється на основі результатів зовнішнього незалежного оцінювання знань з однакових конкурсних предметів. Проте навчання на різних факультетах ЗВО передбачає наявність у абітурієнтів різних природних здібностей, які при вступі не враховуються системою автоматичного зарахування за результатами зовнішнього незалежного оцінювання.

Різні аспекти проблеми комп'ютерного тестування професійної компетентності є предметом дослідження науковців, які спрямували свою діяльність на дослідження процесів тестування та розробку тестових продуктів. При цьому є достатня кількість робіт, в яких досліджуються питання застосування нечіткої логіки та нечіткого виведення, що дають змогу створювати спеціалізовані інтелектуальні системи різного призначення. В основу функціонування таких систем покладено системи нечіткого виведення [8 – 10].

Таблиця – Критерії вступу до закладів вищої освіти різних країн

Країна (AbilityTests)	Критерій вступу
Велика Британія (Thinking Skills Test – TST), Грузія (General Achievement Test – GAT), Ізраїль (The Psychometry – PET), Литва, Польща, Фінляндія	Середній бал атестата зрілості – враховують на основі результатів зовнішніх національних або регіональних стандартизованих випускних тестувань по закінченні загальноосвітнього навчального закладу
Велика Британія (Thinking Skills Test – TST), Грузія (General Achievement Test – GAT), Польща, Росія, США (SAT)	Результати вступних предметних іспитів до закладів вищої освіти – на основі національних стандартизованих тестувань навчальних досягнень з навчальних предметів
Велика Британія, Грузія, Ізраїль, США (SAT), Швеція (SweSAT)	Результат вступного іспиту здатності до навчання – AbilityTest або AptitudeTest

Виклад основного матеріалу

Система нечіткого виведення (СНВ) – система управління, що базується на нечіткій логіці [9].

В основу роботи системи нечіткого виведення замість математичної моделі покладено інтегровані знання експертів, які описуються за допомогою лінгвістичних змінних, нечітких множин та нечітких правил [10].

Надання професійної допомоги при виборі спеціальності абітурієнтам, що не можуть самостійно визначити свою майбутню професію, є необхідною умовою підготовки кваліфікованих фахівців у різних галузях економіки держави. Проте в теорії прийняття рішень досі не існує уніфікованих методик і методів для вирішення завдання підтримки прийняття рішення в нечітких умовах [1].

Автоматизація процесу підтримки рішення потребує збирання та опрацювання великої кількості різномірної і нечіткої інформації, а також передбачає застосування комп'ютеризованих експертних систем, які здатні розв'язувати слабоформалізовані задачі вибору [11; 12].

На рис. 1 показано концептуальну модель інтелектуальної інформаційної системи ідентифікації здібностей абітурієнта (ПСІЗА), яка розробляється для розв'язання задач підтримки рішення щодо вибору напрямку навчання.

Комунікація абітурієнта з ПСІЗА здійснюється через підсистему зв'язку з абітурієнтом (рис. 2).

Функціонування ПСІЗА підтримується такими структурними підрозділами:

- Міністерством освіти і науки України, що забезпечує формування державної політики і реалізує її у сферах освіти та науки, здійснює державний нагляд за діяльністю закладів освіти та підприємств, установ і організацій, які надають послуги у сфері освіти [13];

- Навчально-методичним відділом ЗВО, що відповідає за організаційно-методичне забезпечення та вдосконалення навчального процесу;

- Роботодавцями, що представляють власника або уповноважений орган підприємства, установи чи організації, взаємодія з яким сприяє підготовці фахівців з урахуванням кваліфікаційних вимог до випускників, шляхом удосконалення професійних компетентностей освітніх програм [14];

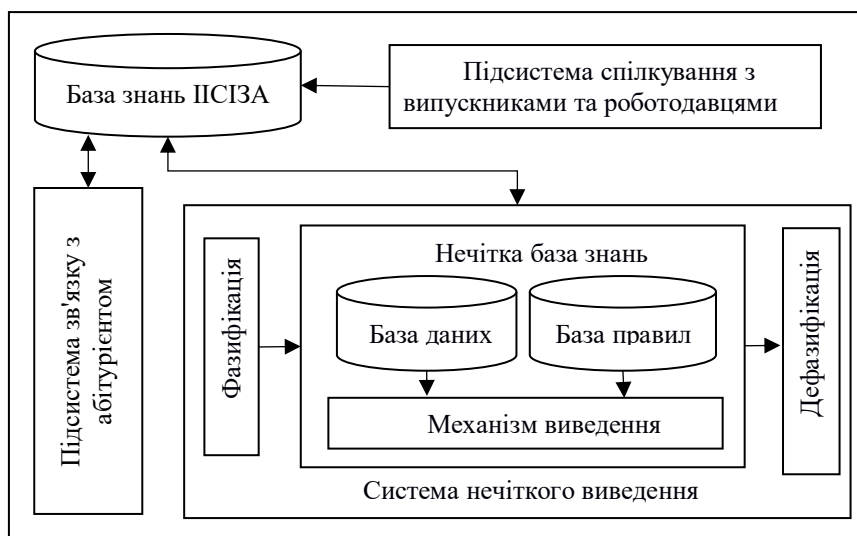


Рисунок 1 – Концептуальна модель інтелектуальної інформаційної системи ідентифікації здібностей абітурієнта

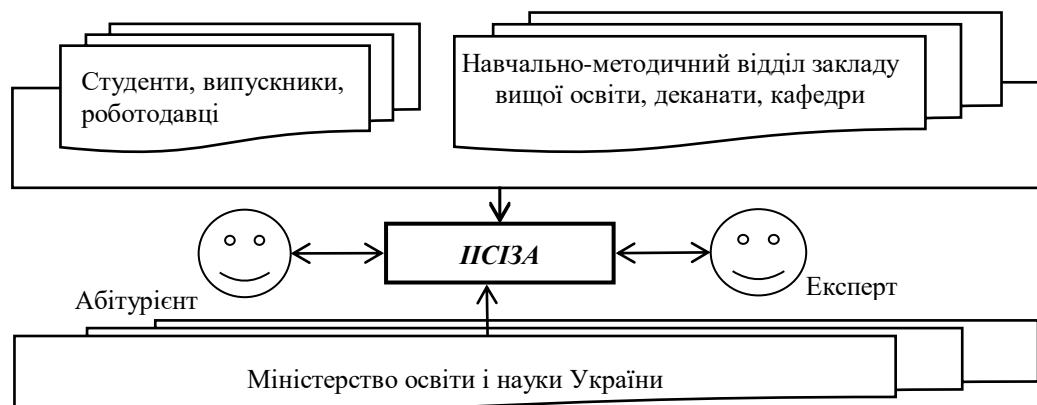


Рисунок 2 – Підсистема зв'язку з абітурієнтом

– Деканатом – підрозділом факультету в ЗВО, що відповідальний за організаційну роботу та виконує функцію зворотного зв'язку з ПСІЗА;

– Кафедрою – структурним підрозділом ЗВО, що провадить освітню, методичну та наукову діяльність за певною спеціальністю чи міжгалузевою групою спеціальностей;

– Експертом – висококваліфікованим спеціалістом, який має відповідну кваліфікацію і спеціальні знання для надання підтримки рішення [15].

Основними структурними одиницями ПСІЗА є база знань, підсистема взаємодії з абітурієнтом, підсистема набуття знань та СНВ [16].

Сучасні СНВ за принципом формування виходу поділяються на [8]:

– СНВ першого типу, в яких вихідне значення визначається як зважене середнє результатів виконання кожного правила; дефазифікація здійснюється окремо для кожного правила; вихідні функції приналежності мають бути монотонно-неспадними;

– СНВ другого типу, в яких вихідне нечітке значення являє собою результат об'єднання нечітких виходів кожного правила; кожний нечіткий вихід зважено за допомогою ваг спрацьовування правил; чітке вихідне значення визначається в результаті дефазифікації об'єднаного нечіткого виходу;

– СНВ третього типу, які будуються на правилах типу Сугено; вихідне значення в таких системах є лінійною комбінацією вхідних значень плюс деяка константа, а загальний вихід є середнім зваженим всіх правил.

Системи виведення з нечіткою логікою є зручним інструментом для пояснення висновків, але ці системи не здатні автоматично здобувати знання для використання в механізмах виведення. Штучні нейронні мережі можуть автоматично здобувати знання, але введення експертних (ап'юріорних) знань, зазвичай, є складним процесом.

Нейро-нечіткі системи виведення являють собою системи, в яких виведення виконується на основі апарату нечіткої логіки, а налаштування функцій приналежності здійснюється штучними нейронними мережами (рис. 3).

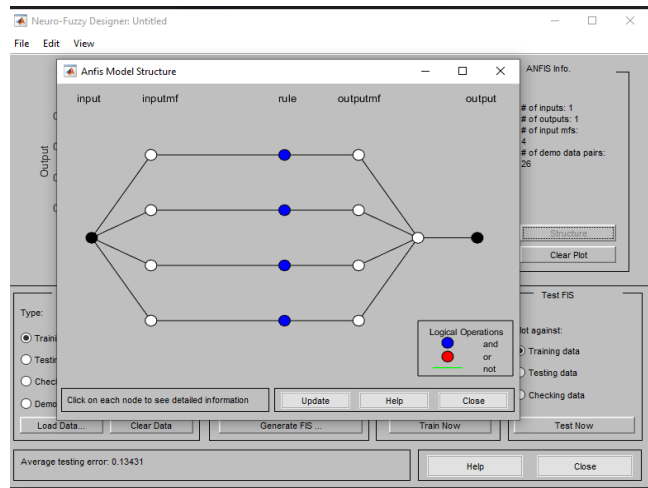


Рисунок 3 – Створення нейронної мережі на основі нечіткої логіки в MatLab

На сьогодні в пакеті Fuzzy Logic Toolbox системи MatLab реалізовано СНВ типу Мамдані та Сугено [17].

Ці моделі відрізняються форматом бази знань і процедурою дефазифікації.

База знань СНВ Сугено є гібридною, оскільки її висновки формуються у вигляді чіткої лінійної комбінації на основі нечітких умов. У такому випадку база знань цієї СНВ може трактуватись як розбиття простору суттєвих факторів на нечіткі підпростори, в кожному з яких функції відгуку визначаються як лінійна комбінація входів з розмитими границями підпросторів.

У роботах [16; 18] описано узагальнену архітектуру штучної нечіткої нейронної мережі Такаґи-Сугено-Канґа і обґрунтовано вибір алгоритму її навчання.

У роботах [16; 19; 20] запропоновано оцінювати професійні здібності особистості на основі результатів виконання ігрових завдань професійного спрямування. При цьому кожен з тестів для оцінювання професійних здібностей запропоновано формувати у вигляді ігрових завдань різних рівнів. У такому разі вагу кожного рівня завдань можна визначати критеріями, що залежать від часу виконання завдання (рис. 4). При такому виборі критеріїв дані, що подаються на вхід СНВ, мають числові значення.

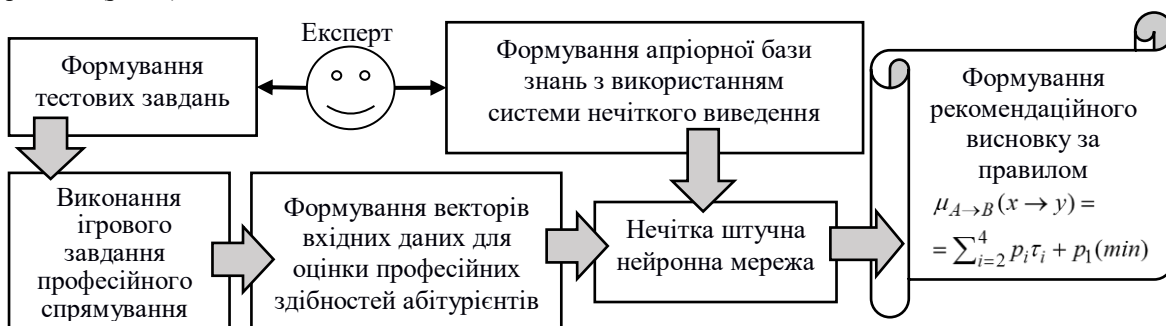


Рисунок 4 – Схема процесу підтримки рішень щодо вибору спеціальності: p_i – ваговий коефіцієнт оцінки i -го рівня; $\tau_i = T_i/t_i$; t_i – час, який витрачає на проходження i -го рівня завдання абітурієнт; T_i – відповідний час, який витрачає фахівець

Ураховуючи те, що у випадку надання на вхід СНВ чисельних значень обидві моделі працюють однаково, для інтеграції зі штучною нейронною мережею було вибрано СНВ типу Мамдані, оскільки ця модель надає змогу оперувати лінгвістичними змінними та нечіткими множинами на етапі формування апріорної бази правил нечіткої бази знань СНВ [17; 21]. Окрім того, при виборі моделі СНВ для вирішення завдання оцінки професійних здібностей абітурієнтів досліджувалась можливість інтеграції СНВ з інструментальними засобами оцінки тестових завдань професійного спрямування, що виконуються абітурієнтами з використанням комп'ютеризованих засобів [20].

Висновки

1. У результаті проведених досліджень критеріїв вступу до університетів різних країн

обґрунтовано доцільність впровадження в профорієнтаційну роботу закладів вищої освіти тестування з використанням ігрових технологій.

2. Представлено структуру гібридної системи підтримки ПСІЗА, що розробляється для підтримки рішень абітурієнтів при виборі майбутньої професії. Робота ПСІЗА передбачає використання нейро-нечіткої системи виведення.

3. Показано, що для обґрунтування рекомендаційного висновку на основі результатів виконання ігрових завдань професійного спрямування доцільним є використання нечіткої нейронної мережі Такаґи-Сугено-Канґа, а для розв'язання задачі обґрунтування експертних рішень, яка вирішується на етапі формування апріорної бази правил нечіткої бази знань СНВ, доцільним є застосування моделі Мамдані, яка оперує лінгвістичними змінними та нечіткими множинами.

Список літератури

1. Кучаковська Г. А. Моделі створення бази знань експертної системи з вибору спеціальності для абітурієнтів ВНЗ. *Освітологічний дискурс*. 2014. № 1(5). С. 129–138.
2. Ляшенко О. І, Раков С. А. Тест загальної навчальної компетентності: основні засади і результати пілотування. *Педагогіка і психологія*. 2012. № 2. С. 27–35.
3. Thinking Skills Assessment (TSA). URL: <https://grade.ua/admissions/tsa/>.
4. Общий тест на успеваемость – General Achievement Test. URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/General_Achievement_Test.
5. About the Psychometric Entrance Test. URL: <https://www.nite.org.il/psychometric-entrance-test/about-the-test/?lang=en>.
6. Тест здібностей SAT (Reasoning Test SATTM) для вступу до університетів США (за матеріалами буклета з підготовки до тесту SAT у 2008 році): у 2 ч. *Вісник. Тестування і моніторинг в освіті*. 2009. № 5. С. 33–38; № 6. С. 21–42.
7. Тест здібностей SweSAT: досвід Швеції у використанні тесту здібностей при вступі до ВНЗ (за матеріалами статті Кристини Стадж). *Вісник. Тестування і моніторинг в освіті*. 2008. № 11-12. С. 81–84.
8. Берестнева О. Г., Марухина О. В., Шевелев Г. Е. Использование результатов психологического тестирования для измерения компетентности студентов технических университетов. *Информатика и образование*. 2009. № 4. С. 106–108.
9. Ротштейн А. П., Интеллектуальные технологии идентификации: нечёткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница: УНИВЕРСУМ, 1999. 320 с.
10. Mamdani E. H., Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant, *Proc. IEEE* 121, 1974. pp. 1585–1588.
11. Эльконин Д. Б., Психология игры. Москва: Педагогика, 1979. 360 с.
12. Люгер Джордж, Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание: Пер. с англ. Москва : Вильямс, 2003. 864 с.
13. Положення про Міністерство освіти і науки України затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 16 жовтня 2014 р. № 630]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/630-2014-п>.
14. Роботодавець. Юридична енциклопедія: [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.]. Київ : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2003. Т. 5: П С. 736 с.
15. Положення про порядок проведення експертизи в галузі державного експортного контролю, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 15 липня 1997 р. № 767.
16. Yeremenko B., Riabchun Y., Ploskiy V., Mezzane Daoud, Aznaurian I., Kryvinska N. Intelligent information technologies implementation to the process of professional self-identification. 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntellITSIS-2021) Khmelnytskyi, Ukraine, March 24 – 26, 2021.
17. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. Москва: Горячая линия-Телеком. 2007. 288 с.
18. Yeremenko B., Riabchun Yu., Ploska A. The introduction of intellectual system for evaluating professional abilities of applicants into the activities of educational institutions. *Technology audit and production reserves*, № 6/2(44), 2018. P. 2226.
19. Скрипак Р., Рябчун Ю., Теренчук С. Методи ідентифікації здібностей абітурієнтів закладів вищої освіти будівельної галузі. *Build-Master-Class-2020*, November 2020, Kyiv, Ukraine. С. 304–305.

20. Riabchun Yu., Honcharenko T., Honta V., Chupryna K., Fedusenko O. Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering 'at*, Vol.8, Issue-11, 2019. P. 4050–4058.

21. Рябчун Ю. В. Интеллектуалізація системи підтримки прийняття рішень щодо вибору спеціалізації навчання. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2019. № 39. С. 95 – 99.

Стаття надійшла до редколегії 12.02.2021

Riabchun Yuliia

Assistant of the Department of Information Technology, *orcid.org/0000-0002-8320-4038*
Kyiv National University of Construction and Architecture

Skrypak Roman

Master in Cybersecurity and Computer Engineering Department, *orcid.org/0000-0001-7787-4388*
Kyiv National University of Construction and Architecture

Riabchun Olena

Student of the Department of Professional Education, *orcid.org/0000-0002-1445-966X*
Kyiv National University of Construction and Architecture

Azmaurian Iryna

Associate Professor, Department of Physics, *orcid.org/0000-0002-7085-7291*
Kyiv National University of Construction and Architecture

APPLICATION OF NEURO-FUZZY MODELS IN THE SYSTEM FOR ASSESSING THE PROFESSIONAL ABILITIES OF APPLICANTS

Abstract. *The work is devoted to solving a problem of assessing the professional abilities of entrants to higher education institutions. The subject of the study is the process of automatic support of entrants' decisions in conditions of fuzzy uncertainty caused by the need to communicate "online". The object of the study is a supporting means of the decisions of applicants to choose the direction of study "online". The main purpose of the work is to substantiate the technology of decision support for choosing a direction of study using an infocommunication system, the work of which has based on a neuro-fuzzy output system. Particular attention has paid to overcoming the problems that accompany the creation of infocommunication systems, which has designed to support decision-making on the choice of field of study in conditions of unclear uncertainty caused by the limitation of offline communication. The article presents the results of a study of the criteria for admission to higher education institutions in different countries. The structural model of the Specialized Intellectual System of Identification of Abilities of Entrants has offered. The system has designed to support the decision to choose a specialty of higher education institution. It has shown that to substantiate the recommendation conclusion based on the results of professional game; it is advisable to use a fuzzy neural network Takagi-Sugeno-Kanga. To solve the problem of substantiation of expert decisions at the stage of formation of a priori base of rules of fuzzy knowledge base of fuzzy inference system, it is expedient to use Mamdani model, which operates with linguistic variables and fuzzy sets.*

Keywords: *infocommunication system; fuzzy output system; artificial neural network*

References

1. Kuchakovska, G. A. (2014). Models of creating a knowledge base of the expert system for choosing a specialty for university entrants. *Educational Discourse*, 1 (5), 129–138.
2. Lyashenko, O. I., Rakov, S. A. (2012). Test of general educational competence: basic principles and results of piloting. *Pedagogy and Psychology*, 2, 27–35.
3. Thinking Skills Assessment (TSA). URL: <https://grade.ua/admissions/tsa/>.
4. General Achievement Test. URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/General_Achievement_Test.
5. About the Psychometric Entrance Test. URL: <https://www.nite.org.il/psychometric-entrance-test/about-the-test/?lang=en>.
6. Ability test SAT (Reasoning Test SATTM) for admission to US universities (based on the booklet on preparation for the SAT test in 2008): at 2 p.m. (2009). *Bulletin. Testing and Monitoring in Education*, 5, 33–38.
7. Ability test SweSAT: Sweden's experience in using the aptitude test when entering a university (Based on the article by Christina Stage). (2008). *Testing and Monitoring in Education*, 11-12, 81–84.
8. Berestova, O. G., Marukhina, O. B., Shevelev, G.Ye. (2009). The use of the results of psychological testing to measure the competence of students of technical universities. *Informatics and Education*, 4, 106–108.
9. Rothstein, A. P. (1999). Intelligent identification technologies: fuzzy logic, genetic algorithms, neural networks. Vinnytsia: UNIVERSUM, 320.
10. Mamdani, E. H. (1974). Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant. *Proc. IEEE*, 121, 1585–1588.

11. Elkonin, D. B. (1979). *Game psychology*. Moscow: Pedagogy, 360.
12. Luger, George F. (2003). *Artificial Intelligence: Strategies and Methods for Solving Complex Problems*. 4th Edition: Trans. from English. Moscow, Russia: "William", 864.
13. Regulations on the Ministry of Education and Science of Ukraine approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of October 16, 2014 № 630. [Electronic resource] - Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/630-2014-п>.
14. Employer. *Legal Encyclopedia*: [in 6 vols.]. (2003). Ed. count Yu. S. Shemshuchenko (ed.) [Etc.]. K: Ukrainian encyclopedia. MP Bazhana, 5, 736.
15. Regulations on the procedure for conducting an examination in the field of state export control, approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 15, 1997 № 767.
16. Yeremenko, B., Riabchun, Y., Ploskiy, V., Mezzane Daoud, Aznaurian, I., Kryvinska, N. (2021). Intelligent information technologies implementation to the process of professional self-identification. 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntellTISIS-2021) Khmelnytskyi, Ukraine, March 24 – 26, 2021.
17. . Shtovba, S. D. (2007). *Design of fuzzy systems by means of MATLAB*. Moscow: Telecom Hotline, 288.
18. Yeremenko B., Riabchun, Yu., Ploska, A. (2018). The introduction of intellectual system for evaluating professional abilities of applicants into the activities of educational institutions. *Technology audit and production reserves*, 6/2(44), 22–26.
19. Skrypak, R., Ryabchun, Yu., Terenchuk, S. (2020). Methods of identification of abilities of entrants of institutions of higher education in the construction industry. Build-Master-Class-2020, November 2020, Kyiv, Ukraine. Pp. 304-305.
20. Riabchun, Yu., Honcharenko, T., Honta, V., Chupryna, K., Fedusenko, O. (2019). Methods and Means of Evaluation and Development for Prospective Students' Spatial Awareness. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8, 11, 4050–4058.
21. Ryabchun, Yu. (2019). Intellectualization of support systems for decision-making on the selection of specialization of teaching. *Management of Development of Complex Systems*, 39, 95–99.

Стаття надійшла до редколегії 02.09.2020

Посилання на публікацію

- APA Riabchun, Yuliia, Skrypak, Roman, Riabchun, Olena, & Aznaurian, Iryna. (2021). Application of neuro-fuzzy models in the system for assessing the professional abilities of applicants. *Management of Development of Complex Systems*, 45, 107 – 113, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.45.107-113](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.107-113).
- ДСТУ Рябчун Ю. В., Скрипак Р. А., Рябчун О. В., Азнаурян І. О. Застосування нейро-нечітких моделей у системах оцінки професійних здібностей абітурієнтів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 45. С. 107 – 113, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.45.107-113](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.107-113).