

## ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ У ДІЯЛЬНІСТЬ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Єременко Б. М., Рябчун Ю. В., Плоска Г. В.

### 1. Вступ

У сучасному суспільстві існує велика кількість спеціальностей, здобуття яких передбачає наявність певних здібностей, які бажано виявити ще на етапі вибору напрямку навчання. Для цього освітні заклади обробляють різноплановий потік інформації навчальних успіхів осіб, які навчаються за різними спеціальностями. Аналіз цієї інформації надає можливість робити висновки стосовно ефективності профорієнтаційної діяльності закладів освіти та удосконалювати її організацію. Підтримку прийняття рішень абітурієнтам щодо вибору спеціальності вищій навчальний заклад може надавати на підставі:

- оцінювання результатів навчання на підготовчих курсах;
- тестування під час днів відкритих дверей, олімпіад і поданні документів;
- додаткових фахових випробувань або творчих конкурсів.

Актуальним напрямком удосконалення профорієнтаційної діяльності є впровадження систем підтримки прийняття рішень, які отримуються при спілкуванні з абітурієнтами. При цьому зростає попит на системи, що здатні не тільки узагальнювати висновки тестів знань і навичок, що набуваються на етапі довузівської підготовки, а і виділяти природні здібності абітурієнтів із суміші даних.

### 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

*Об'єктом дослідження є методи і засоби професійної ідентифікації абітурієнтів.*

Для оцінки здібностей та досягнень абітурієнтів при вступі до навчальних закладів використовуються різнопланові тести здібностей і досягнень абітурієнтів. Результати тестів здібностей і тестів досягнень відображаються на континуумі, з одного боку якого – тести шкільних досягнень, а з іншого – тести інтелекту, психологічної готовності або тести спеціальних здібностей для прогнозування успішності в конкретних галузях. Тести шкільних досягнень розробляються шкільними вчителями для оцінювання знань, а тести спеціальних здібностей розробляються спеціалістами довузівської підготовки з урахуванням досвіду викладачів вищих навчальних закладів, кадрових вимог до профілю фахівця та вимог потенційних роботодавців.

Для відбору абітурієнтів використовують:

- «Тест академічних здібностей» (SAT) [1];
- «Тестову батарею Програми тестування американських коледжів» (ACT) [2];
- «Письмові іспити для аспірантів» (GRE) [3].

Результати такого тестування, як правило, знаходяться в середині континууму здібностей і досягнень. Це призводить до того, що результати тестування являють собою множину нечітких даних, які потребують класифікації [4].

До багатофакторних тестів здібностей належать [2, 3]:

- «Комплексна батарея здібностей»;
- «Батарея здібностей Гілфорда-Циммермана»;
- «Міжнародна батарея тестів первинних чинників»;
- «Національні тести готовності» (MRT);
- «Тест базисних понять Бозна».

Існують також різні тести спеціальних здібностей, які відображають вимоги до спеціалістів певної галузі і використовуються для прогнозування успішності в конкретних галузях. До таких тестів відносяться [5, 6]:

- «Тест для вступників до юридичної школи» (LSAT);
- «Тест для вступників до медичного коледжу» (MCAT);
- різні тести, що оцінюють канцелярські і стенографічні здібності, зір і вміння навчатися, слух, механічні здібності, музичні й артистичні здібності, креативність.

В інформаційному середовищі України функціонує «Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт». Ця інформаційна система містить довідникову інформацію про професійні категорії навчання та тести для визначення структури особистості, схвалена Міністерством освіти і науки України та не має альтернатив [7].

Проте, жоден з цих тестів не враховує вимоги до спеціалістів будівельної галузі та попит будівельних навчальних закладів. Окрім будівельних, існує достатня кількість інших спеціальностей, для здобуття яких необхідні певні здібності, які бажано виявити в процесі спілкування на етапі вибору напрямку навчання.

### **3. Мета та задачі дослідження**

*Метою дослідження є надання абітурієнтам науково-обґрунтованої підтримки прийняття рішення щодо вибору напряму навчання шляхом впровадження в процес самоактуалізації інтелектуальної системи оцінки професійних здібностей абітурієнтів.*

Для досягнення даної мети були сформульовані такі задачі:

1. Дослідити сучасні методи оцінки здібностей та досягнень абітурієнтів.
2. Дослідити існуючі засоби обробки нечіткої інформації.
3. Запропонувати до впровадження в діяльність будівельних навчальних закладів інтелектуальну систему оцінки професійних здібностей абітурієнтів.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Оцінка природних здібностей особистості вимагає застосування засобів, в основу яких, окрім тестів досягнень і навичок, покладено інтелектуальні та психодіагностичні тести. Проведені дослідження сучасних методів і засобів ідентифікації здібностей і досягнень особистості показали, що не існує єдиного підходу до визначення змісту професійної ідентифікації. сучасних методів і засобів ідентифікації здібностей і досягнень особистості показали, що не існує єдиного підходу до визначення змісту професійної ідентифікації [8, 9]. Важливий внесок у вивчення цього феномену зробили вчені робіт [10, 11], які започаткували дослідження проблеми ідентифікації та ідентичності.

В роботі [3] професійна ідентифікація розглядається як механізм прийняття провідних професійних ролей і цінностей, що спонукають фахівця до ефек-

тивної діяльності. Авторами робіт [12, 13] показано, що підтримка прийняття рішень ускладнюється тим, що результати тестів мають нечіткий висновок. Особливо багатовимірними і нечіткими є результати тестів, що відображають структуру особистості на етапі переходу з одного рівня освіти на інший.

Для вирішення подібних проблем використовуються штучні нейронні мережі різної архітектури [14]. В роботах [15, 16] описано нечітку мережу Такаґи-Сугено-Канґа. Дана мережа здатна аналізувати та узагальнювати нечіткі дані. Теоретичні питання проектування і дослідження алгоритмів навчання систем на основі мережі Такаґи-Сугено-Канґа детально описані в [14, 17]. Однак існуючі моделі засобів ідентифікації, робота яких ґрунтується на застосуванні штучних нейронних мереж, не адаптовані до розв'язання задачі оцінки професійних здібностей особистості. Таким чином, і проблема навчання систем оцінки професійних здібностей абітурієнтів лишається невирішеною.

Оскільки основною метою дослідження є підтримка рішення щодо вибору напряму навчання в процесі самоактуалізації, то в першу чергу досліджувались найбільш доступні користувачеві засоби і методи самоідентифікації.

Авторами даної роботи були проведені online-дослідження існуючих інформаційних систем ідентифікації здібностей абітурієнтів. При цьому, на запит «профорієнтаційна діагностика абітурієнта» пошукова система Google рекомендує звернутися до автоматизованої системи «Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт» [7]. Дана інформаційна система є інноваційною розробкою, що схвалена Міністерством освіти і науки України та не має альтернатив. Система містить довідникову інформацію про професійні категорії навчання, яка ґрунтується на вимірюванні професійних інтересів та схильностей у підприємницькій, соціальній, артистичній, інтелектуальній, природничо-реалістичній, техніко-реалістичній, конвенціональній галузях навчання. Однак ця система не відображає здібності абітурієнтів, що необхідні для успішного здобуття будівельних професій.

## **5. Методи досліджень**

Детерміновані та стохастичні моделі потребують точної, розподіленої інформації. Проте, оцінювання професійних здібностей особистості часто пов'язана з обробкою нечіткої текстової інформації. В подібних випадках, для нечіткої оцінки професійних інтересів найбільш вдалим є нечіткі моделі [11].

Для вирішення проблем підвищення ефективності прийняття рішень в умовах невизначеності розробляються інтелектуальні системи, що здатні аналізувати та узагальнювати нечіткі висновки результатів тестування. І, таким чином, підвищити рівень автоматизації процесу підтримки прийняття рішення щодо вибору спеціальності [13].

В роботі передбачається, що вихідні дані вузівського тестування містять інформацію, яка представлена в текстовому вигляді і потребує формалізації. На даному етапі результати тестування оцінюються експертами від 0 до 100 балів. Після цього на відрізу  $[0;100]$  задається лінгвістична змінна, що приймає значення «високий рівень», «середній рівень», «низький рівень», «рівень вище середнього», «рівень нижче середнього», з відомими мірами належності. Шкалою належності за результатами може бути система такого вигляду:

- від 0 до 25 балів – не підходить;
- від 26 до 50 балів – більше не підходить, ніж підходить;
- від 51 до 75 балів – більше підходить, ніж не підходить;
- від 76 до 100 балів – підходить.

Вибір методу отримання міри належності оцінки здібностей абітурієнта лишається за фахівцями, що відповідають за оцінювання.

## **6. Результати дослідження**

При розробці і впровадженні інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень щодо вибору спеціальності виникає низка проблем. Основні проблеми пов'язані з:

- обробкою нечіткої тестової інформації;
- виділенням природних здібностей з суміші даних, які відображають не тільки здібності, а і знання та навички, що набуваються особистістю на різних етапах життєвого циклу.

Прийняття рішень щодо вибору або зміни спеціальності може відбуватися:

- при вступі до вищих навчальних закладів;
- при переході з одного рівня навчання на інший;
- при зміні спеціальності під час навчання;
- при бажанні змінити спеціальність після закінчення навчання.

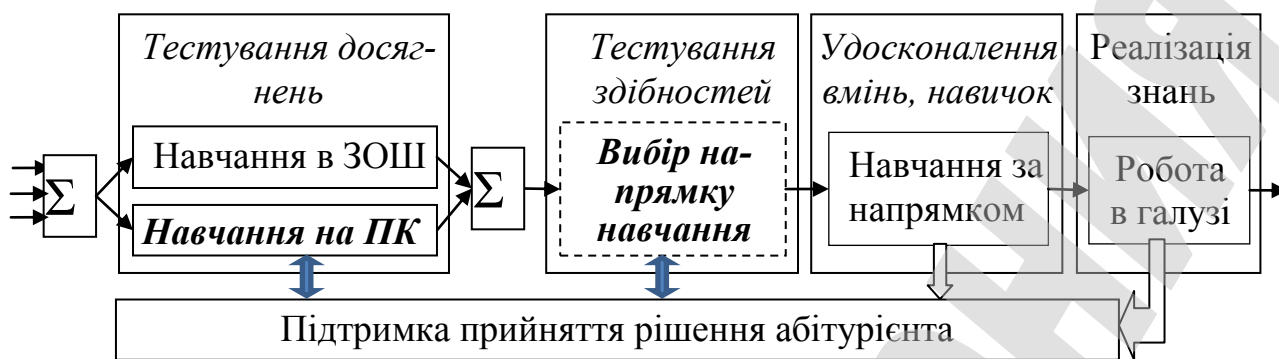
У різних випадках підтримка рішень передбачає застосування відповідних систем, робота яких базується на різних базах знань [13].

Проблеми виникають якщо абітурієнт не може самостійно чітко визначити чим він хоче займатися в майбутньому, а центри профорієнтації не надають йому достатньо інформації. До того ж підтримка рішення щодо вибору спеціальності передбачає наявність здібностей, які бажано виявити на етапі вибору напряму навчання. Це означає, що випускники загальноосвітніх шкіл найбільше потребують підтримки при виборі спеціальності через відсутність досвіду та високий рівень невизначеності намірів. Невизначеність намірів відображається на результатах тестування, які отримані на етапі вступу до навчального закладу, нечіткістю вхідної інформації. Саме тому, в роботі розглядається процес самоототожнення та соціалізації абітурієнта на стадії «вибір напрямку навчання» при вступі до навчального закладу.

Схема забезпечення підтримки прийняття рішень абітурієнта навчальним закладом показана на рис. 1.

При переході від довузівського навчання до навчання у вищому навчальному закладі проводиться аналіз досягнень за результатами зовнішнього незалежного тестування та довузівського навчання. Проте результати аналізу цих результатів не достатньо чітко відображають спеціальні здібності абітурієнта.

Для забезпечення орієнтації абітурієнта у світі професій освітні заклади різних рівнів генерують та аналізують різнопланові потоки інформації, що відображають успіхи осіб, які навчаються. На основі співставлення цієї інформації з інформацією, що була отримана при вступі, будуються правила, які формують нечітку базу знань системи оцінки професійних здібностей абітурієнтів.



**Рис. 1.** Схема забезпечення підтримки прийняття рішень абітурієнта навчальним закладом: ЗОШ – загальноосвітня школа; ПК – підготовчі курси;  $\updownarrow$  – взаємодія абітурієнта з системою підтримки прийняття рішень;  $\Downarrow$  – зворотній зв’язок – інформація, на основі якої формуються моделі для ідентифікації професійних здібностей абітурієнтів;  $\Sigma$  – символ, що характеризує суміш показників здібностей та досягнень

Набуті знання навчальний заклад може використовувати для оцінювання відповідності здібностей абітурієнта під час днів відкритих дверей, олімпіад, співбесід і додаткових фахових випробувань та при поданні документів. Таким чином, прогнозування наслідків професійного вибору абітурієнта та можливої реалізації власного потенціалу в обраній професійній діяльності здійснюється на основі аналізу узагальнених результатів навчання за відповідними напрямками.

За результатами спілкування з системою абітурієнти отримують детальний висновок та рекомендації з поясненнями щодо переліку професій, у яких кожен абітурієнт зможе максимально розкрити свій потенціал [7].

Організацію оцінювання у відповідній галузі на підставі спілкування з системою показано на рис. 2.

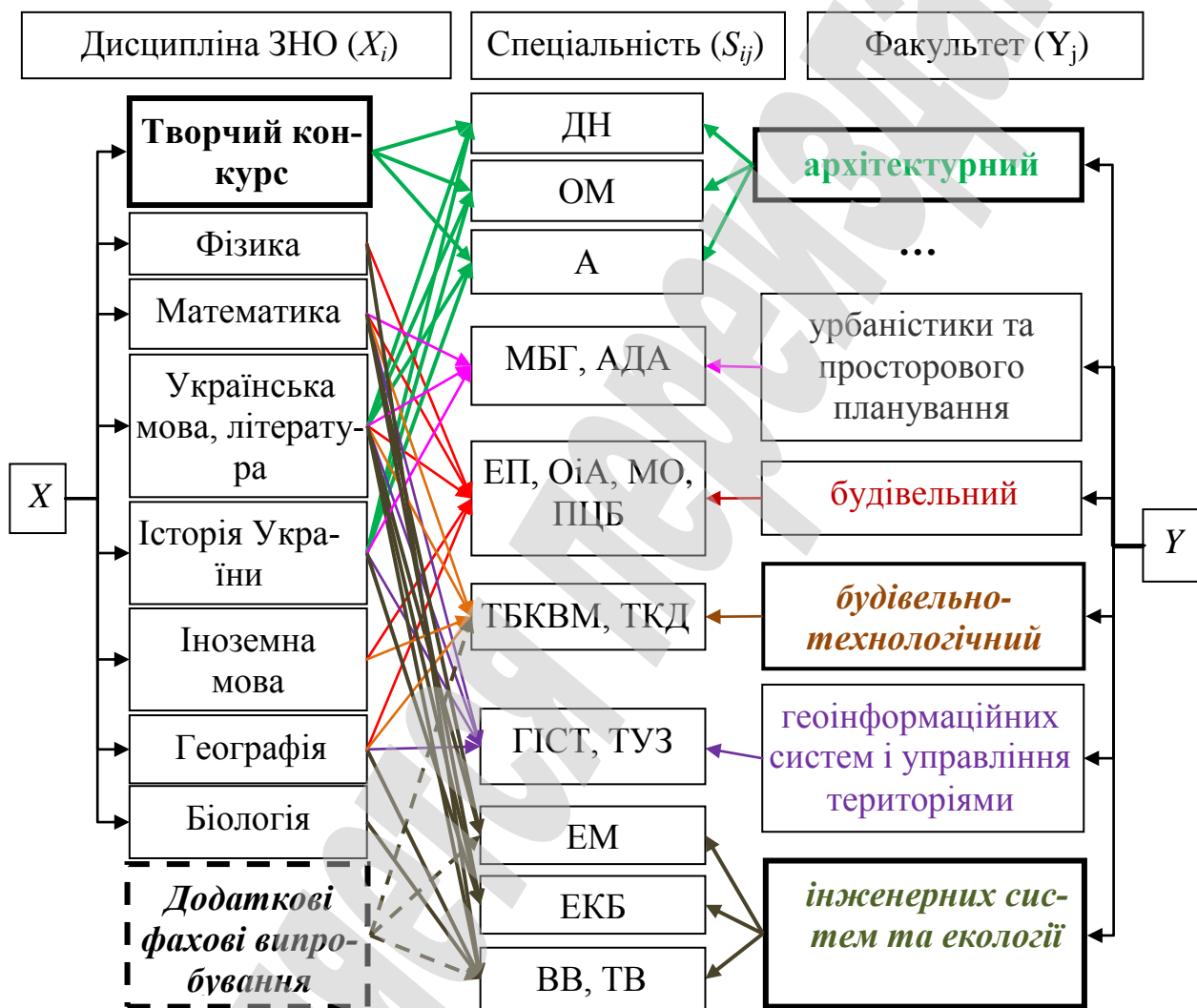


**Рис. 2.** Схема впровадження системи оцінки професійних здібностей абітурієнтів в роботу навчальних закладів

Якість функціонування інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень з професійної ідентифікації, в першу чергу, залежить від надійності робо-

ти її підсистем. Надійність роботи підсистем, в свою чергу, залежить від адекватності правил, що складають базу знань системи.

Дану роботу присвячено моделюванню інтелектуальної системи оцінки професійних здібностей абітурієнтів. Основне призначення системи полягає в наданні підтримки прийняття рішень щодо вибору спеціальності при вступі абітурієнтів до вищих навчальних закладів. На рис. 3 показано фрагмент схеми формування нечіткої бази знань різних підсистем системи оцінки професійних здібностей до навчання за різними спеціальностями деяких факультетів Київського національного університету будівництва і архітектури (Україна).



**Рис. 3.** Фрагмент схеми формування нечіткої бази знань системи оцінки професійних здібностей абітурієнтів: ДН – дизайн; ОМ – образотворче мистецтво, декоративне мистецтво, реставрація; А – архітектура та містобудування; МБГ – міське будівництво та господарство; АДА – автомобільні дороги та аеродроми; ЕП – економіка підприємства; ОіА – облік і аудит; МО – менеджмент організацій і адміністрування; ПЦБ – промислове та цивільне будівництво; ТБКВМ – технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів; ТКД – підприємство, торгівля та біржова діяльність; ГІСТ – геоінформаційні системи і технології; ТУЗ – туризм; ЕМ – енергетичний менеджмент; ЕК – екологія та охорона навколишнього середовища; ВВ – водопостачання та водовідведення; ТВ – теплогазопостачання і вентиляція;  $i$  та  $j$  – ідентифікатори дисципліни та факультету, відповідно

Для вступу на різні спеціальності різних факультетів абітурієнтам необхідно прийняти участь в загальному конкурсі результатів зовнішнього незалежного тестування. Фрагменту на рис. 3 досить, щоб пересвідчитись в тому, що ці результати в недостатній мірі відображають природні здібності абітурієнтів до набуття знань і навичок кожної з спеціальностей. Тільки на архітектурному факультеті розподіл абітурієнтів за спеціальностями відбувається на основі творчих конкурсів і на факультеті інженерних систем та екології зарахування за напрямом «енергетичний менеджмент» і іншими напрямами здійснюється за конкурсом оцінювання різних дисциплін.

В основу системи, що пропонується до впровадження, покладено нечітку нейронну мережу Такаги-Сугено-Канга [16], топологія якої детально описана в [17]. Алгоритм навчання штучної нейромережі Такаги-Сугено-Канга в загальному вигляді описано в [15].

Для адаптації алгоритму навчання мережі Такаги-Сугено-Канга до задачі оцінки профорієнтаційних здібностей абітурієнтів в роботі вибрано варіант, при якому вихідний параметр мережі приймає значення, що виражає здатність до навчання за спеціальністю. При цьому передбачається, що система оцінки складається з підсистем, кожна з яких являє собою нечітку нейронну мережу Такаги-Сугено-Канга, що навчена для оцінки здатності до навчання за окремою спеціальністю.

В якості вхідних даних інформаційної системи підтримки прийняття рішень при вступі до Київського національного університету будівництва і архітектури запропоновано використовувати комплекс результатів зовнішнього незалежного оцінювання, діагностування «Абітурієнт» та додаткових фахових випробувань. Вихідний параметр приймає два значення: «ні» або «так».

Додаткові фахові випробування містять в собі питання і завдання, відповіді на які відображають здібності до здобуття спеціальних навичок. Наприклад, різні завдання з математики можуть відображати: рівень логічного, асоціативного чи абстрактного мислення; здатність до просторової уяви чи «паралельного мислення». Творчі завдання з української мови та літератури, іноземної мови та історії відображають такі характеристики особистості, як соціальна небайдужість, ставлення до навколишнього середовища та ін. Саме тому, до розробки додаткових фахових випробувань, що відображають спеціальні кадрові кваліфікаційні вимоги для профілю фахівця та вимоги замовників-роботодавців до випускників залучаються спеціалісти, що працюють у відповідній галузі.

Дослідження та аналіз нагальних вимог до молодих спеціалістів здійснюється фахівцями Будівельного Кадрового Порталу (м. Київ, Україна).

## **7. SWOT-аналіз результатів досліджень**

*Strengths.* В даній роботі вибір спеціальності пропонується здійснювати на основі рекомендацій інформаційної системи діагностики «Абітурієнт», з урахуванням результатів зовнішнього незалежного оцінювання та додаткових фахових випробувань або творчих конкурсів. Рекомендації ґрунтуються на дослідженні структури особистості, ступеню вираженості інтересу до професії та прогнозах успішності. Тести та завдання додаткових фахових випробувань або творчих конкурсів вищого навчального закладу розробляються з урахуванням спеціальних

вимог замовників-роботодавців до випускників. Це значно підвищує конкурентоспроможність і якість життя спеціалістів, які здійснили правильний вибір напрямку своєї майбутньої діяльності. Це, в свою чергу, сприяє розширенню резервів будівельної галузі за рахунок реалізації інтелектуального потенціалу молоді. При цьому покращується ефективність профорієнтаційної роботи закладу.

Для оцінки професійних здібностей особистості, підвищення ефективності прийняття рішень на основі неповних і нечітких даних, що накопичуються в результаті спілкування з абітурієнтами, найбільш вдалими є нечіткі моделі. Основним недоліком системи «Абітурієнт» можна вважати неспроможність надавати чіткі висновки на основі нечітких даних. Для подолання зазначеного недоліка в роботі запропоновано підхід, який ґрунтується на застосуванні нечітких моделей і методів нечіткої логіки.

Урахування природних здібностей при засвоєнні спеціальних знань і навичок надають можливість значно покращити якість освіти.

*Weaknesses.* Задача оцінки передбачає навчання окремої мережі Такаґи-Сугено-Канґа для кожної спеціальності, що потребує дуже великої кількості вхідних параметрів для навчання штучних нейронних мереж.

*Opportunities.* Напрямок подальших досліджень формування навчальної вибірки і навчання мережі Такаґи-Сугено-Канґа для оцінки професійних здібностей абітурієнтів Київського національного університету будівництва і архітектури. Інформаційною базою вибірки є «історія» результатів досягнень студентів, що навчаються за різними спеціальностями кожного з факультетів. Апробація системи в найближчому майбутньому планується на факультеті інженерних систем та екології та будівельному факультеті.

Модель інтелектуальної системи, що пропонується для впровадження, та алгоритм її навчання адаптовані до задачі оцінки професійних здібностей абітурієнтів. Відмінності полягають в базі нечітких правил. Це означає, що система здатна функціонувати в будь-якій системі освіти при умові, що база правил розроблена з урахуванням вимог до випускників і досвіду фахівців певної галузі.

*Threats.* Додаткові витрати закладу при впровадженні системи пов'язані з розробкою відповідного програмного забезпечення.

Існують різні тести спеціальних здібностей для відбору абітурієнтів, які відображають вимоги до спеціалістів певної галузі:

- «Тест академічних здібностей» (SAT);
- «Тестова батарея Програми тестування американських коледжів» (ACT);
- «Тест для вступників до юридичної школи» (LSAT);
- «Тест для вступників до медичного коледжу» (MCAT).

«Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт» містить довідникову інформацію про професійні категорії навчання та тести для визначення структури особистості, надає рекомендації щодо можливостей абітурієнта в наявних категоріях професій. І, таким чином, допомагає здійснити вибір профілю навчання з урахуванням структури особистості. Ця інформаційна система схвалена Міністерством освіти і науки України та не має альтернатив. До переваг системи слід віднести введення таких категорій, як ризик і природа, а також можливість аналізу результатів із урахуванням віку та статі особи, що проходить тестування.



Жоден з тестів не враховує вимоги до спеціалістів будівельної галузі та попит будівельних навчальних закладів, тому оцінка їх переваг в даній роботі не формалізована.

## 8. Висновки

1. Дослідження сучасних методів оцінки професійних здібностей особистості показали, що оцінка природних здібностей вимагає застосування засобів, в основу яких, окрім тестів досягнень і навичок, покладено інтелектуальні та психодіагностичні тести. Розробка подібних засобів пов'язана з обробкою нечіткої тестової інформації та виділенням природних здібностей із масиву даних, які відображають здібності, знання та навички, що набуті на етапі довузівської підготовки.

2. Дослідження існуючих засобів обробки нечіткої інформації виявили доцільність адаптації до розв'язання задачі оцінки професійних здібностей абітурієнтів нечіткої нейронної мережі Такаґи-Сугено-Канґа. Використання нечітких функцій на вході/виході системи надає можливість розділяти лінійно-нероздільні дані та класифікувати дуже велику кількість даних мережею меншої розмірності.

3. До впровадження в профорієнтаційну діяльність будівельних навчальних закладів запропоновано інтелектуальну систему оцінки професійних здібностей. Система складається з інтелектуальних підсистем, основним призначенням яких є підтримка рішення при виборі напрямку навчання. Базу знань кожної підсистеми пропонується формувати на основі рекомендацій інформаційної системи «Абітурієнт» з урахуванням результатів зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) та спеціального (вузівського) тестування.

## Література

1. SAT Program. URL: <http://www.collegeboard.com/student/testing/sat>
2. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.
3. Assessing the Reliability of Skills Measured by the SAT. Research Notes. Office of Research and Analysis / Ewing M. et. al. New York: The College Board, 2005.
4. Delaso Principles and Practice of Language Testing: Materials of training in the Principles and Practice of Language Testing. UK Ltd., 2006.
5. Toward a Script Theory of Guidance in Computer-Supported Collaborative Learning / Fischer F. et. al. // Educational Psychologist. 2013. Vol. 48, Issue 1. P. 56–66. doi: <http://doi.org/10.1080/00461520.2012.748005>
6. Анастази А., Урбина С. Психологическое тестирование. 7-е изд. СПб.: Питер, 2006. 688 с.
7. Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт». URL: <http://cleverdia.com/index.php?lang=uk>
8. Bassina E. Identification: reality or a theoretic construct? // Dynamische Psychiatrie. Dynamic Psychiatry. West Berlin, 1990. P. 31–48.
9. Coleman M. R. The Identification of Students Who Are Gifted. ERIC EC Digest No. E644. 2003. P. 4.
10. Identification. National Association for gifted children. URL: <http://www.nagc.org/resources-publications/gifted-education-practices/identification>

11. Shandruk S. K. Theoretical-methodological foundtions of organization of training-productive activity of students-psychologists // *Naukovyi ohliad*. 2015. Issue 7 (17). P. 134–144.
12. Zaitseva E. N., Levashenko V. G. Importance analysis by logical differential calculus // *Automation and Remote Control*. 2013. Vol. 74, Issue 2. P. 171–182. doi: <http://doi.org/10.1134/s000511791302001x>
13. Литвин В. В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 240 с.
14. Hybrid metaheuristics in combinatorial optimization: A survey / Blum C. et. al. // *Applied Soft Computing*. 2011. Vol. 11, Issue 6. P. 4135–4151. doi: <http://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.02.032>
15. Osowski S. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. Warszawa, 2000. 342 p.
16. A Sum-of-Squares Approach to Modeling and Control of Nonlinear Dynamical Systems With Polynomial Fuzzy Systems / Tanaka K. et. al. // *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 2009. Vol. 17, Issue 4. P. 911–922. doi: <http://doi.org/10.1109/TFUZZ.2008.924341>
17. Modeling an intelligent system for the estimation of technical state of construction structures / Terenchuk S. et. al. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3, Issue 2 (93). P. 47–53. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132587>