

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повна назва факультету)

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

на тему: _____

Виконав(ла): студент(ка) _____ курсу, групи _____
спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____
(повна назва факультету)

Кафедра _____
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) _____
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

Керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Розробка веб-додатку для аналізу нечітких когнітивних карт та моделювання невизначеності за допомогою методу Монте-Карло, мови програмування Python» написана Вітик Назарієм Михайловичем, студентом Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра програмної інженерії, група СП-41.

Відомості про обсяг: сторінок – 64, рисунків – 12, таблиць – 6, частин – 4, додатків – 2, посилань – 24, формул – 5.

Метою наукової роботи є створення та перевірка техніки та процедури побудови системи підтримки прийняття рішень, яка використовує когнітивне моделювання та нечіткі когнітивні карти. Ця система буде застосовуватися в різних сценаріях відбору претендентів. У центрі уваги цього дослідження – процес вибору найбільш підходящого кандидата на конкретну посаду.

У результаті роботи було створено рекомендації щодо автоматизації процесу відбору кандидатів на роботу з використанням методів когнітивного аналізу. Дослідження дало запропоновану зміну побудови нечітких когнітивних карт шляхом включення нечітких наборів, обчислювального алгоритму, керівництва з розробки програмного забезпечення та практичної демонстрації застосування методу у відборі кандидатів на певну роль.

Набір інструментів для розробки прикладного програмного забезпечення включає: мову програмування та метод Монте-Карло.

ABSTRACT

The bachelor's qualification thesis on the topic "Development of a web application for the analysis of fuzzy cognitive maps and uncertainty modeling using the Monte Carlo method, Python programming language" was written by Vityk Nazarii Mykhailovych, a student of the Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Faculty of Computer and Information Systems and software engineering, department of software engineering, group SP-41.

Volume information: pages – 64, figures – 12, tables – 6, parts – 4, appendices – 2, references – 24, formulas – 5.

The purpose of the research work is to create and verify a technique and procedure for building a decision support system that uses cognitive modeling and fuzzy cognitive maps. This system will be applied in various scenarios of applicant selection. The focus of this study is the process of selecting the most suitable candidate for a specific position. As a result of the work, recommendations were created for automating the process of selecting job candidates using cognitive analysis methods. The study provided a proposed modification to the construction of fuzzy cognitive maps by incorporating fuzzy sets, a computational algorithm, software development guidance, and a practical demonstration of the method's application in role selection.

A set of tools for developing application software includes: programming language and Monte Carlo method.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів , скорочень і термінів.....	8
ВСТУП.....	9
1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ.....	11
1.1 Модернізація процесу підбору персоналу: технології та методи	11
1.2 Системи підтримки прийняття рішень їх використання у прийнятті управлінських рішень.....	12
1.2 Використання методу Монте-Карло.....	14
2.ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	17
2.1 Застосування систем підтримки прийняття рішень	17
2.2 Використання когнітивних технологій для підтримки прийняття рішень у виборі кандидатів.....	18
2.3 Способи визначення ключових критеріїв для оцінки компетенцій працівників.....	20
3. ОПИС АЛГОРИТМУ МЕТОДУ.....	22
3.1 Аналіз складної ситуації та моделювання взаємодій факторів.....	22
3.2 Функціональне моделювання.....	25
3.3 Базова математична модель. Алгоритм математичної моделі.....	28
3.4 Опис та процес використання алгоритму методу.....	35
3.4 Вибір алгоритму нечіткого виведення.....	42
3.5 Тестування.....	43
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	48
4.1 Діяльність. Її види та розуміння в безпеці праці.....	48
4.2 Оцінка стану охорони праці на підприємстві.....	50

ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	55
ДОДАТКИ.....	58
ДОДАТОК А – Лістинг коду.....	59
ДОДАТОК Б – Диск із кваліфікаційною роботою.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ЛЗ – лінгвістична змінна

НKK – нечітка когнітивна карта

СППР – система підтримки прийняття рішень (англ. Decision Support System – DSS)

IDEF0 – методологія функціонального моделювання (англ., Icam DEFinition)

ВСТУП

Швидкість сучасного світу кожного дня кидає виклики щодо автоматизації процесів, які займають так багато одного із головних ресурсів – часу. Успішні компанії починаються із вдалого підбору персоналу, саме цей процес стоїть на сходинці переходу на новий рівень оперування. Завдання щодо пошуку та вибору персоналу виконують в основному фізичні особи, самн це потребує витрат часу та енергії. Враховуючи, що прийняття кандидатів являє собою довгий процес підбору, питання автоматизації зараз , як ніколи стало актуальним.

Отже, потреба в створенні автоматичного процесу етапу підбору кандидатів та дослідження нових методів покращення стали значним заходом, якому останніми роками приділялася велика увага. Включення нейронних мереж у процес відбору стало одним із найпопулярніших інструментів для вирішення різних типів завдань.

На етапі розгляду претендентів на роботу розглядається велика кількість інформації: резюме, супровідні листи, результати тестів, звіти та статистику. Це породжує пошук ефективних інструментів, які б систематизували збір та аналіз інформації.

Хоча, останніми роками програмне забезпечення та платформи набувають все більшого поширення, багато з них не перекривають бажані потреби щодо автоматизації етапу відбору, залишаючи відповідальність виключно в руках відділу кадрів. У результаті найсучасніші методи повинні пропонувати більше, ніж просто зручне зберігання даних.

Під час процесу відбору виникає проблема суб'єктивності оцінок, а також двозначності та відсутності структури в цих оцінках. Враховуючи, що методів для оцінювання заявників є багато, то це ще більше ускладнює аналіз і статистичну картину величезної кількості зібраної інформації. Обчислювальні можливості комп'ютерів пропонують вирішення цієї проблеми.

Мета цього дослідження - розробка та тестування автоматизованої системи підтримки прийняття рішень, яка дозволить підвищити ефективність і точність вибору кандидатів, які найуспішніше підійдуть на конкретні посади, використовуючи сучасні методи когнітивного аналізу і математичного моделювання.

Завдання полягає у створенні веб-додатку для спрощення процесу підбору кандидатів на посаду за допомогою автоматизації з використанням нечітких когнітивних карт .

Основна увага дослідження базується навколо розробки рекомендацій щодо автоматизації процесу підбору кандидатів на роботу з використанням методів когнітивного аналізу. У процесі дослідження використовуватимуться різні методології, такі як теорія систем, математичне моделювання, системний аналіз, теорія нечітких множин, теорія когнітивного та імітаційного моделювання, а також теорія графів.

У роботі представлено пропоновану можливість побудови нечітких когнітивних карт шляхом включення нечітких наборів, обчислювального алгоритму, керівництво з розробки програмного забезпечення та практичну демонстрацію застосування методу у відборі кандидатів на певну роль.

1 ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

1.1 Модернізація процесу підбору персоналу: технології та методи

Розглянута тема, яка стосується підбору на основі неавтоматизованих методів, несе значну проблему з точки зору людських і часових ресурсів, які необхідні для пошуку, обробки та аналізу величезних обсягів інформації що надходить. Завдяки можливості застосування нових підходів, які обслуговуватимуть слабко структуровані системи і використанні розширеної обчислювальної потужності сучасних комп'ютерів, оптимізація складних обчислень, обробка та аналіз даних дають можливість прогнозування подій у реальному часі. Потреба розробляти системи підтримки прийняття рішень, які базуються на нечітких когнітивних картах є нагальною, адже, ці системи не тільки забезпечують візуально зрозуміле зображення процесу, але й дадуть можливість проведення більш глибокого аналізу.

Аналіз практики підбору персоналу, що склалася в останній час дає зрозуміти, що автоматизація цього процесу все ще перебуває на етапі розробки та вимагає достатнього напрацювання та реалізації у практичному застосуванні [1].

Для початку, щоб чітко визначити напрямки роботи поставленої у меті необхідно ознайомитись із основними аспектами: дослідити методи прийняття рішень, якими зазвичай користуються HR-представники та керівники при виборі кандидата із списку претендентів; надати обґрунтування для використання нечітких когнітивних карт як системи підтримки прийняття рішень; деталізація основних підходів до оцінювання кандидатів за основними факторами компетенції; визначення алгоритму прийняття рішень щодо відбору кандидатів на вакантні посади; проведення ретельного аналізу результатів, отриманих цим методом; зробити глибокі висновки щодо застосування нечітких когнітивних карт, пропонувати практичні рекомендації щодо їх впровадження та визначити потенційні шляхи для майбутнього розвитку та використання.

У процесі підбору персоналу ретельно оцінюються професійні навички кандидатів, такі як їхній досвід, кваліфікація, знання та вміння, а також бажані психологічні якості. Щоб обрати найкращого кандидата, зазвичай окрім інформативного джерела даних для претендентів стоять певні завдання, які допомагають у практичному розумінні оцінити їхні особистісні переваги чи недоліки.

Досвід значно підвищує цінність кандидата, оскільки він дозволяє компанії скоротити час на навчання нового працівника, підвищити ефективність та забезпечити надійність виконання обов'язків.

1.2 Системи підтримки прийняття рішень їх використання у прийнятті управлінських рішень

Постійні виклики ускладнення існуючих процесів прийняття рішень, спонукали до впровадження систем підтримки прийняття рішень у різних сферах людської діяльності[2]. Дослідження процесу прийняття рішень постійно показували, що кількісні фактори самі по собі не охоплюють типових моделей мислення та прийняття рішень осіб, які займають владні посади. Експерти, будучи людьми, переважно займаються якісним мисленням, розглядаючи пошук рішень як пошук знайомих образів, а кількісні оцінки служать допоміжними засобами.

Прийняття управлінських рішень можна розглядати як вибір з багатьох можливостей - альтернатив. Наприклад підбір кандидатів на певну посаду, вибір їх за сформульованими вимогами. Таким чином, система підтримки прийняття рішень повинна допомагати менеджеру робити такий вибір. Процес прийняття рішень у системах зі слабкою структурою можна розглядати як інтелектуальне зусилля, що передбачає навички вирішення проблем і раціональний вибір варіантів рішення.

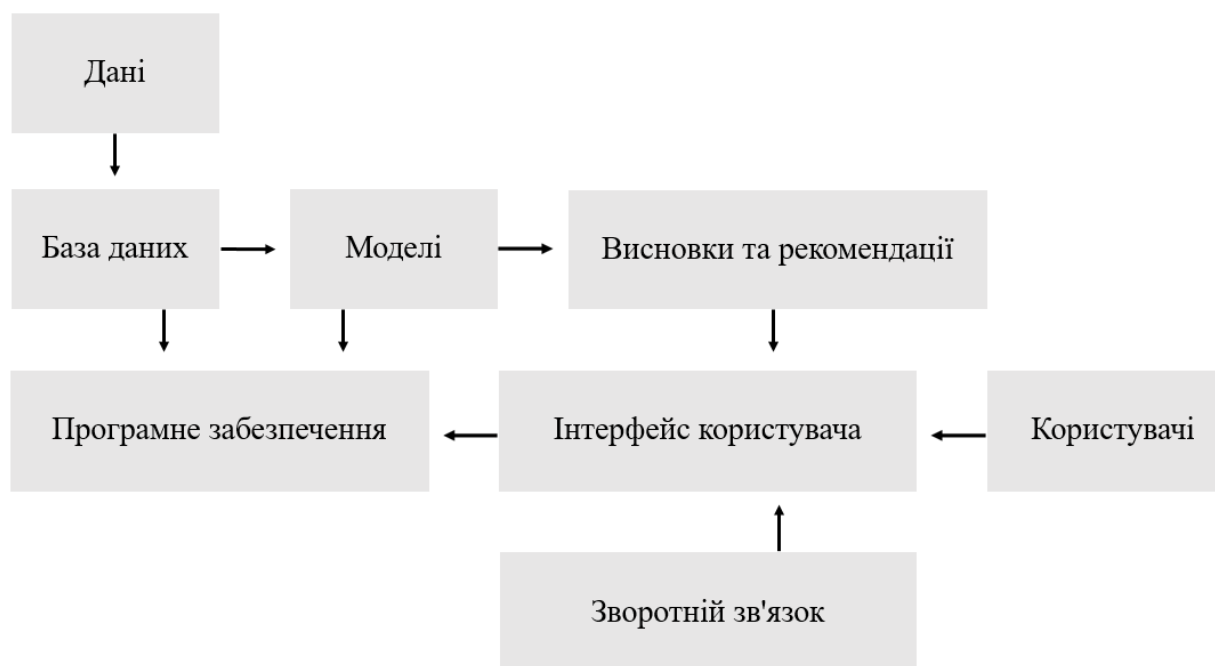
На практиці кількість альтернатив може бути великою, тому менеджер вручну не може ефективно і якісно проаналізувати наслідки прийняття всіх альтернатив. В

цій ситуації ефективною є система підтримки прийняття рішень, яка надає можливість за допомогою комп'ютера проаналізувати наслідки всіх альтернатив і змодельовати поведінку системи[3].

СППР відрізняються можливостями які дозволяють користувачам отримувати інформацію або знання з інформаційної системи яка була запрограмована і налаштована користувачем так, щоб урахувати потреби користувача і його підприємства, а також можливості розвитку подій за рахунок збору і оцінки даних[4].

Система підтримки прийняття рішень (СППР) – це інтерактивна комп'ютерна автоматизована система, створена для надання допомоги менеджерам у процесі прийняття рішень. Вона сприяє навігації складних завдань, включаючи як структуровані, так і неструктуровані ситуації. Основні характеристики СППР включають інтегрованість, доступність, гнучкість, надійність та інтелектуалізацію.

Таблиця 1.1 – Таблиця компонентів системи підтримки прийняття рішень



Опис таблиці:

- Дані надходять з різних джерел до Бази даних.

- База даних організовує та зберігає ці дані для подальшого використання.
- Моделі отримують дані з Баз даних для проведення аналізу.
- Висновки та рекомендації генеруються на основі моделей.
- Програмне забезпечення забезпечує обробку даних і реалізацію моделей.
- Інтерфейс користувача дозволяє користувачам взаємодіяти з системою.
- Користувачі отримують висновки та рекомендації через Інтерфейс користувача.
- Зворотний зв'язок від користувачів надходить до системи для її вдосконалення.

DSS — це інтерактивна комп'ютеризована система, призначена для допомоги та сприяння різноманітній людській діяльності шляхом сприяння прийняттю рішень щодо погано структурованих або неструктурованих проблем і генерування нових знань на основі наявної інформації.

DSPR, або система підтримки прийняття рішень, є інтерактивним інструментом, призначеним для допомоги користувачам у навігації складних процесів прийняття рішень, що включають слабко структуровані та неструктуровані завдання. Він забезпечує доступ до моделей і даних, допомагаючи в процесі прийняття рішень [5].

1.3 Використання методу Монте-Карло

Процес підбору персоналу часто супроводжується значною невизначеністю та складністю, особливо коли мова йде про оцінку різних компетенцій кандидатів і передбачення їхнього майбутнього внеску в компанію. Метод Монте-Карло використовується для моделювання невизначеності та ризиків у різних сферах, включаючи процес прийняття рішень. Цей метод дозволяє отримати оцінку

ймовірностей різних результатів шляхом проведення численних симуляцій з випадковими змінними[6]. Нижче наведено етапи використання методу Монте-Карло у процесі вибору кандидата на посаду.

Основні етапи застосування методу Монте-Карло у процесі вибору кандидата зображені у таблиці:

Таблиця 1.2 – Основні етапи застосування методу Монте-Карло



Для кожної випадкової змінної необхідно визначити розподіл ймовірностей. Це можна зробити на основі історичних даних або експертних оцінок. Наприклад, якщо компанія має дані про продуктивність попередніх працівників, ці дані можуть бути використані для визначення прогнозованого розподілу продуктивності нових кандидатів.

Після визначення моделі та розподілу ймовірностей можна проводити симуляції. Для цього використовується генератор випадкових чисел, який моделює різні сценарії розвитку подій. Наприклад, можна провести 10,000 симуляцій, кожна з яких враховує різні можливі значення випадкових змінних.

Отримані результати симуляцій аналізуються для визначення ймовірностей успішності кожного кандидата. Наприклад, можна оцінити ймовірність того, що кандидат досягне певного рівня продуктивності протягом першого року роботи. На

основі цих ймовірнісних оцінок можна приймати більш обґрунтовані рішення щодо вибору кандидата[6].

Щодо переваг цього методу: метод Монте-Карло дозволяє приймати рішення на основі ймовірнісних оцінок, що зменшує ризик суб'єктивних помилок; дозволяє враховувати велику кількість факторів та їх взаємодію, що є важливим у процесі підбору персоналу; допомагає оцінювати ризики, пов'язані з вибором кандидата, що дозволяє краще підготуватися до можливих проблем.

Метод Монте-Карло є ефективним інструментом для підтримки прийняття рішень у процесі підбору персоналу. Завдяки можливості моделювати різні сценарії та оцінювати ймовірності їх настання, цей метод дозволяє керівникам приймати більш обґрунтовані рішення, мінімізувати ризики та оптимізувати стратегії підбору кандидатів. Незважаючи на певні обмеження, метод Монте-Карло значно підвищує ефективність та якість прийняття рішень у сфері управління персоналом.

2. ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

2.1 Застосування систем підтримки прийняття рішень

Постійні зусилля щодо підвищення ефективності процесів прийняття рішень призвели до нагальної проблеми впровадження систем підтримки прийняття рішень у різноманітних галузях. Сучасні дослідження в цій сфері показали, що виключно кількісні фактори не можуть повністю охопити всі аспекти когнітивних процесів та тенденцій, які властиві особам. У процесі прийняття рішень експерти, будучи людьми, переважно використовують якісне мислення та інтуїтивно вибудовують закономірності, тоді як кількісні оцінки виступають лише допоміжним інструментом. Загалом, системи підтримки прийняття рішень повинні враховувати ці складності та не обмежуватися лише кількісними оцінками. Якісні аспекти, такі як експертні знання, інтуїція та досвід, мають бути інтегровані в процес прийняття рішень. Це дозволить створити більш ефективні та адекватні моделі, які краще відображають реальну поведінку та мислення осіб, що приймають рішення.

Застосовуючи слабоструктуровані системи, процес прийняття рішень вимагає інтелектуального залучення, вмінь розв'язати проблеми та раціонального вибору альтернатив. Це завдання представляється роботою окремих осіб або групою їх, які враховують як суб'єктивні якісні, так і об'єктивні кількісні фактори, а також величезну кількість даних, що потребує автоматизованої обробки. Саме тому в подібних ситуаціях використовуються системи підтримки прийняття рішень. Через постійне зростання обсягів виробництва та даних невпинно, ці системи стають дедалі складнішими, пропонуючи розширену функціональність та відкриваючи нові можливості для аналізу[7].

Отже, збільшення кількості та складності робочих процесів призвело до питання, чи може одна людина приймати усі рішення. У такому разі системи підтримки прийняття рішень (СППР) привернули значну увагу.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) є інтерактивною системою, яка

забезпечує користувачу доступ до моделей і даних для того, щоб підтримати складний процес прийняття рішень стосовно слабо структурованих і неструктурованих завдань[8].

2.2 Використання когнітивних технологій для підтримки прийняття рішень у виборі кандидатів

Когнітивні технології представляють собою сучасний напрямок розвитку штучного інтелекту, спрямований на моделювання та імітацію людського мислення. Однією з ключових галузей застосування когнітивних технологій є підтримка прийняття рішень. Вони дозволяють автоматизувати і покращити процеси аналізу даних, надаючи бізнес-аналітикам та менеджерам нові можливості для оперативного і обґрунтованого прийняття стратегічних та тактичних рішень.

Нижче наведена таблиця, що демонструє процес використання когнітивних технологій у виборі кандидата на посаду:

Таблиця 2.1 – Процес використання когнітивних технологій

Етап	Опис дії	Приклад
Визначення ключових факторів	Ідентифікація важливих критеріїв для вибору кандидата.	Професійні навички, досвід роботи, особисті якості, мотивація.
Створення когнітивної карти	Побудова карти з вузлів (факторів) та стрілок (зв'язків).	Вузол "Досвід роботи" з'єднаний зі стрілкою до "Професійні навички".
Аналіз взаємозв'язків	Визначення сили впливу одного фактора на інший.	Стрілка між "Досвід роботи" та "Професійні навички" має вагу 0.8.
Оцінка кандидатів	Оцінка значень факторів для кожного кандидата.	Кандидат А: Досвід роботи = 5 років, Професійні навички = 7/10.
Прийняття рішення	Розрахунок загального показника відповідності для кожного кандидата.	Кандидат А: Загальний показник = $0.8 * 5 + 0.7 * 7 = 8.1$.
Візуалізація результатів	Представлення карти для легшого розуміння та аналізу.	Графічна карта з вузлами і стрілками для порівняння кандидатів.

Перший крок полягає в ідентифікації важливих критеріїв, які будуть використовуватися для прийняття рішення. Це можуть бути професійні навички, досвід роботи, особисті якості, мотивація тощо. Важливо зібрати якомога більше інформації, щоб врахувати всі важливі аспекти.

Наступним кроком є створення когнітивної карти, яка відображає відношення між різними факторами. Кожен фактор представлений як вузол, а взаємозв'язки між ними — як стрілки. Це допомагає візуально зрозуміти, як один фактор впливає на інші.

Далі важливо визначити силу впливу одного фактора на інший. Це робиться шляхом призначення ваги кожному зв'язку. Наприклад, зв'язок між "Досвідом роботи" та "Професійними навичками" може мати вагу 0.8, що означає, що досвід роботи сильно впливає на професійні навички.

Після визначення взаємозв'язків та їх ваги, необхідно оцінити значення кожного фактора для кожного кандидата або варіанта рішення. Наприклад, кандидат А може мати 5 років досвіду роботи та оцінку 7/10 за професійні навички.

На наступному етапі проводиться розрахунок загального показника відповідності для кожного кандидата або варіанта рішення. Це робиться шляхом множення значень факторів на ваги їх зв'язків та підсумовування отриманих результатів.

Останнім кроком є візуалізація результатів. Це допомагає візуально порівняти різні варіанти та зрозуміти, який з них є найкращим. Візуалізація може включати графічні карти з вузлами та стрілками, що показують взаємозв'язки та ваги[9].

Когнітивні карти є потужним інструментом для прийняття рішень в умовах невизначеності та складності. Вони дозволяють структурувати та візуалізувати взаємозв'язки між різними факторами, що допомагає приймати більш обґрунтовані та ефективні рішення.

Основним елементом когнітивного моделювання є когнітивна карта, яка відображає суб'єктивні уявлення експертів щодо досліджуваної проблеми або ситуації, пов'язаної з функціонуванням та розвитком слабо структурованих структур. Для побудовання такої карти основою є виділення базових і керуючих факторів, що впливають із області дослідження. Цільові фактори – це найбільш

важливі фактори, значення яких впливають на розвиток прогресу для дослідника [10].

Використання елементів когнітивного моделювання управлінських рішень під впливом ризиків веде до низки позитивних результатів. По-перше, когнітивне моделювання дозволяє перейти від звичайного фіксування явищ та процесів до опрацювання взаємозв'язків таких явищ та аналізу закономірностей. По-друге, суб'єкт державного управління вперше має у своєму арсеналі методологію відстеження динаміки прогнозів власних управлінських рішень. По-третє, когнітивне моделювання дозволяє використовувати міждисциплінарний підхід, тобто залучати інформаційні данні суміжних областей знань. По-четверте, когнітивне моделювання сприяє скороченню часових проміжків прийняття рішень з мінімальними ризиками. П'ятою перевагою практичного використання когнітивного підходу до проблеми моделювання управлінських процесів з урахування ризиків є можливість повної автоматизації даного процесу. Крім того, когнітивне моделювання робить управлінський процес більш зрозумілим і доступним для більшої кількості людей. А отже, розширюються можливості для ефективного делегування окремих повноважень управлінського характеру.

2.3 Способи визначення ключових критеріїв для оцінки компетенцій працівників

При оцінюванні кандидатів для визначення ключових критеріїв враховуються їхні компетенції. Важливо розуміти, що пріоритети різних компаній можуть суттєво відрізнятися. Людина, яка ідеально підходить для однієї компанії, може не відповідати вимогам іншої. Деякі менеджери шукають співробітників, здатних швидко досягти результатів, тоді як інші готові вкладати час у навчання новачків без попереднього досвіду. З огляду на різноманітність потреб і обставин, кожне завдання вимагає або адаптації наявних методів, або розробки інноваційних підходів.

Оцінка компетенцій працівників, які переводяться в штат, може бути здійснена відповідно до постанов Кабінету Міністрів України. Проте, кваліфікаційні рамки пропонують дещо розмиті описи щодо розвитку навичок. Тому багато компаній вирішують створювати власні карти компетенцій, які ретельно розробляються та фіксуються відділом кадрів. Ці карти можуть змінюватися за необхідності, адаптуючись до нових вимог[12].

Щоб скласти вичерпний перелік необхідних навичок, слід враховувати специфіку кожної ситуації, включаючи особливості організації, її процеси, а також зовнішні та внутрішні фактори.

Ці фактори визначатимуть, як список буде оновлюватися, змінюватися, розвиватися та адаптуватися. Для точної оцінки компетенцій співробітників важливо використовувати методи, налаштовані та адаптовані до вимог галузі. Тому програмне забезпечення має бути гнучким, дозволяючи клієнтам встановлювати власні критерії без обмеження конкретними методами оцінки кваліфікації. Це забезпечує організаціям більшу гнучкість у процесі відбору персоналу.

Корисним підходом до визначення критеріїв є створення профілю ідеального працівника, що дозволяє ідентифікувати якості, які сприяють оптимальній продуктивності та результатам на робочому місці.

3. ОПИС АЛГОРИТМУ МЕТОДУ

3.1 Аналіз складної ситуації та моделювання взаємодій факторів

Процес аналізу складної ситуації, такої як вибір найбільш підходящого кандидата, можна розділити на кілька етапів. Почати слід із формулювання основного завдання та цілей, чітко сформулювати потреби та визначити, на які аспекти слід звернути увагу. Варто розуміти що вирішення завдань штучним інтелектом не знімає відповідальності за їх виконання з фізичних осіб.

Другий етап процесу аналізу є комплексним і вимагає всебічного підходу до вивчення соціально-економічних процесів та умов, що впливають на досягнення мети. Тільки ретельний і детальний аналіз може забезпечити повноту інформації, необхідну для прийняття обґрунтованих рішень та успішного досягнення поставлених цілей.

Після цього необхідно проаналізувати отримані дані, зібравши як кількісні, так і якісні дані. Процес відбору включає використання загальноприйнятих підходів та методів оцінки потенційних кандидатів, перегляд резюме, співбесіди та за потреби прохідне тестування. Варто зазначити, що кожна компанія висуває свої спеціалізовані інструменти, які вона вважає за краще використовувати для процедур відбору.

На четвертому етапі визначаються найбільш вагомі фактори, які впливають на ситуацію. Наприклад, при визначенні найкращих кандидатів великий вплив мають експерти, які проводять професійні співбесіди та оцінюють такі навички спілкування, як управління часом, командна робота, стресостійкість і лідерські якості.

Далі час побудувати когнітивну модель, яка представляє графічно, запити, що розглядаються. Подібно до когнітивної карти, ця модель зображена у вигляді графіка, де кожен зв'язок представляє функціональний зв'язок між відповідними елементами. У підсумку, когнітивну модель ситуації можна візуалізувати у вигляді функціонального графа.

При створенні вакансії роботодавці та менеджери мають відштовхуватися від факторів, що задовільняють їхні потреби. До цих факторів входить резюме, у якому викладена інформація про необхідні знання та навички кандидата. Більшість компаній також вимагають наявності освіти за спеціальністю, варто зауважити що досвід на ідентичній посаді буде вагомим фактором.

Репутація претендента має бути задовільною, також важливо враховувати відгуки з попередніх місць роботи. Під час проведення співбесіди можна визначити комунікативні навички та розпізнати риси характеру.

Також враховуються інші фактори, які впливають на цільові вимоги. Якщо ці фактори мають значний вплив на ситуацію, вони будуть включені в модель.

За допомогою факторів категоризації можна формувати блоки. Фактори, об'єднуються в єдиний блок за відношенням до конкретного аспекту завдання і встановлюють зв'язки всередині цього аспекту. В залежності від поставленого завдання та кількості залучених суб'єктів, склад цих блоків може змінюватися.

Базові показники можливо впорядкувати в ієрархії їхнього впливу, а зміна тих, що розташовані вгорі, може повністю змінити загальне представлення, яке створюється. Також можливо додати фактори, які забезпечуть більш розгорнуту характеристику тенденцій і процесів у даній області. Потрібно уникати перенавантаження когнітивних здібностей, оскільки наслідком цього може стати втрата чіткості та поява непередбачуваного рівня складності в системі. Важливо розуміти, що ці методи не застосовуються однаково, а радше пристосовані до конкретних обставин і наявних ресурсів.

Наступний важливий етап у створенні когнітивної карти та моделюванні процесу полягає у виявленні взаємозв'язків та асоціацій між різними факторами та їх групами. Цей крок дає змогу визначити основні напрями впливу між факторами в межах однієї групи, а також вплив факторів з різних груп один на одного. Впливи можуть бути як позитивними, так і негативними, а їх інтенсивність може змінюватися. Це дозволяє створити точнішу та детальнішу модель, що враховує всі можливі взаємодії та їхні наслідки. Аналіз таких взаємозв'язків допомагає виявити

критичні точки системи і оптимізувати процеси, визначаючи найбільш впливові фактори та керуючи ними.

Встановлення прямих зв'язків між факторами всередині блоку є складним завданням, яке вимагає залучення досвідчених професіоналів та обізнаних експертів у сфері розробки та конкретного проекту. Перш за все, увага приділяється визначенню спрямованого впливу факторів один на одного, що відображається стрілками на графіку, звідси і назва «орієнтований». Крім того, аналіз враховує оцінку взаємного впливу між факторами, що приводить до створення двосторонньо орієнтованого графіка. Для кращого розуміння асоціацій можна використати оцінку впливу та взаємного впливу кластерів факторів з якісними атрибутами (від слабких до сильних), вираженими через лінгвістичні змінні[13].

3.2 Функціональне моделювання

Для встановлення функціональної моделі доцільно використовувати методологію IDEF0 (SADT). Завдяки їй, з'являється можливість для побудови всебічного зображення системи, а також, її зовнішнього оточення. Все це в свою чергу визначає її кінцеві вимоги. В основі IDEF0 покладено набір діаграм, котрі взаємопов'язані та ієрархічно впорядковані. Вони спрощують створення детального опису системи та дослідження її зовнішнього середовища [14]. Отже, за допомогою цієї методології можливо будувати та аналізувати систему для усвідомлення її реалізації. Визначаючи відповідність претендента на посаду Java Junior Developer, створено контекстну діаграму та необхідні діаграми декомпозиції.

Основне призначення контекстної діаграми – ілюстрація основних завдань системи та взаємозв'язок з середовищем, яке її оточує. Кожній моделі відповідає лише одна діаграма контексту.

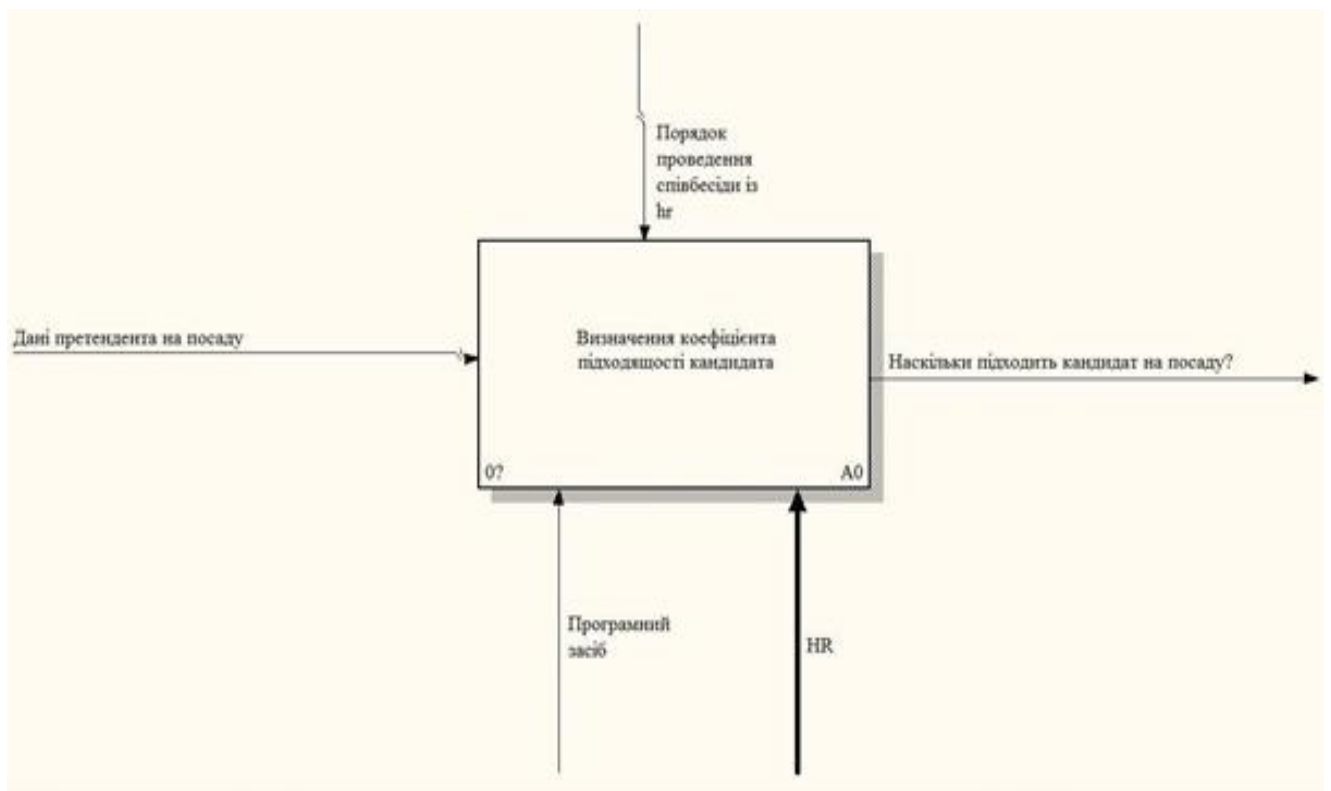


Рисунок 3.1 – Діаграма процедури вибору кандидата.

Описавши основну функцію, виконано функціональну декомпозицію, котра полягає у визначенні функцій, котрі будують основну.

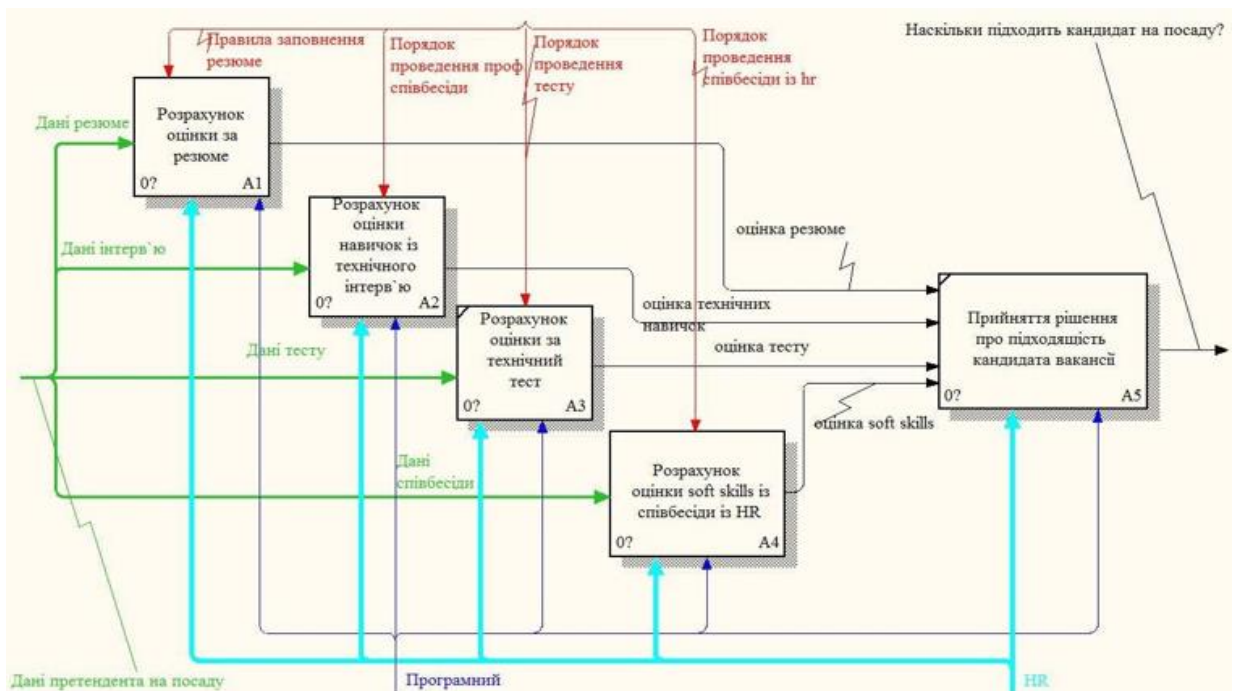


Рисунок 3.2 – Діаграма розбиття контекстної діаграми на складові частини

На третьому етапі когнітивного аналізу відбувається розділення основних компонентів на окремі діаграми. Основне завдання цього етапу – детально та чітко розібрати та зрозуміти систему, що аналізують. Кожна декомпозиція закінчується ретельною перевіркою, яка допомагає визначити чи відповідають фактичні процеси діаграмам створеним при декомпозиції. Під час виявлення розбіжностей, їх усувають.

Наступний етап полягає в тому, що керівники проектів та відповідні експерти аналізують, добирають фактори, котрі визначають проблемну ситуацію. Після цього відбувається процес розподілу у межах базових блоків моделі, який полягає у розподілі факторів через їх вплив один на одного. Для досягнення цілісної сукупності необхідна комбінація контрольних, проміжних та вихідних факторів.

3.3 Алгоритм базової математичної моделі

Як вже було зазначено, система будується з різноманітних пов'язаних між собою підсистем, які піддаються впливу зовнішнього середовища. За схожим принципом можна побудувати і математичну модель, використовуючи для цього різні типи математичних моделей для підсистем. Для зв'язку компонентів системи використовують вагові коефіцієнти. Розробляючи програмне забезпечення, яке допоможе оцінити відповідність кандидата посаді, використовується спільна модель як для системи, так і для підсистем. Це пов'язано з тим, що в усіх блоках алгоритм залишається узгодженим, тільки з варіаціями у вагах посилення та лінгвістичних змінних.

Під час вибору кандидата на посаду, важливим кроком є встановлення системи когнітивної допомоги. Це необхідно для визначення придатності та рівня придатності кандидата.

Нечітку когнітивну карту можна визначити графічним поданням $FCM=(K,W)$:

FCM – являє собою фактичну нечітку карту;

K – належить до набору концепції карти;

$W = w_{ij}$, представляє матрицю суміжності, що демонструє взаємоплив понять.

Існує лише одне значення w_{ij} у інтервалі від -1 до 1. Маніпулювання неточними суб'єктивними вхідними даними завдяки точним методам, які дають змогу генерувати нечітку вихідну інформацію, можливе завдяки нечіткій казуальній алгебрі, яка для моделювання використовує нечіткі когнітивні карти.

Фактори, подані у NCC (рисунок 3.3), можна визначити наступним чином: цільові або первинні концепції, які мають провідне значення у розв'язанні завдань і для яких важливе чітке визначення у термінах суб'єктивних концепцій. Наприклад, відповідність кандидата посаді через тестування – “Підходить”/ “Не підходить”.

Концепцію можна класифікувати як “слабо придатну” або “помірно придатну”. Для визначення цінності концепції, особливо щодо її цілі, велику роль

відіграють фактори управління. До таких факторів належать навички та знання та їх підтвердження. Важливо зазначити, що існують вхідні концепції, вплив на які мають зовнішні фактори, які не враховані в моделі. Прикладом такої концепції є оцінка креативності та здібностей до креативного мислення.

На значення проміжних факторів впливають коливання інших факторів, а ці фактори, в свою чергу, впливають на контрольні фактори. Наприклад, зовнішнім фактором є темперамент, який має вплив на проміжний фактор конфлікту, котрий, в свою чергу, впливає на “Оцінку командної роботи” (контрольний фактор). Отже, для встановлення нелінійних зв’язків між вхідними та вихідними змінними потрібна система нечіткого логічного висновку.

На значення проміжних факторів впливають коливання інших факторів, а ці фактори, в свою чергу, впливають на контрольні фактори. Наприклад, зовнішнім фактором є темперамент, який має вплив на проміжний фактор конфлікту, котрий, в свою чергу, впливає на “Оцінку командної роботи” (контрольний фактор). Отже, для встановлення нелінійних зв’язків між вхідними та вихідними змінними потрібна система нечіткого логічного висновку.

За допомогою теорії нечітких множин можна записати значення лінгвістичних змінних або кількісних даних, які служать вхідними поняттями. База правил, яка використовує значення лінгвістичних змінних, допомагає встановлювати проміжні, контрольні та цільові поняття. До основних компонентів лінгвістичної змінної належать $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$:

β – назва лінгвістичної змінної;

T – розташування термів позначається множиною;

X – всесвіт нечітких змінних;

G – синтаксична процедура, що використовується нових термінів;

M – семантична процедура, яка створює нечіткі множини для кожного терміну даної лінгвістичної змінної та заставляє їх із нечіткою підмножиною множини X .

Значення ваг призначаються в діапазоні $[-1;1]$. Якщо значення позитивне – причинно-наслідковий зв'язок між двома факторами позитивний; від'ємне значення

позначає негативний зв'язок. При нульовому значенні зв'язки між розглянутими факторами відсутні. За допомогою даного методу з'являється можливість подати структуру системи через машини. Ця нечітка множина характеризується функцією належності. Для призначення функцій належності, включаючи трапецієподібну, трикутну та функцію Гауса, використовують різноманітні форми кривих.

У математичному вигляді проблему можна подати як нечітку когнітивну карту для основної проблеми та і для підпроблеми, що визначається кортежем, який включає фактори $\{N, E, F\}$. $N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ – це набір основних концептів, що служать вузлами графа.

Для встановлення зв'язку між значенням e_{ij} і парою понять (N_i, N_j) використовується функція E , яка позначається як $(N_i, N_j) \rightarrow e_{ij}$. Цією функцією позначається вага, представлена e_{ij} , яка спрямована до краю N_j при умові, коли i не дорівнює j . При умові, коли i дорівнює j , e_{ij} дорівнює 0. Тобто, $E(N \cdot N) = (\text{знак } e_{ij}) e_{ij}$ – це зв'язок між поняттями, в якому знак e_{ij} позначає позитивний чи негативний вплив ваги. Так як концепція не може впливати на себе, то ваги на головній діагоналі матриці завжди повинні бути встановлені на нулі.

За допомогою функції F відображається поняття N_i на поняття N_j , що забезпечує обчислення останнього на основі значення першого.

Подати систему можна за допомогою кортежу $SM = \{\{G\{N, E, F\}\}$, де за допомогою $\{G\{N, E, F\}\}$ позначаються функціональні графи діаграми декомпозиції системи, яка містить поняття вершини, ваги та значущість зв'язків. Для позначення експертів, які визначають суб'єктивну оцінку вхідних концепцій перед обчисленнями, позначають за допомогою $\{Exp\}$. А програмний продукт, що використовується для реалізації рішень – PROG.

NCC створюється для виконання завдання відбору кандидатів. Опісля визначаються відповідні методи для його аналізу. Доцільно використовувати статичний, а не динамічний аналіз, оскільки на нечіткій карті фактори залишаються постійними.

У вигляді матриці можна зобразити функціональний графік у сфері статичного аналізу. Для ілюстрації когнітивної карти відбору кандидатів можна

використати матриці сумісності, котрий допомагає відобразити причинно-наслідкові зв'язки.

Для відображення нечіткої логіки використовується правило “ЯКЩО... Є... І... Є... ТО... Є...”. Логічне з'єднання “АБО” зазвичай ускладнює правила, тому його прийнято уникати, водночас з'єднання “І” прийнято використовувати. Стан вхідних понять та структура матриці причинно-наслідкових зв'язків впливають на поведінку нечіткої когнітивної карти.

Точне та об'єктивне розуміння, а не суб'єктивні та незліченні концепції, забезпечують точність інформації, що надходить до системи. За допомогою ширини гранул, котра в залежності від кількості гранул, які використовує окрема особа, змінюється, можна визначити рівень гранулювання в інформації. Для ідеального узгодження інформації з даними, необхідно зменшувати ступінь гранулювання. Це дозволить математичним методам ефективно співпрацювати з інформацією. В цьому полягає основне завдання експерта, при встановленні основних правил.

Для регулювання взаємодії ідей поміж різноманітними концепціями доцільно спеціалістам визначити загальну основу керівних принципів.

Під час розгляду шляхів, які допомагають поєднати поняття, відбувається спрощення графічного подання значень системи. Сукупність непрямих ефектів впливу однієї концепції на іншу визначає кумулятивний вплив. Тобто, якщо при поєднанні двох концепцій є тільки єдиний шлях, то загальний вплив першої концепції на другу визначається непрямим ефектом між ними.

Прослідковується чіткий зв'язок між математичними операціями множення та додавання дійсних чисел, а також визначенням загального впливу. Теорія впливу подібних ефектів визначає, що непарна кількість негативних причинних дуг визначає негативний непрямий вплив шляху між двома поняттями. Якщо кількість негативних причинно-наслідкових дуг парна, то ефект буде позитивним. Якщо всі непрямі ефекти впливу позитивні або негативні, тоді можна визначити загальний ефект впливу, в іншому випадку результат буде невизначеним. Саме тому в даних рамках можна спостерігати невизначеність.

Для усунення даної невизначеності доцільно використовувати ваги. При позитивному чи негативному значенні причинно-наслідкових дуг ваги w_{ij} , за допомогою множення відповідних ваги, можна визначити непрямий вплив впливу. При цьому через підсумовування добутків усіх шляхів, які поєднують дві концепції, що розглядаються, можна обчислити загальний ефект. Таким чином можна виключити невизначеність між усіма поняттями та оцінити їх взаємний вплив. Для визначення мінімальної операції у нечіткій когнітивній алгебрі використовують множення, для максимальної – суму.

Для визначення цільового, контрольного та проміжного критеріїв взято метод використання алгоритму визначення нечіткої логіки. В основу цього алгоритму покладено можливість виокремити найсильнішу ланку в мережі посеред найслабших.

Незалежно від того, який алгоритм обрано (Mamdani, Tsukamoto або Larsen) буде визначено порядок кроків розрахунку. Дані етапи класифікуються як газифікація, агрегація, активація та накопичення.

Процес дефазифікації забезпечує надання кожному наступному етапі на вихід значень, які були отримані на попередньому етапі.

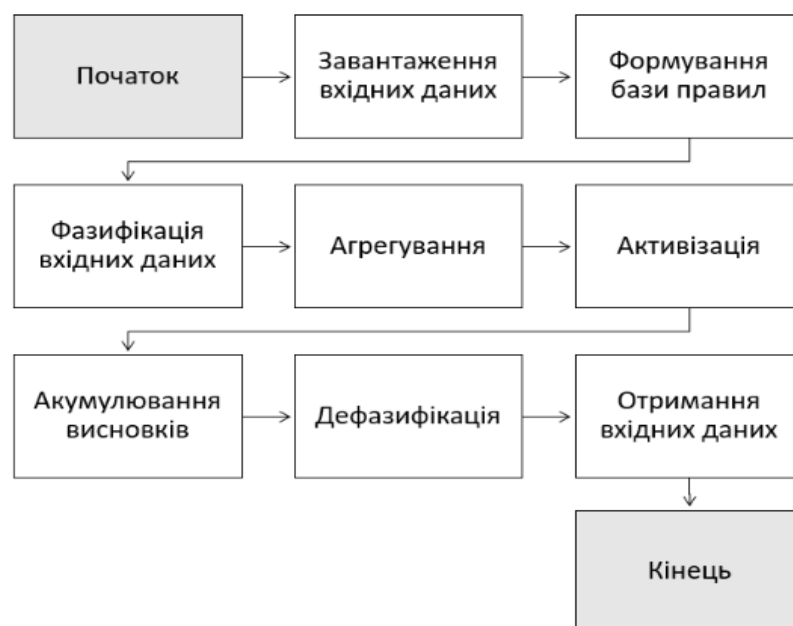


Рисунок 3.4 – Процедура отримання нечіткого висновку

Першим етапом є фазифікація. Вона визначає процес, який за допомогою функції приналежності, визначає їх ступінь належності до кожного терму лінгвістичної змінної. Значення параметрів на вході формують за допомогою фазифікатора на виході нечіткі множини (кожен вхідний числовий вектор містить свою нечітку множину).

На другому етапі відбувається процес визначення істинності лінгвістичного правила за допомогою часткових висновків – агрегація. Даний процес реалізується методом мінімуму.

Наступні етапи активація та акумуляція реалізують визначення загального ступеня відповідності вихідного сигналу для окремого лінгвістичного терму. Також відбувається формування результуючої функції належності, що визначає вихідне значення системи для поточних значень входів.

На етапі дефазифікації в системах нечіткого висновку відбувається знаходження значень для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини. В основу дефазифікації покладено отримання звичайного кількісного значення кожної з вихідних змінних за допомогою результатів акумуляції всіх вихідних лінгвістичних змінних. Даний етап в нашій системі не обов'язковий. Оскільки не чітку відповідь, яку ми отримаємо в ході даного етапу, можна співставити з суб'єктивними висновками про те чи відповідає претендент посаді, під час відбору менеджерів.

Доцільно проаналізувати критерії побудованої когнітивної карти, для того, щоб зробити її більш наочною, виокремивши лише ті критерії, що мають найбільше значення та впливають на цільові фактори.

Для визначення складності карти можна розрахувати її щільність D (ступінь зв'язності):

$$D = \frac{c}{N(N-1)} \quad (3.1)$$

- D – коефіцієнт для позначення ступеня зв'язності карти;
- C – загальне число зв'язків в когнітивній карті;
- N – загальне число критеріїв в когнітивній карті.

Якщо щільність карти висока, тоді кількість причинних зв'язків між змінними велика. А чим більше таких зв'язків, тим складніша карта, оскільки існує більше можливостей для зміни ситуації.

Під час когнітивного аналізу відбувається визначення консонансу, дисонансу, а також позитивного та негативного впливу концептів між собою та в цілому на систему.

Нижче подано показник, що називається консонансом:

$$C = \frac{|a+b|}{|a|+|b|} \quad (3.2)$$

- (a,b) – пара зв'язків у когнітивній матриці;
- показник, що називається впливом, подано нижче

$$p = \text{sign}(a + b) \max(|a|, |b|), \quad a \neq -b \quad (3.3)$$

Дисонанс визначається відносно консонансу: $d = 1 - C$.

Тобто консонансу визначається як функція як позитивного так і негативного впливу концепту на концепт. Максимум позитивного чи негативного впливу визначає показник впливу. Думка про знак впливу буде переконливішою, якщо консонансу буде вищий.

3.4 Опис та процес використання алгоритму методу

Спочатку необхідно чітко визначити конкретну посаду і фахівця, якого шукають. Професіонали повинні зосередитися на основних навичках і кваліфікаціях, які потрібні для цієї вакансії, створюючи основний психологічний профіль. Для цього можна використовувати урядову структуру повноважень як орієнтир. Головне завдання – не обмежити підходи, а надати гнучкість і звільнити від методологій.

Для продовження керівники відділу кадрів мають дійти згоди щодо кількості та вибору методів оцінки ключових компетенцій. Критерії для визначення найбільш відповідного кандидата повинні бути встановлені менеджерами з персоналу для кожного виду діяльності. Це можна зробити, звернувшись до карти компетенцій компанії, якщо вона є, або використовуючи стандартні методи оцінки, які застосовує відділ кадрів, наприклад, здатність приймати рішення.

Претендент повинен мати такі якості, як вміння вирішувати проблеми, креативність та уважність.

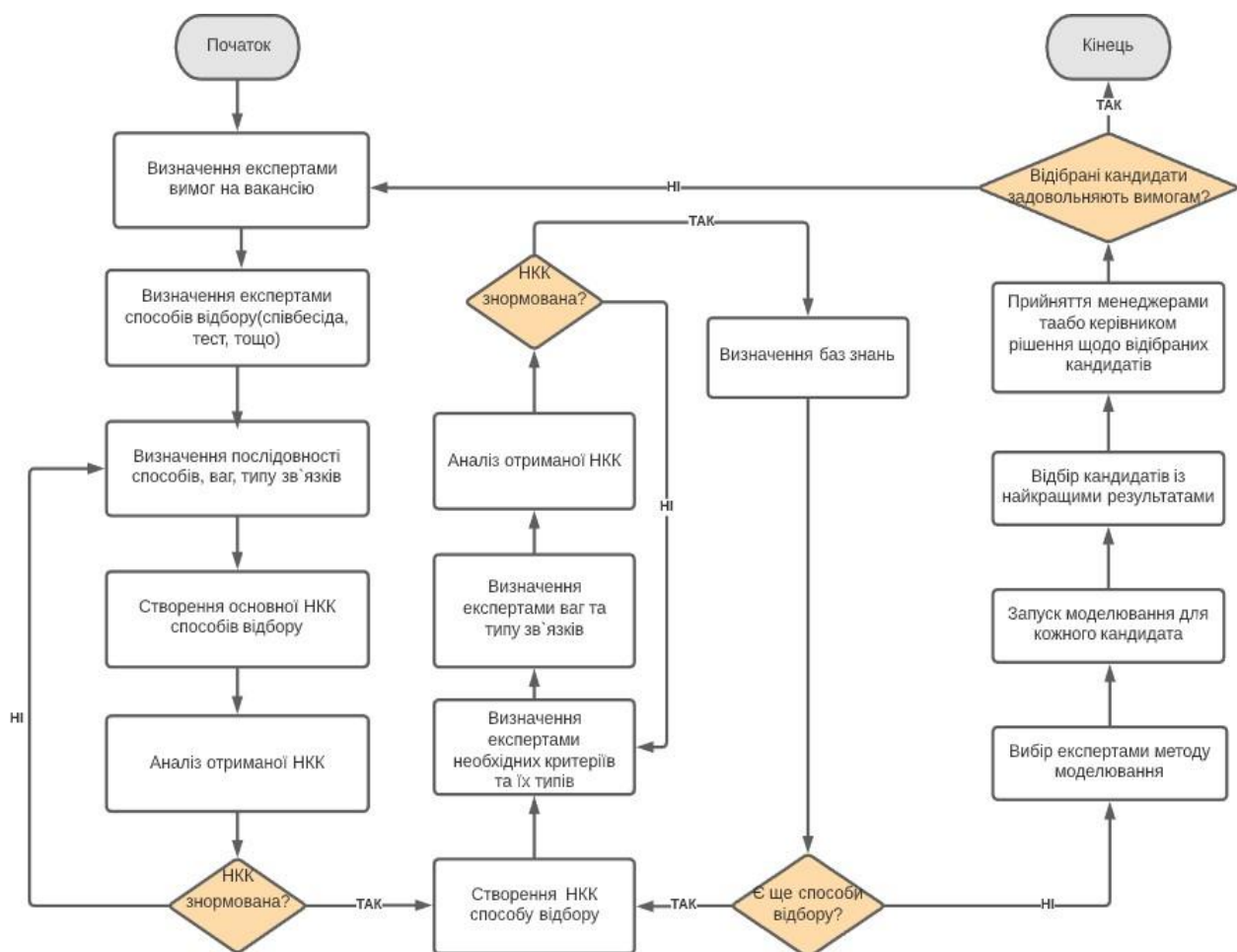


Рисунок 3.5 – Блок-схема НКК для відбору персоналу

Щоб впорядкувати процес визначення зв'язків і ваг критеріїв, варто поділити їх на контрольні, цільові, проміжні та вхідні фактори. Зазначимо, що кількість цільових і контрольних факторів не повинна перевищувати 5-7, щоб забезпечити ефективність аналізу критеріїв. Проміжних і вхідних факторів може бути більше,

оскільки під час співбесід рекрутери оцінюють різноманітні аспекти, такі як вербальні відповіді та невербальні сигнали, які дозволяють зрозуміти рівень щирості кандидата.

Детальний аналіз критеріїв допоможе внести корективи, що сприятимуть створенню більш точної когнітивної карти, забираючи зайві фактори.

На процес ухвалення рішень суттєво впливають фактори з великою вагою. На цьому етапі оцінюють рівень консонансу і дисонансу для визначення складності.

Щоб забезпечити точність оцінювання кандидатів, наступний крок передбачає створення стиснутого набору вказівок для оцінювання компетенцій. Це включає визначення конкретних факторів та їхнього впливу на процес оцінювання, це дозволить мінімізувати суб'єктивність у процесі відбору.

Важливо зазначити, що фінальне рішення щодо прийому на роботу залишається за HR-фахівцями та керівником.

Для перевірки та ілюстрації алгоритму методу розглянемо ситуацію: оцінка відповідності кандидата на посаду Java Junior Developer.

Першим кроком є визначення основних вимог.

Таблиця 3.1 – Вимоги до кандидатів

Вимога	Опис необхідних критеріїв
Освіта	Вища освіта
	Спеціальність – інженерія програмного забезпечення
	ВНЗ – ТНТУ ім. І. Пулюя
Практичні навички	Досвід роботи із n фреймворків
	Досвід роботи з БД
	Досвід роботи із серверами, jsp
Теоретичні знання	Знання основних принципів ООР
	Знання фреймворків
	Знання запитів до БД

	Знання Java
Рівень володіння англійською мовою	B1-C1
Досвід роботи, стажування, курсів за напрямом	2 роки

Таблиця 3.2 – Приклад вимог Soft skills до кандидатів

Навичка	Оцінка
Швидкість навчання	Середня
Вміння вирішувати проблеми	Вище за середнє - високе
Мотивація	Висока
Конфліктність	Низька
Відповідальність	Вища за середню - висока
Комунікативність	Вища за середню
Необхідність у роботі	Вище за середню
Впевненість	Нижче середнього
Лідерські якості	Нижче середнього
Опрятність	Висока

На другому етапі необхідно домовитися про спосіб оцінювання відповідності кандидата необхідним вимогам. У цьому випадку буде використовуватися чотири блоки аналізу кандидата: аналіз резюме, проведення тесту для оцінки необхідних навичок, інтерв'ю та співбесіда з представниками HR. Кожен з цих блоків виконує важливу роль у загальному процесі відбору. Остаточне рішення буде прийняте на основі результатів оцінки цих чотирьох блоків, враховуючи їхню взаємодію, вагу впливу та відповідність критеріям, встановленим на початку процесу. Такий підхід забезпечує всебічний аналіз та дозволяє прийняти об'єктивне рішення щодо

найкращого кандидата на вакансію.

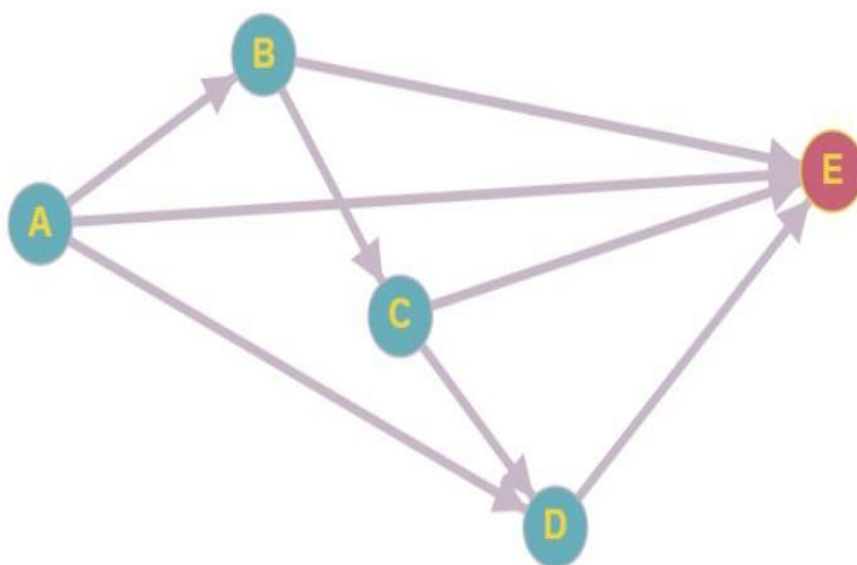


Рисунок 3.6 – Граф зв'язків цільових блоків

Припустимо, що експерти погодилися на чотири основні блоки для графу:

- A – оцінка резюме;
- B – тестування;
- C – інтерв'ю;
- D – співбесіда з HR.

З аналізу зв'язків у графі (рисунок 3.6) видно, що ці блоки слід виконувати послідовно ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$), а не одночасно.

Наступний крок полягає у визначенні критеріїв, які впливають на результати кожного блоку, та їх поділі на цільові, контрольні, проміжні та вхідні фактори. Як зазначалося раніше, кількість цільових та контрольних факторів має бути обмежена до 5-7. Це дозволяє зосередитись на найбільш значущих аспектах. Наприклад, для оцінки soft skills кандидата під час співбесіди можна створити схему взаємозв'язків основних факторів, що забезпечить більш структурований підхід до аналізу та допоможе виявити ключові компетенції.

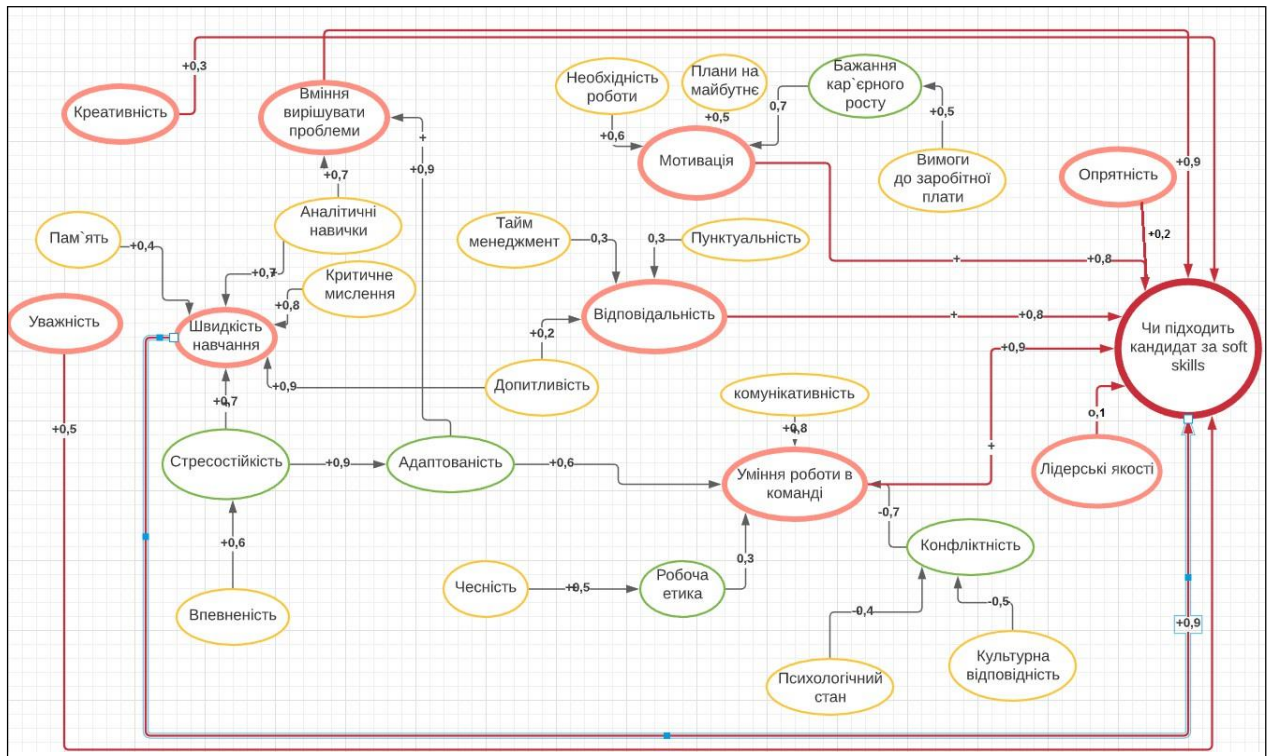


Рисунок 3.7 – Схема функціонування блоку оцінки кандидата під час співбесіди.

Взаємодія між критеріями відображається за допомогою ваг і типів зв'язків, позначених знаками '+' та '-'. Ваговий коефіцієнт на дузі встановлюється відповідно до наступного правила:

$$\begin{cases} \text{sign } w(e_{ij}) = [0,1;1], \text{ if збільшення } k1 \text{ зумовлює збільшення } k2; \\ \text{sign } w(e_{ij}) = [-1;-0,1], \text{ if зменшення } k1 \text{ зумовлює збільшення } k2; \\ \text{sign } w(e_{ij}) = 0, \text{ if між } k1 \text{ і } k2 \text{ немає зв'язку.} \end{cases} \quad (3.4)$$

Тепер можна приступити до аналізу створеної когнітивної карти. Наприклад, для визначення ступеня зв'язності або коефіцієнта складності графу можна використати таку формулу:

$$D = \frac{c}{N(N-1)} = \frac{32}{29(29-1)} = \frac{32}{812} = 0,039 \quad (3.5)$$

Це свідчить про те, що карта має низьку щільність, тобто містить нормовану кількість причинно-наслідкових зв'язків між змінними. Для обчислення параметрів

нечітких когнітивних карт можна застосувати спеціалізовані програмні інструменти, такі як FCMapper. Вони допоможуть визначити позитивні та негативні впливи концептів один на одного та на систему в цілому.

Оцінка співбесіди	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Чи підходить кандидат? (A0)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вміння вирішувати проблеми (A1)	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Швидкість навчання (A2)	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Мотивація (A3)	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Відповідальність (A4)	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Уміння роботи в команді (A5)	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Лідерські якості (A6)	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Охайність (A7)	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Креативність (A8)	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Уважність (A9)	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Рисунок 3.8 – Матриця суміжності НКК

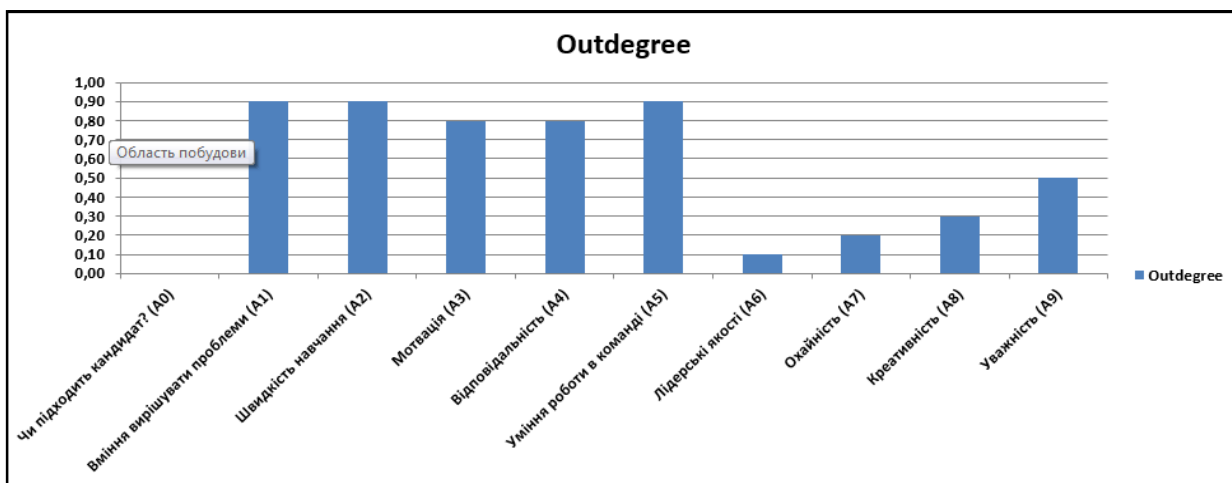


Рисунок 3.8 – Схема результатів аналізу НКК на основі показника outdegree

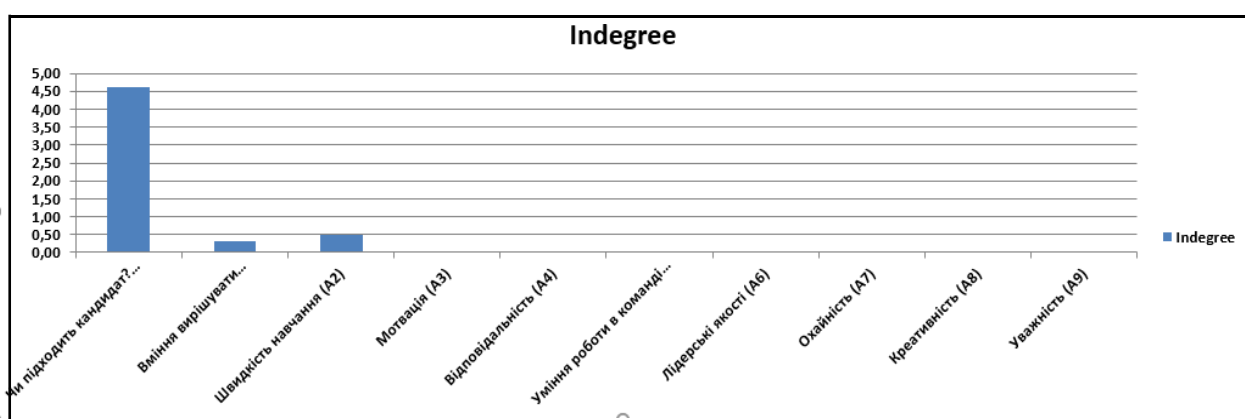


Рисунок 3.9 – Схема результатів аналізу НКК на основі показника indegree

Схеми, що демонструють аналіз всіх критеріїв, включають обчислення ступеня центральності, який визначає кількість зв'язків вузла. В орієнтованому графі ступінь центральності розраховується за кількістю зв'язків. Завдяки спрямованій природі графа є дві міри центральності: indegree і outdegree. Indegree вказує на кількість зв'язків, що ведуть до вузла, а outdegree - на кількість зв'язків, що виходять з вузла. Ступінь центральності в таких випадках визначається шляхом поєднання цих двох мір.

При детальному розгляді когнітивної карти стає очевидним, що певні фактори, як-от A6, A7, A8 і A9 (лідерські якості, охайність, уважність і креативність), мають незначний вплив на інші фактори. Тому можна виключити ці фактори з переліку керівних понять.

Таким чином, оновлена когнітивна карта для оцінки інтерв'ю буде виглядати наступним чином:

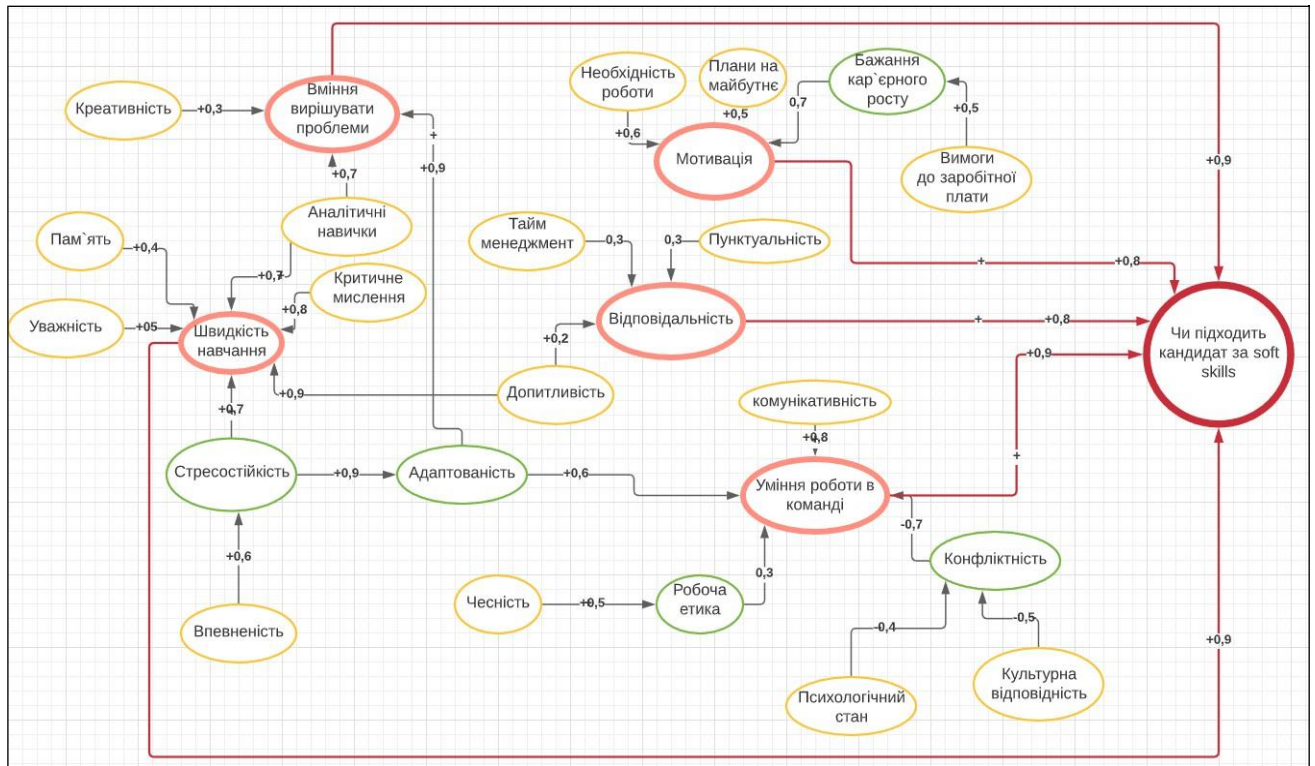


Рисунок 3.11 – Функціональна діаграма після аналізу НКК

3.5 Вибір алгоритму нечіткого виведення

Щоб виконати моделювання потрібно точно розуміти який алгоритм нечіткого виведення краще використовувати. Поділяють їх за видом використовуваних правил, логічних операцій і різновидом методу.

Таблиця 3.4 – Порівняння алгоритмів моделювання

Алгоритм	Вхідне значення	Вихідне значення
Мамдані	Нечітке значення	Нечітке значення
Ларсена	Нечітке значення	Нечітке значення

Цукамото	Нечітке значення	Нечітке значення (монотонна функція належності)
Синглтона	Нечітке значення	Дійсне число
Сугено	Нечітке значення	Лінійна функція залежності від входу

Модель Мамдані користується великою популярністю завдяки своїй здатності інтегрувати нечіткі значення, відомі як функції належності, у логічні правила для отримання висновків. Вона вирізняється простою інтерпретацією, що робить її зручною для використання навіть непрофесіоналами.

На відміну від Мамдані, модель Сугено застосовує інший підхід, де вихідні змінні запускаються як функції від вхідних змінних за допомогою лінійних або квадратичних рівнянь.

Для відбору кандидатів можуть бути корисні як підходи Мамдані, так і Ларсена. Метод Мамдані відзначається своєю простотою та зрозумілістю, що робить його привабливим для широкого кола користувачів. Коли критерії рівнозначні, когнітивна карта забезпечує більш чіткий результат з іншими методами.

Підхід Ларсена, схожий на техніку Мамдані, забезпечує точніші результати при роботі з немонотонними вхідними нечіткими наборами. Проте, у контексті підбору персоналу, така ситуація трапляється.

Враховуючи всю інформацію, метод Мамдані є найбільш підходящим для процесу відбору кандидатів завдяки своїй простоті та зрозумілості.

3.6 Тестування веб-додатку

У цьому розділі розглядається процес тестування веб-додатка, який призначений для аналізу нечітких когнітивних карт і підтримки прийняття рішень

із використанням методу Монте-Карло. Докладно описано методику та основні кроки тестування, а також наведено результати та аналіз отриманих даних.

Для тестування веб-додатка була розроблена методологія, що включає декілька ключових етапів:

Етап тестування	Опис	Інструменти та методи	Результати
Визначення критеріїв оцінки кандидатів	Визначення основних критеріїв, за якими оцінюються кандидати на посаду: професійні знання, навички, досвід роботи, особистісні якості, адаптивність до змін	Збір даних, інтерв'ю, експертна оцінка	Встановлено чіткі критерії для оцінки кандидатів
Розробка нечіткої когнітивної карти	Створення карти, що відображає взаємозв'язки між критеріями та їх вагомість	Використання програмного забезпечення для побудови когнітивних карт (наприклад, FCMappers)	Побудована нечітка когнітивна карта, що показує взаємозв'язки
Моделювання методом Монте-Карло	Генерація випадкових значень параметрів кандидатів для моделювання різних сценаріїв	Алгоритми методу Монте-Карло, програмне забезпечення для симуляцій (наприклад, MATLAB, Python)	Проведено моделювання для 1000 випадкових кандидатів
Оцінка кандидатів і вибір ідеального кандидата	Оцінка кандидатів на основі розрахованих параметрів та вибір найкращого кандидата	Методи багатокритеріальної оптимізації, аналіз даних	Визначено ідеального кандидата з найвищими оцінками
Аналіз отриманих даних	Аналіз результатів моделювання, оцінка ефективності методу Монте-Карло для прийняття рішень	Статистичний аналіз, візуалізація даних	Підтверджено ефективність методу Монте-Карло для оцінки кандидатів

Рисунок 3.2 – Методологія тестування

Визначення критеріїв оцінки кандидатів: На початковому етапі були визначені основні критерії, за якими оцінюються кандидати на посаду. Ці критерії включають такі аспекти, як професійні знання, навички, досвід роботи, особистісні якості та адаптивність до змін. Визначення чітких критеріїв є важливим кроком для забезпечення об'єктивності оцінки кандидатів. Це дозволяє створити стандартизовану основу для порівняння та оцінки різних кандидатів.

Розробка нечіткої когнітивної карти: На основі зібраних даних була побудована нечітка когнітивна карта, яка відображає взаємозв'язки між різними критеріями та їх вагомість у прийнятті рішення про відповідність кандидата на

посаду. Нечітка когнітивна карта дозволяє візуалізувати складні взаємозв'язки і зробити процес прийняття рішень більш прозорим. Вона також допомагає виявити найбільш значущі фактори, що впливають на вибір кандидата.

Моделювання методом Монте-Карло: Для тестування веб-додатка був використаний метод Монте-Карло, що дозволяє генерувати випадкові значення параметрів кандидатів. Кожен кандидат представлений набором випадкових величин, які відповідають визначеним критеріям оцінки. Метод Монте-Карло дозволяє враховувати випадковість і варіативність, що характерні для реальних умов прийняття рішень. Це забезпечує більш реалістичну і гнучку модель для оцінки кандидатів.

Оцінка кандидатів і вибір ідеального кандидата: після проведення моделювання кожен кандидат отримує оцінку на основі розрахованих значень параметрів. На основі цих оцінок здійснюється вибір ідеального кандидата на посаду з урахуванням заданих критеріїв. Цей етап дозволяє визначити найбільш відповідного кандидата, спираючись на об'єктивні дані. Використання методу Монте-Карло дозволяє мінімізувати суб'єктивність у процесі прийняття рішень, що робить вибір більш обґрунтованим і надійним.

Таким чином, ця методологія забезпечує всебічний та систематичний підхід до тестування веб-додатка, допомагаючи визначити найбільш підходящих кандидатів для зайняття певної посади.

Після завершення тестування веб-додатка були отримані наступні результати, які свідчать про ефективність використання методу Монте-Карло та нечітких когнітивних карт для оцінки кандидатів на посаду.

Було проведено моделювання з використанням методу Монте-Карло для 1000 випадкових кандидатів. Це дозволило створити велику вибірку, що відображає можливу різноманітність кандидатів, які могли б претендувати на посаду. Випадкові значення параметрів кандидатів були генеровані на основі заданих критеріїв, що включали професійні знання, навички, досвід роботи, особистісні якості та адаптивність до змін.

Кожен кандидат був оцінений згідно визначених критеріїв, що включалися до нечіткої когнітивної карти. Оцінка проводилася з урахуванням взаємозв'язків між

різними критеріями та їх вагомістю у прийнятті рішення про відповідність кандидата на посаду. Нечітка когнітивна карта допомогла візуалізувати ці взаємозв'язки та надати комплексну оцінку кожному кандидату.

На основі отриманих результатів був визначений ідеальний кандидат, який набрав найвищі бали за встановленими критеріями. Оцінка проводилася на підставі згенерованих випадкових значень параметрів, що моделювали реальні умови прийняття рішень. Ідеальний кандидат був обраний з урахуванням наступних аспектів.

Професійні знання та навички: ідеальний кандидат продемонстрував високий рівень знань та необхідних навичок, що були визначені як критично важливі для посади.

Досвід роботи: кандидат мав значний досвід у відповідній сфері, що підвищувало його оцінку за цим критерієм.

Особистісні якості: ідеальний кандидат також відзначався важливими особистісними якостями, такими як комунікабельність, відповідальність та здатність до роботи в команді.

Адаптивність до змін: висока адаптивність до змін дозволила кандидату набрати додаткові бали, оскільки це є важливим критерієм у швидкозмінному робочому середовищі.

Моделювання та оцінка тисячі випадкових кандидатів показали, що використання методу Монте-Карло разом з нечіткими когнітивними картами є ефективним інструментом для прийняття рішень. Це дозволило отримати об'єктивні результати та забезпечити прозорість процесу оцінки.

Результати показали, що:

Метод Монте-Карло забезпечує високу точність і надійність у моделюванні кандидатів та їх оцінці.

Нечіткі когнітивні карти допомагають візуалізувати складні взаємозв'язки між різними критеріями та забезпечують комплексний підхід до оцінки.

Процес оцінки став більш обґрунтованим та прозорим, що знижує ризик суб'єктивних помилок.

Загалом, тестування веб-додатку підтвердило його ефективність і можливість використання для покращення процесів відбору та прийняття рішень в організаціях.

Аналіз продемонстрував, що метод Монте-Карло є вкрай ефективним інструментом для моделювання та оцінки кандидатів на посаду. Він дозволяє об'єктивно враховувати варіативність і невизначеність реальних умов, що забезпечує надійні та обґрунтовані результати. Використання цього методу разом з нечіткими когнітивними картами сприяє поліпшенню процесів прийняття рішень, роблячи їх більш прозорими та ефективними.

Отже, результати підтверджують, що застосування методу Монте-Карло може значно підвищити якість відбору кандидатів та забезпечити більш раціональні рішення в складних системах прийняття рішень.

Тестування веб-додатка для аналізу нечітких когнітивних карт і підтримки прийняття рішень засвідчило ефективність використання методу Монте-Карло для оцінки кандидатів на посаду. Отримані результати підтвердили можливість застосування такого підходу для покращення процесів відбору та прийняття рішень в організаціях. Методологія тестування, що включала визначення критеріїв, розробку нечіткої когнітивної карти, моделювання методом Монте-Карло та оцінку кандидатів, забезпечила об'єктивність і прозорість процесу прийняття рішень.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Діяльність. Її види та розуміння в безпеці праці

Діяльність — специфічна форма активної взаємодії людини з навколишнім середовищем, зміст якої становить доцільна зміна та перетворення його компонентів з метою забезпечення своїх різноманітних потреб (матеріальних, культурних, духовних тощо).

Діяльність відзначається значною різноманітністю. За характером роботи її можна поділити на три основні види: фізична праця, механізовані форми фізичної праці і розумова праця. Доля фізичної і психічної складових у різних видах трудової діяльності неоднакова: під час фізичної праці переважає м'язова діяльність, а під час розумової — психічна. Але жоден з видів діяльності не відбувається без її регулювання центральною нервовою системою[23].

Під фізичною працею розуміють виконання людиною енергетичних функцій у виробничій системі. Ця праця вимагає значної м'язової активності. За характером роботи м'язів фізична робота поділяється на динамічну і статичну. Динамічна робота здійснюється при переміщенні тіла людини, її рук, ніг, пальців у просторі, статична — при утриманні вантажу, при виконанні роботи стоячи або сидячи.

Особливістю статичної роботи є її виражена втомлювальна дія, що зумовлена довготривалим скороченням і напруженням м'язів, безперервним збудженням нервових центрів, в той час як динамічна робота характеризується ритмічним скороченням м'язів, що сприяє повноцінному їх кровопостачанню і газообміну, почерговим збудженням і гальмуванням нервових центрів, що регулюють діяльність м'язів, що, у свою чергу, призводить до меншої втоми.

Динамічну фізичну роботу, за якої задіяні більше $\frac{2}{3}$ м'язів людини, прийнято називати загальною, при участі в роботі від $\frac{2}{3}$ до $\frac{1}{3}$ м'язів (тулуба або рук чи ніг) — регіональною, при участі в роботі менше $\frac{1}{3}$ м'язів (наприклад, набір тексту на комп'ютері) — локальною.

Фізичні навантаження стимулюють роботу серцево-судинної та дихальної систем. При цьому відбувається витрата енергії. За величиною загальних енерговитрат організму фізичні роботи поділяються на легкі (до 150 Ккал/година), середньої важкості (від 151 до 250 Ккал/година) та важкі (понад 250 Ккал/година). В свою чергу легка робота поділяється на І-а - 90- 120 Ккал/година і І-б – 121 – 150 Ккал/година, а робота середньої важкості – на ІІ-а – 151 – 200 Ккал/година та ІІ-б – 200-250 Ккал/година (ДСН 3.3.6.042- 99).

Механізовані форми фізичної праці виконуються людиною-оператором, їх здійснення забезпечується поєднанням фізичних і розумових функцій.

Діяльність людини-оператора може відбуватися як у штатних (детермінованих), так і позаштатних (недетермінованих) обставинах. При детермінованих обставинах працюючому заздалегідь відомі алгоритми дій, він керується відповідними правилами, інструкціями, працює за жорстким технологічним графіком. У недетермінованих обставинах можливі збої у технологічному процесі, неполадки у роботі устаткування та ін., які усуваються за відповідними інструкціями.

Операторська діяльність має кілька типів спеціалізацій:

- оператор-технолог безпосередньо включений до технологічного процесу, працює в основному режимі обслуговування технологічного процесу, здійснює переважно виконавські дії, чітко дотримуючись інструкцій, які, як правило, охоплюють увесь набір ситуацій і рішень. Це оператор автоматичних ліній, технологічних процесів тощо;

- оператор-маніпулятор (машиніст), основну роль у діяльності якого відіграють механізми сенсомоторної регуляції (виконання дій) і, меншою мірою, понятійного та образного мислення. Основні функції машиніста – управління окремими машинами і механізмами;

- оператор-спостерігач, контролер, у діяльності якого переважає сприйняття та осмислення інформації. Виконання його функцій значною мірою забезпечує апарат понятійного мислення і досвід, закладений в образно-концептуальних моделях. Фізична робота в діяльності оператораспостерігача відіграє незначну

роль. Прикладами даного типу спеціалізації є праця диспетчера енергетичної або транспортної системи.

Розумова праця людини, на відміну від фізичної, супроводжується меншими витратами енергетичних запасів (витрати енергії складають від 2500 до 3000 Ккал на добу), але це не означає, що вона є легкою. Розумова праця забезпечується активністю головного мозку – під час розумової діяльності значно активуються аналітичні та синтетичні функції центральної нервової системи, ускладнюється прийом і переробка інформації, виникають функціональні зв'язки між окремими нервовими центрами, нові комплекси умовних рефлексів, зростає роль уваги, пам'яті, зорового та слухового аналізаторів.

Інтенсивна розумова праця викликає значне зростання потреб мозку в кисні. Будь-яка розумова діяльність супроводжується певним нервовопсихічним напруженням, малорухливістю, вимушеною позою тощо.

Розумова праця характеризується напруженістю, яка визначається обсягом інформаційного навантаження.

До розумової діяльності належать деякі види операторської праці, праця керівників виробничих процесів, творча праця, праця слідчих, суддів, лікарів, викладачів, тощо. Операторська праця відрізняється підвищеною відповідальністю та високою нервово-емоційною напругою. Праця керівників визначається надмірним зростанням обсягу інформації, дефіцитом часу для її опрацювання, високою особистою відповідальністю за прийняті рішення, періодичним виникненням конфліктних ситуацій. Творча праця вимагає значного об'єму пам'яті, уваги, нервово-емоційної напруги. Праця викладача, лікаря, юриста – це постійний контакт з людьми, підвищена відповідальність, дефіцит часу та уваги для прийняття рішення, що зумовлює значну нервово-емоційну напругу. Праця міліціонера за своїми ознаками дуже близька до операторської праці і праці викладача, але її відрізняє високий рівень небезпеки[24].

4.2 Оцінка стану охорони праці на підприємстві

В області комп'ютерної інженерії, діяльність з охорони праці включає визначення та розв'язання потенційних ризиків, пов'язаних з робочими станціями комп'ютерів. Це може включати проблеми, такі як повторюване напруження, ергономічне проектування робочих місць, та психологічні ризики. Особливу увагу слід приділяти профілактиці травм, пов'язаних з тривалим сидінням та використанням комп'ютера .

Під час роботи з комп'ютерною технікою питання охорони здоров'я та безпеки завжди повинні бути на першому місці. Рівень небезпеки залежить від типу обладнання та виду робіт, що виконуються, тому дуже важливо пам'ятати про ризики та вживати відповідних запобіжних заходів під час роботи з обладнанням, яке може спричинити серйозні травми.

В інтересах особистої безпеки та уникнення потенційного пошкодження обладнання потрібно чітко знати які функції виконує обладнання та які заходи безпеки необхідні під час роботи з ним.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- можливість ураження електричним струмом;
- механічне травмування внаслідок нераціонального розташування робочих місць, що є порушенням вимог ергономіки;
- підвищене нервово-психічне навантаження, швидка втома;
- недостатнє або надмірне освітлення робочих місць;
- незадовільні параметри мікроклімату в робочих приміщеннях;
- неправильні або нераціональні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій;
- можливість загоряння, в зв'язку з порушенням правил протипожежної безпеки;
- монітор ПК є джерелом практично всіх видів електромагнітного випромінювання;
- від постійної роботи за клавіатурою ПК розвиток хронічного «тунельного синдрому».

Під час оцінки умов праці на робочому місці оператора ПК значущими є такі показники:

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): у разі локального навантаження (за участю м'язів кистей та пальців рук) – належить до класу 1 (до 20000). У випадку загального навантаження (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового поясу) – належить до класу 1 (до 10000);

- робоча поза – належить до класу 2 (періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом) тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25 % часу зміни.);

- нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну - належить до класу 1 (до 50);

- переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км: по горизонталі - належить до класу 1 (до 4); по вертикалі – до класу 1 (до 2).

Отже за даними атестації робоче місце за показниками важкості трудового процесу відноситься до класу 2 – допустимий, середнє фізичне навантаження.

Характер виконуваної роботи належить до класу 2 (робота за встановленим графіком з можливим його коректуванням у ході діяльності).

Навантаження на зоровий аналізатор (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), за тривалості зосередженого спостереження (% часу зміни)) – належить до класу 2 (5,0...1,1 мм більше 50 % часу; 1,0...0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25 %).

Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – належить до класу 2 (більше 2 годин).

Монотонність праці. Кількість елементів (приймів, необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово) – належить до класу 2 (5...3 прийоми).

Режим праці (фактична тривалість робочого дня (год.)) – належить до класу 1 (6 годин) (оптимальні умови).

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість – належить до класу 1 (тривалістю 10 хвилин після кожною години роботи за ВДТ) (оптимальні умови). Отже за даними атестації робоче місце за показниками напруженості трудового процесу відноситься легкого ступеня[24].

Охорона праці в ІТ-секторі має свої специфічні ризики та виклики, які потребують індивідуального підходу та інноваційних рішень. Важливо не лише ідентифікувати потенційні небезпеки, а й розробляти ефективні стратегії їх запобігання та мінімізації.

ВИСНОВКИ

Протягом цього проекту було пройдено кілька важливих етапів для виконання поставленої мети. Досліджено сучасні методи, що застосовуються HR-фахівцями та керівниками для прийняття рішень щодо відбору кандидатів. Оцінивши переваги та недоліки цих підходів, аргументовано необхідність використання нечітких когнітивних карт у системах підтримки прийняття рішень.

Представлено детальний алгоритм прийняття рішень щодо відбору кандидатів у текстовому та графічному форматах. Аналіз результатів дозволив виявити сильні та слабкі сторони методу, а також проблеми та виклики його застосування. Відповідно до цих висновків розроблені практичні рекомендації щодо впровадження та визначено можливі напрями подальшого розвитку та вдосконалення.

Система підтримки прийняття рішень, що використовує когнітивне моделювання з нечіткими когнітивними картами, впроваджена для полегшення процесу відбору кандидатів. Ці карти містять різні критерії оцінки компетенцій та навичок, з позитивними та негативними вагами впливу взаємозв'язків між ними. Основним типом когнітивної карти у цьому проекті обрано нечіткі когнітивні карти Cosco.

Підбір персоналу є ключовим завданням для будь-якої організації. Інтеграція методів розробки програмного забезпечення в існуючі HR-системи може значно підвищити їх ефективність. Подальші дослідження в цій галузі дозволять розробити універсальні шаблони критеріїв, які можна вдосконалювати на основі накопиченого досвіду. Це дасть змогу адаптувати модель відбору персоналу до потреб підприємств різного розміру та галузі, допомагаючи визначати найкращих кандидатів на будь-яку посаду.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Павленко К. О. Сучасні технології підбору персоналу / К. О. Павленко, Т. С. Шульгіна // Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки. - 2017. - Вип. 23(3). – С. 30-33.
2. Балтовський, О. А., Форос, Г. В., Пядишев, В. Г., & Сіфоров, О. І. (2022). Системи підтримки прийняття рішень. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.oduvs.edu.ua/server/api/core/bitstreams/46458c36-b9a5-4d6e-b848-a9891dc24847/content>
3. Кравченко, М., & Голюк, В. Прийняття управлінських рішень: сутність та сучасні тенденції розвитку. Випуск # 40 / 2022 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-37>
4. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. / М.А. Демиденко; Нац. гірн. ун-т. – 2016. – 104 с. – [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://nmu.org.ua>
5. Карнаухова, Г., & Саєнсус, М. (2017). Управління слабоструктурованими системами: когнітивний підхід. *Науковий вісник [Одеського національного економічного університету]*, (4), 34-46.
6. Бурківський, О. С., & Ветров, О. С. (2023). Метод Монте-Карло в чисельному інтегруванні функції однієї змінної. *Прикладні інформаційні технології*, 42-43.
7. Котляревська К. Ю. Застосування методів математичного моделювання при найманні персоналу підприємства / К. Ю. Котляревська // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Розвиток європейського простору очима молоді: економічні, соціальні та правові практики» 22.04. - м. Харків, - 2016р. – С.1429-1434.
8. Бідюк, П. І., Тимощук, О. Л., Коваленко, А. Є., & Коршевніюк, Л. О. (2022). Системи і методи підтримки прийняття рішень. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/73de1d73-bd75-41b3->

[b775-a5bcfa95a454/content](https://doi.org/10.26907/2542-2462.2021.64.39-49)

9. Danylenko Daryna Метод прийняття рішення при відборі (рекрутингу) персоналу на основі нечітких когнітивних карт / Daryna Danylenko, Vitalii Martovytskyi, Lukashov Sergiy, Rosinskiy Dmytro, Vladislav Sukhoteplyj // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2021. – Т. 2 (64). – С. 39-49.

10. Ковальчук, А. М. "КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ." 62. С

11. Джура, Р. С. (2019). Моделювання слабкоструктурованих систем з використанням когнітивного підходу (Master's thesis, КПП ім. Ігоря Сікорського.) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/90c0b16c-a105-4302-9c61-fdbce39ec551/content>

12. The Verkhovna Rada of Ukraine (2011). Про затвердження Національної рамки кваліфікацій [Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ramky kvalifikatsii]. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>

13. Нечітке моделювання в середовищі Matlab на прикладі управління роботом. Методичні вказівки до лабораторної роботи. Каргін А.О., Т.Г. Петренко - Вінниця: ДонНУ ім. Василя Стуса, 2017. – 36 с.

14. Тристан А.В. Застосування когнітивних підходів в слабкоструктурованих системах підтримки прийняття рішень / А.В. Тристан // Збірник наукових праць Харківський університет Повітряних Сил. – Х.:Х УПС, 2013. – Вип. 3 (36). - С. 133-136.

15. Карнаухова, Г., & Саєнсус, М. (2017). Управління слабкоструктурованими системами: когнітивний підхід. *Науковий вісник [Одеського національного економічного університету]*, (4), 34-46.

16. Гожий, О. П., Калініна, І. О. (2014). Особливості використання нечітких ситуаційних мереж для вирішення задач прийняття рішень. *Наукові праці*

[Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу Києво-Могилянська академія]. Сер.: Комп'ютерні технології, (237, Вип. 225), 19-24.

17. Гожий, О. П. Побудова динамічних моделей на основі нечітких когнітивних карт для вирішення задач сценарного планування. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 2013, 7: 13-17

18. Баган, Т. Г., & Бунь, В. П. (2024). Сучасна теорія автоматичного керування. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65135>

19. The Verkhovna Rada of Ukraine (2011). Про затвердження Національної рамки кваліфікацій [Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ramky kvalifikatsii]. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>

20. Архіпова, С. А. (2021). Кібернетика та системний аналіз. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41856>

21. Методи і моделі проектування на основі сучасних CASE-засобів. Навчальний посібник / С. В. Мінухін, О. М. Беседовський, С. В. Знахур. — Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. — 272 с

22. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці: навч. посібник. [для студ. вищ. навч. закл.] / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 280 с.

23. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / — К.: Основа, 2016. 267 с.

24. Стиценко Т.Є., Пронюк Г.В., Сердюк Н.М., Хондак І.І. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т.Є Стиценко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. — Харків: ХНУРЕ, 2018. 336 с.

ДОДАТКИ

Додаток А – Лістинг коду

Лістинг коду 1

```
from flask import Flask, render_template, request
import numpy as np

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')

@app.route('/analysis', methods=['GET', 'POST'])
def analysis():
    if request.method == 'POST':
        input_data = request.form['input_data']
        result = analyze_fuzzy_cognitive_maps(input_data)
        return render_template('analysis.html', input_data=input_data, result=result)
    return render_template('analysis.html')

def analyze_fuzzy_cognitive_maps(input_data):
    parsed_data = parse_input_data(input_data)
    matrix = create_adjacency_matrix(parsed_data)
    trans_matrix = matrix_transformation(matrix)
    result_vector = evaluate_fcm(trans_matrix)
    results_summary = summarize_results(result_vector)
    return results_summary
```

```

def parse_input_data(input_data):
    data_lines = input_data.split('\n')
    parsed_data = []
    for line in data_lines:
        parsed_line = list(map(float, line.split(',')))
        parsed_data.append(parsed_line)
    return parsed_data

def create_adjacency_matrix(parsed_data):
    size = len(parsed_data)
    matrix = np.zeros((size, size))
    for i, row in enumerate(parsed_data):
        for j, val in enumerate(row):
            matrix[i][j] = val
    return matrix

def matrix_transformation(matrix):
    norm_matrix = matrix / np.max(matrix)
    return norm_matrix

def evaluate_fcm(trans_matrix):
    stabilized_vector = stabilize_vector(trans_matrix)
    return stabilized_vector

def stabilize_vector(matrix):
    threshold = 0.01
    max_iterations = 100

```

```

size = matrix.shape[0]
vector = np.ones(size)
for _ in range(max_iterations):
    new_vector = np.dot(matrix, vector)
    if np.linalg.norm(new_vector - vector) < threshold:
        break
    vector = new_vector
return vector

def summarize_results(result_vector):
    results_str = "Результати аналізу:\n"
    for idx, value in enumerate(result_vector):
        results_str += f"Елемент {idx + 1}: {value:.2f}\n"
    return results_str

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

Лістинг коду 2

```

from flask import Flask, render_template

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')

```

```

@app.route('/analysis')
def analysis():
    return render_template('analysis.html')

@app.route('/monte_carlo')
def monte_carlo():
    return render_template('monte_carlo.html')

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

Лістинг коду 3

```

from flask import Flask, render_template

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')

@app.route('/analysis')
def analysis():
    return render_template('analysis.html')

@app.route('/monte_carlo')
def monte_carlo():
    return render_template('monte_carlo.html')

```

```
if __name__ == '__main__':  
    app.run(debug=True)
```

Додаток Б – Диск із кваліфікаційною роботою