

В. О. Мартовицький¹, Д. О. Даниленко¹, С. А. Лукашов¹, Д. М. Росінський¹, В. М. Сухотеплий²

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

МЕТОД ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРИ ВІДБОРІ (РЕКРУТИНГУ) ПЕРСОНАЛУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ КОГНІТИВНИХ КАРТ

Анотація. В статті охарактеризовано основні етапи при відборі кандидатів із сфери ІТ до персоналу сучасних компаній розробки та підтримки програмних засобів. Предметом дослідження є теоретичні та прикладні аспекти автоматизації етапу відбору персоналу методом когнітивного аналізу на основі нечітких когнітивних карт. Об'єктом дослідження є етап відбору у про-цесі рекрутингу та найму для задоволення потреби підприємств у необхідному персоналі. Доведено необхідність та узагальнено вимоги до формування нечіткої когнітивної карти компетенцій як інструменту відбору персоналу за допомогою якісних та кількісних суб'єктивних оцінок. Розроблено алгоритм відбору кандидата на основі аналізу даних про нього, його відповідей на співбесідах, тощо. Цей метод може бути також використаний у багатьох інших завданнях, пов'язаних із відбором кандидатів. Надано практичні рекомендації щодо організації процедури відбору кандидатів за допомогою бази правил та типу взаємозв'язків між найважливішими критеріями.

Ключові слова: аутсорс, автоматизація відбору персоналу, список компетенцій, нечіткі когнітивні карти Коско, відбір кандидатів.

Вступ

У сучасному світі постійного технологічного прогресу проблема автоматизації процесів відбору персоналу стає все більш актуальною. Персонал безсумнівно вважається одним із основних ресурсів будь-якого успішного підприємства, важливий фактор при вирішенні стратегічних проблем розвитку, який сприяє підвищенню конкурентоспроможності і зниженню витрат ресурсів. Саме тому автоматизація процесу відбору кандидатів на посаду є важливим завданням, яке широко досліджується останні декілька років [1-4].

Велика кількість даних про кандидатів на етапах рекрутингу та відбору (резюме, відгуки, оцінки тестів, звіти та статистика) змушує шукати зручні та перспективні засоби для збирання, збереження, та аналізу. У той же час, новітні методи мають запропонувати щось більше ніж просто сховище даних. В результаті маємо набір інформації, занадто великий та складний для розуміння, щоб виконувати аналіз. Саме тут у пригоді стають системи підтримки прийняття рішень. Їх застосування надає можливість використовувати обчислювальні потужності комп'ютерів для виконання обробки, аналізу і прогнозування даних в режимі реального часу, для допомоги у прийнятті рішень.

Відбір одного із кандидатів на конкретну позицію – це завжди нетривіальна задача та окремий проєкт, бо фактори та пріоритети різних компаній до претендентів на посаду будуть відрізнятися. Спорідненим до попереднього завданням, для вирішення якого можна використати системи підтримки прийняття рішень вважаються пошук та відбір персоналу для аутсорсу та аутстафу.

Використання популярних неавтоматизованих методів відбору потребують багато людських та часових ресурсів, пошуку, обробки та аналізу великої кількості інформації. Усе це ускладнює прийняття рішень на рівні роботи із персоналом в організації.

Застосування нових підходів при розгляді слабко-структурованих систем, та сучасних комп'ютерів із вищою обчислювальною потужністю може полегшити виконання складних розрахунків, обробку, аналіз даних, прийняття рішень і прогнозування подій у режимі реального часу.

Наслідки, спричинені старими неефективними способами відбору кадрів, можуть негативно вплинути не тільки на загальну ефективність діяльності підприємства, але і на соціально-психологічний клімат колективу, його конкурентоспроможність та спричинити значні втрати людських, часових та грошових ресурсів.

Постановка проблеми

Через надзвичайну актуальність завдання відбору на посаду найкращого з кандидатів постійно зростає кількість методів для його успішного вирішення: розроблюються нові тести для оцінки професійних навичок, здібностей, мислення, логіки, незмірних особливостей (гнучкі навички). Відповідно до збільшення кількості підходів збільшується і кількість даних для аналізу, що у свою чергу ускладнює будь-яку систему. Ці факти зумовлюють проводити пошук таких нових технічних та математичних нововведень, які могли б задовольнити вищезазначені потреби та допомагати у прийнятті рішення, не втративши прозорості процесу.

В сучасному українському бізнес-просторі розглядаються усі питання роботи із персоналом, усі можливі способи покращення та спрощення процесів технічними засобами. Переважно розробка нового інструментарію надихається або запозичується у досвідчених сусідніх країн, де подібні програмні засоби вже довели свою користь.

Так популярна система ATS (Applicant Tracking System) автоматизує процес рекрутингу на етапі знаходження кандидатів, використовується у багатьох розроблених в Україні засобів для роботи з персоналом [5].

Наприклад, додаток «E-Staff Рекрутер» реалізує зручний метод пошуку і ведення бази кандидатів, інтеграцію із сайтами з пошуку роботи, та здатен виконувати просту аналітику через швидку генерацію звітів та статистики [6]. Можемо бачити, що блоку підтримки прийняття рішення при відборі на посаду тут не представлено.

Для порівняння, візьмо ще одну відому українську систему «HURMA» (HRIS/HRM-система) для автоматизації усіх HR-процесів [7]. В ньому є інструментарій для опитувань, рекрутингу, збирання статистики та загальної аналітики співробітників, відстеження прогресу до цілей та бази кандидатів. Але навіть тут немає блоку, який би допомагав вирішувати задачу відбору одного із претендентів на посаду.

Таким чином, можна зробити висновок, що в Україні є проблеми із пошуком та розробкою методів автоматизації відбіркового процесу, що можна пояснити не тривіальністю задачі, адже керівники та працівники кадрових служб у більшості випадків інтуїтивно приймають рішення щодо відбору працівника. Досвід введення автоматизованих рішень раніше не приніс значних покращень, а подальші дослідження виявляли, що в окремих випадках, вони навіть призводили до помилкових результатів.

Мета та завдання

Метою дослідження є вивчення вже відомих способів відбору претендентів, а також обґрунтування методу і алгоритму побудови системи підтримки прийняття рішень на основі когнітивного моделювання та нечітких когнітивних карт, їх застосування у різних випадках відбору кандидатів на вакантну посаду.

Завдання дослідження. Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких основних завдань:

- проаналізувати популярні методи прийняття рішень про відбір одного кандидата із множини претендентів, які використовуються представниками HR та керівниками сучасних підприємств;
- обґрунтувати використання нечітких когнітивних карт, та когнітивного моделювання для системи підтримки прийняття рішень;
- описати основні методи визначення ключових факторів компетенцій, за якими відбувається відбір;
- розробити алгоритм прийняття рішення про вибір кандидата на вакантну посаду.

Предметом дослідження є теоретичні та прикладні аспекти автоматизації етапу відбору персоналу методом когнітивного аналізу на основі нечітких когнітивних карт.

Об'єктом дослідження є етап відбору у процесі рекрутингу та найму для задоволення потреби підприємств у необхідному персоналі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Огляд широкодоступних літературних джерел з питань управління персоналом, його рекрутингу та проведення процесу відбору, дає змогу стверджувати, що поставлена проблема досі залишається у ста-

ні розвитку і потребує нових ідей. Варто також зазначити, що більшість авторів розглядає відбір персоналу не як окремий важливий етап, а лише як незначну частину процесу найму, що можливо і є одною із причин малої кількості досліджень на цю тему.

Серед наявних джерел можна виділити публікацію Н. Казаринової, в якій визначається модель обчислення відповідності кандидата вимогам вакантної посади. Цікаві ідеї про визначення основних критеріїв оцінки претендентів було висловлено в роботі Т. Білорус. Серед останніх досліджень присвячених класифікації методів відбору, які використовуються підприємствами варто відзначити наукову статтю К. Павленко та В. Шульгіної а також роботу Ю. Маняка. Вагомий внесок в розробку ідеї використання нечіткої логіки для підтримки прийняття рішення про призначення на посаду зробили такі автори як Н. Кондратенко, С. Лужецький, О. Чеборака. Добре описані напрями застосування математичних методів та моделей для відбору у публікації К. Котлярєвської. Загальний теоретичний курс про технологію нечіткого моделювання процесів управління, нечіткі системи та бази нечітких знань має місце у навчальній літературі вітчизняного автора А. Каргіна.

Методологія дослідження

Для проведення досліджень за темою роботи використовувалися пошук, огляд, опрацювання та аналіз наукових робіт, статей, тез, методичних посібників та інших джерел у відкритому доступі. Після детального ознайомлення та аналізу останніх публікацій про вирішення проблем в області відбору персоналу, порівняння позитивних та негативних сторін, були взяті до уваги наукові концепції, ідеї та напрямки, які наразі вважаються найбільш перспективними або які ще не використовувалися для вирішення даної проблеми – це і стало методологічною основою досліджень. Для вирішення поставлених завдань було використано різноманітні наукові прийоми.

Із загальнонаукових методів емпіричною базою дослідження виступили анкетування, проведене серед представників менеджменту та HR, електронні документи (постанови Кабінету Міністрів України), а теоретичною базою - інтернет-ресурси для пошуку даних про основні етапи процесу відбору, відомі реалізації на сьогоднішній день, їх аналіз та синтез, абстракція та аналогія. За принципом відповідності, на основі отриманої інформації висувалися гіпотези про варіанти вирішення проблеми.

Теоретичний рівень представлений методом спостереження (власний досвід учасника-кандидата у процесі відбору), порівняння (сучасні методи відбору персоналу порівнювалися між собою), абстрагування (розгляд етапу вибірки окремо від процесу рекрутингу на посаду), математичною формалізацією методу визначення підходящого кандидата через нечітку логіку та нечіткі когнітивні карти. Виведення гіпотези про вирішення завдання було зроблено завдяки методу індукції.

Для вирішення завдання, досліджуються системи із зв'язками, які приводяться до одного виду, що характеризуються як безперервністю та детермінованістю, так і випадковістю, тому можна також казати про використання системних методів (дослідження операцій найму, теорія менеджменту персоналу в цілому та рекрутингу окремо, теорія нечітких множин тощо). За принципом детермінізму були розроблені бази правил для виведення значення взаємопов'язаних факторів.

Для доведення гіпотези використовувався експеримент із уявним моделюванням процесу відбору кандидата на посаду розробника Java-Junior у ІТ-компанію зі збором інформації про методи та етапи, спостереження явища, його аналізу, вироблення гіпотези та розробки алгоритму під гіпотезу.

Труднощі у первинних дослідженнях пов'язані з обмеженим доступом до інформації про досвід конкретних фірм та підприємств, що зумовлено її конфіденційним характером.

Аналіз підходів до підбору персоналу на посаду

Не можна не погодитися із тим, що персонал є одним із основних ресурсів будь-якого успішного підприємства, необхідним для досягнення стратегічних цілей та розвитку, тому проблема автоматизації процесів його відбору для вільної вакансії зараз є досить актуальною. На сьогоднішній день також незаперечна вигода залучення тимчасових співробітників. Тимчасовий персонал - це штат працівників, який набирається під певний проект з терміном роботи від доби до 6 чи більше місяців, в залежності від тривалості проекту або обов'язків. Користю від їх найму є спрощені юридичне оформлення та схема припинення трудового договору з невідповідним співробітником, звільнення компанії від великої кількості платежів, пов'язаних з утриманням постійного співробітника, можливість делегування певної частини складних функцій, а значить регулювання робочого навантаження, а також зниження адміністративних і бухгалтерських витрат. Тимчасовий набір персоналу, крім своєї основної мети - забезпечення організації людьми на певний період, може бути прекрасним способом перевірки тимчасово найнятих працівників з метою можливого продовження співпраці з ними на довгостроковій основі.

Під слабкоструктурованою системою розуміється така динамічна система, в структурі і функціонуванні якої важливу роль відіграє людський чинник, для різних проявів якого практично неможливо побудувати точні математичні моделі. Однією з причин також є недолік інформації про стан системи в умовах зовнішнього середовища. Також можна виділити невизначеність цілей розвитку системи, що ускладнює вибір управлінського рішення. Інша складність може бути пов'язана з тим, що суб'єктові управління доводиться маніпулювати якісною інформацією у вигляді припущень, інтуїтивних понять, суб'єктивних моделей, які засновані на експертній інформації [8].

Численні дослідження процесів прийняття рішень підтверджують, що суб'єктові управління не

властиво мислити і приймати рішення тільки в кількісних характеристиках. Експерт, як людина, мислить, перш за все, якісно, і для нього пошук рішення - це, пошук образної суті рішення, де кількісні оцінки грають допоміжну роль. Тому структури знання в мисленні, виявляються найважливішими елементами ситуації, неусувними з моделі прийняття рішень.

З вищенаведеного випливає, що прийняття рішень у слабкоструктурованих системах - це інтелектуальний процес вирішення проблем, який має бути заснованим на раціональному виборі варіанту рішення [9], який запропонований людиною або групою людей, тому має враховувати суб'єктивні якісні та кількісні фактори та великі обсяги даних для автоматичної обробки, ось чому для таких завдань використовують системи підтримки прийняття рішень.

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 [10].

Основні переваги створення СППР:

- розробка одного інструментального засобу для вирішення багатьох нестандартних завдань з різних галузей управління;
- в процесі експлуатації інформаційних систем управління відбувається і самонавчання системи з поповненням бази знань;
- особливо суттєвий ефект можна очікувати при вирішенні таких завдань, для яких відсутній точний алгоритм розрахунку значень керуючих впливів;
- гнучкість при вирішенні задач шляхом комбінування готових і апробованих управлінських рішень.

На теперішній час, з розвитком методів штучного інтелекту і, що головне, із створенням технічних засобів, які мають високу обчислювальну продуктивність та здатність опрацювати великі об'єми інформації за певний час, зростає інтерес включення до складу СППР когнітивних технологій. Когнітивні технології добре зарекомендували себе у вирішенні задач прогнозу ситуацій, оскільки здатні відображати складові частини системи та зв'язки між ними, однак, на жаль, майже не застосовуються у багатьох сферах діяльності, які потребують покращення вже за рахунок як людських ресурсів так і допоміжних комп'ютерних систем, наприклад, подібні рішення могли б використовуватися для покращення підбору персоналу у фірму або на аутсорс.

Когнітивні методи використовуються в різноманітних сферах суспільного життя [11, 12]. Даний напрямок є перспективним та таким, що швидко розвивається та вдосконалюється, чому сприяє зростання обчислювальної потужності сучасних комп'ютерних засобів. Це свідчить про те, що доцільно розглянути можливість використання когнітивних технологій при вирішенні різноманітних завдань прийняття рішень в слабо структурованих системах, які часто виникають на підприємствах та фірмах.

До традиційних розповсюджених методів оцінки претендентів відносять: оцінку резюме, анкетування, телефонну співбесіду, тестування, професійні співбесіди, використання послуг центрів оцінки кандидатів. Якщо на цьому етапі будуть використовуватися одночасно декілька подібних інструментів для оцінювання – це може зробити висновок більш аргументованим. Ось чому при розробці нового методу було вирішено поєднати найпопулярніші класичні методи.

До нетрадиційних методів оцінки претендентів відносять комп'ютерну діагностику, оцінку здібностей за силою голосу або відбитками пальців, графологію, проходження детектора брехні, брейншторм-інтерв'ю, тести на визначення IQ та ін. Мінусами цих методів є не співпадіння висновків із реальністю та неможливість винесення виваженого вердикту орієнтуючись тільки або в основному на них.

Одним з доволі ефективних сучасних методів відбору персоналу за допомогою багатокритеріального аналізу є метод так званої «ідеальної точки» або «ідеального кандидата», в його основу покладений розрахунок відстані у багатомірному просторі критеріїв між точкою, що відповідає ідеальній альтернативі, та точкою, що відповідає альтернативі, яка досліджується в конкретному випадку. Ідеальною вважається така альтернатива, яка має найкраще значення всіх критеріїв. Приклад методу «ідеального кандидата» можна знайти за посиланням [13], в ньому вирішується задача відбору кандидата на посаду адміністратора готельного комплексу «Гранд Адмірал Клуб».

Перевагами цього методу є:

- легкість розробки та введення.

Недоліками цього методу є:

- не враховується комплексність вибраних критеріїв, тобто, що на них можуть впливати інші;
- Суб'єктивна неорганізована думка менеджерів та керівників при оцінці всіх критеріїв, немає стабільної бази правил;

Ще один метод базується на розрахунку коефіцієнту відповідності профіля кандидата профілю вакантної посади (переліку вимог до відкритої вакансії), за яким формується список кандидатів на вакантні посади.

Перевагами цього методу є:

- легкість розробки та введення.

Недоліками цього методу є:

- обмеженість оцінки тієї чи іншої навички двома значеннями: «нуль балів» та «один бал»;
- врахування лише декількох, визначених в роботі критеріїв (досвід роботи, рівень освіти, рівень володіння англійською мовою, можливість працювати у команді та у стислі терміни);
- не враховується комплексність вибраних критеріїв, тобто, що на них можуть впливати інші;
- суб'єктивна неорганізована думка менеджерів та керівників при оцінці всіх критеріїв;

Завдяки проведеному анкетному опитуванню серед представників HR та його аналізу можна побачити, що найчастіше в харківських компаніях використовується метод ранжування. Було опита більше 20 HR-менеджерів різних ІТ-компаній Харкова. Результати опитування представлено на рис. 1.

Його суть у порівнянні оцінюваних співробітників між собою і розташуванні їх за обраним критерієм в порядку зниження або зростання рангу та порівнянні з портретом «ідеального кандидату». Автоматизація на цьому етапі представлена тільки в тому, що дані претендентів зберігаються та переглядаються в електронному додатку. Рідше звертаються до методу функціональної оцінки керівника – тобто його суб'єктивного аналізу відповідності співробітника своїм посадовим обов'язкам.

Якщо йдеться про претендентів, які проходять випробувальний термін, або студентів на стажуванні, то може застосовуватися метод комплексної оцінки праці у часі. Суть у визначенні сукупності показників якості, складності та результативності праці та порівнянні з попереднім періодом або нормативом за допомогою застосування вагових коефіцієнтів.

Його суть у порівнянні оцінюваних співробітників між собою і розташуванні їх за обраним критерієм в порядку зниження або зростання рангу та порівнянні з портретом «ідеального кандидату». Автоматизація на цьому етапі представлена тільки в тому, що дані претендентів зберігаються та переглядаються в електронному додатку.

Рідше звертаються до методу функціональної оцінки керівника – тобто його суб'єктивного аналізу відповідності співробітника своїм посадовим обов'язкам.

Якщо йдеться про претендентів, які проходять випробувальний термін, або студентів на стажуванні, то може застосовуватися метод комплексної оцінки праці у часі. Суть у визначенні сукупності показників якості, складності та результативності праці та порівнянні з попереднім періодом або нормативом за допомогою застосування вагових коефіцієнтів.



Рис. 1. Результати анкетування HR-менеджерів

Основна складність, яка виникає при використанні вищезгаданих методів, полягає в тому, що аналітичний опис або статистичне спостереження залежності між вхідними та вихідними параметрами є досить складними, тому доводиться вдаватися до суб'єктивних моделей експертної оцінки, які вибудовуються людською логікою, аналогією із власного досвіду, «здоровим глуздом» та інтуїцією.

Немає сумнівів, що для кращого підбору персоналу треба враховувати велику кількість чинників, які є індивідуальними для кожної окремої ситуації. Із великої кількості подібних чинників компанія, що бажає використовувати аутсорс, має відібрати найважливіші, що найбільше впливають на отримання найкращого результату. Нескладно зрозуміти, що річ іде про велику кількість даних для обробки та аналізу, тому тут очевидно не обійтися без використання систем підтримки прийняття рішень, які спеціально налаштовані на подібну роботу. Ось чому зручними інструментами для оцінювання рівня впливу деяких параметрів на ситуацію, що досліджується, може стати когнітивна карта та когнітивне моделювання ситуації. Чому обидва ці поняття? Когнітивна карта відображає лише факт наявності впливів факторів один на одного. У ній не відображається ні детальний характер цих впливів, ні динаміка зміни впливів в залежності від зміни ситуації, ні тимчасові зміни самих факторів. Облік всіх цих обставин вимагає переходу на наступний рівень структуризації – до когнітивної моделі.

Когнітивна карта дає змогу наочно (за допомогою зручного графічного відображення) показати і в той же час комплексно оцінити ситуацію, що досліджується, визначити причинно-наслідкові зв'язки між параметрами системи, а також їх вплив на ситуацію в цілому.

Науковим напрямком, що лежить в основі дослідження задач, які характеризуються слабкою структурою та зв'язками, що описуються суб'єктивними незліченними поняттями, є методологія когнітивного аналізу. Найбільш ефективним інструментом цього аналізу є нечіткі когнітивні карти, бо вони добре зарекомендували себе при розгляді слабкоструктурованих систем із великою кількістю чинників. В основі карти лежить знаковий функціональний граф. Фактори та зв'язки між ними можуть бути як кількісними, так і якісними змінними. Вплив факторів одне на одного визначається вагою і знаком їх взаємозв'язків.

Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини.

На сьогодні зроблено декілька різновидів когнітивних карт. Кожен з різновидів відрізняється процедурою початкового визначення структури та підходами до їх аналізу. Серед них:

- традиційні когнітивні карти;
- знакові когнітивні карти;
- нечіткі когнітивні карти;

Класична когнітивна карта являє собою знаковий орієнтований граф:

$$G = \{V, E\}, \quad (1)$$

де $V = \{v_i \in V, i = 1, 2, \dots, k\}$ – вершини когнітивної карти, представлені у вигляді безлічі чинників, цілей або подій;

$E = \{e_i \in V, i = 1, 2, \dots, k\}$ – дуги когнітивної карти, безліч відносин, що показують вплив факторів, цілей або подій одне на одного.

Такі карти сприяють ефективному поданню знань та їх подальшій діагностиці. Прикладами успішної реалізації цього методу можна назвати використання когнітивних карт як засобу аналізу параметрів, що впливають на формування підсумкової оцінки у студентів вищого навчального закладу під час використання дистанційної складової в освітньому процесі університету.

Виділяють карту-шлях, що є послідовністю зв'язків між об'єктами певного маршруту, і карту-огляд, що є одночасним представленням просторового розташування об'єктів. Для такої задачі, як вибір найліпшого кандидата більше підійшла би саме карта-огляд, адже рішенням, запропонованим у даній роботі є огляд на всі важливі чинники ситуації, але для задач із складною структурою взаємозв'язків треба шукати більш гнучкі та складні рішення.

Знакові когнітивні карти визначаються як орієнтований зважений граф. Їх призначення - представити модельовану систему, як сукупність концептів, кожному з яких відповідає модельована змінна. Змінні пов'язані відношеннями, що визначаються ребрами графа. Різниця лиш у тому, що дані зв'язки можуть бути як додатними, так і від'ємними, і описують вплив між концептами. Знакові карти представлені концептами, що мають якісну природу, і відповідають зростанню, спаданню або сталості числової характеристики, що характеризує даний параметр системи.

При аналізі стійкості знакових когнітивних карт використовується традиційний підхід аналізу лінійних систем. Даний підхід побудований на співставленні кількох контурів з вершинами у концептах карти. Проте такий аналіз не припускає виявлення характерних взаємних впливів концептів і розмістити їх у порядку спадання ступеню впливу на позитивні і негативні сценарії перебігу ситуацій.

Також даний тип когнітивних карт має обмежений алфавіт, що обмежує його можливості щодо репрезентації взаємозв'язків між вершинами і не дозволяє відслідковувати особливості процесів, що мають кількісну природу.

Слабкі сторони знакових когнітивних карт зумовили розвиток набору їх модифікацій, які значно збагачують їх можливості щодо проведення кількісного аналізу складних систем

Найбільш відомий тип нечітких когнітивних карт було запропоновано Коско [14], вони отримали назву нечітких когнітивних карт (Fuzzy Cognitive

Maps). Цей термін напряму пов'язаний із визначенням нечіткої множини.

Чітке визначення поняттю нечіткої множини дав всесвітньо відомий математик Лотфі Заде. Нехай X - універсальна (базова) множина, x - елемент X , а R - деяка властивість. Звичайна (чітка) підмножина A універсальної множини X , елементи якого задовольняють властивості R , визначається як множина впорядкованих пар

$$A = \mu Ax / x, \quad (2)$$

де μAx - характеристична функція приналежності (або просто функція приналежності), що приймає значення в деякій цілком впорядкованій множині $M = 0; 1$. Функція приналежності вказує ступінь (або рівень) приналежності елемента x підмножині A . Множину M називають множиною приналежностей. Якщо $M = 0; 1$, то нечітке підмножина A може розглядатися як звичайна або чітка множина. Ступінь приналежності $\mu Ax \in$ суб'єктивною мірою того, наскільки елемент $x \in X$, відповідає поняттю, сенс якого формалізується нечіткою множиною A .

Подібна математична структура дозволяє формалізувати суто суб'єктивну думку людини, сформовану в умовах неповної інформації щодо приналежності елемента до деякої групи. До таких структур можна, наприклад, віднести деяку підмножину людей-брюнетів в заданій множині людей із темним волоссям або нечітку підмножину темно-синіх кольорів в безлічі офіційних кольорів палітри і таке інше.

Переваги:

- дає можливість оперувати неповно визначеними елементами, відношення яких до даної множини не зовсім впорядковане;
- дає можливість проведення швидкого моделювання складних динамічних систем і їхнього порівняльного аналізу із заданим ступенем точності: завдяки принципам поведінки системи, описаним нечіткими методами, не витрачається багато часу на з'ясування точних значень змінних і складання рівнянь, що їх описують;
- дає можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями «більшість», «можливо», «переважно» тощо;
- дає можливість використання ще однієї математичної структури - набору. Набором називають безліч елементів предметної області, при якому допускається багаторазове додавання одного і того ж елемента у набір.

Після нечітких когнітивних карт Коско були запропоновані їх численні модифікації, проте значення концептів в переважній більшості даних моделей є чіткими числами, що обмежує їх можливості для моделювання складних систем. Тому доцільним є пошук модифікацій нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.

Наступними почали публікуватись роботи, в яких пропонують численні покращення нечітких когнітивних карт Коско в задачах моделювання слабкоструктурованих систем. В деяких статтях [13-15] концепти когнітивних карт відповідають відріз-

ку шкали $[-1,1]$. При використанні в традиційних когнітивних картах зв'язки набували б одного з трьох значень множини $\{-1, 0, 1\}$, але з використанням нечіткої логіки показник зв'язку може мати будь-яке значення у цій шкалі.

Для використання апарату нечітких множин в повній мірі було розроблено також нечіткі продукційні когнітивні карти. В даному виді карт впливи факторів характеризуються нечіткими продукційними правилами (Rules Based Fuzzy Cognitive Maps). Концепти таких карт представлені нечіткими множинами, визначеними за допомогою функцій належності. Причинно-наслідкові відношення концептів характеризуються як нечітке продукційне правило [16] відносно приростів нечітких значень концептів. Загальний вигляд такого правила: якщо «приріст концепту A незначний», то «приріст концепту B набуває середнього значення». Трансформація впливів між концептами відбувається шляхом застосування нечіткого логічного висновку.

Також існують узагальнені базовані на правилах нечіткі когнітивні карти (Generalized Rule-Based Fuzzy Cognitive Maps). Це нечітка причинно-наслідкова карта, де кожне поняття містить кілька функцій членства. Ці функції представляють значення концепції (типові стани). Ваги впливу між типовими станами двох понять представлені також як функції членства. Усі компоненти (поняття, взаємозв'язки) та механізми (причина, наслідок, причинно-наслідкове накопичення, системна динаміка) є нечіткими [17]. У табл. 1 представлено порівняння методів нечітких когнітивних карт.

Завдяки проведеному аналізу, висновки якого наведені в таблиці, можна запропонувати гіпотезу про те, що найкращими для використання у задачі відбору кращого кандидата у штат, в аутстаф або в аутсорс є нечіткі знакові когнітивні карти Коско.

Через унікальність кожної окремої ситуації при підборі персоналу, є доречним взяти до уваги, що у процесі чинники, які впливають на кінцевий результат можуть змінюватися за думкою експертів, адже часто не можна наперед і з першого разу визначити найвпливовіші фактори. Це означає, що система для подібної цілі повинна передбачати можливість змін у ході процесу. Про когнітивні карти відомо, що вони зазвичай застосовуються саме для моделювання процесів, і їх переробки, адже вона не є пасивним спостерігачем, а активно взаємодіє із середовищем та чутка до будь-яких змін.

Етапи когнітивного аналізу підбору найкращого кандидата на посаду

Когнітивний аналіз складної ситуації на кшталт підбору найкращого кандидата можна розбити на декілька етапів.

Першим і одним із найголовніших є формулювання основного завдання і цілей. Видатний німецький психолог М. Вертгеймер висунув низку ідей, які доводять, що головним в процесі прийняття рішення є не стільки операційно-технічні процедури, спрямовані на рішення вже сформульованої задачі, скільки саме формулювання завдання, чітка поста-

новка проблеми і що саме до цієї сторони розумового процесу треба привертати увагу дослідників. Системи шгучного інтелекту можуть вирішувати пос-

тавлені задачі, але ставити їх – це все ще привілей людини. Цей етап частково є реалізацією метода «ідеального кандидата».

Таблиця 1. – Порівняння методів нечітких когнітивних карт

Метод	Спосіб зображення	Метод аналізу	Використання кількісних характеристик зв'язку	Використання якісних характеристик зв'язку
Класичні когнітивні карти	Орієнтований граф	Аналіз лінійних систем	+	-
Знакові когнітивні карти	Орієнтований граф	Аналіз лінійних систем	+	-
Нечіткі когнітивні карти Коско	Функціональний граф	Матричні перетворення	+	+
Нечіткі знакові когнітивні карти Коско	Функціональний граф	Матричні перетворення	+	+
Нечіткі реляційні когнітивні карти	Функціональний граф	Матричні перетворення	-	+
Узагальнені базовані на правилах нечіткі когнітивні карти	Функціональний граф	Матричні перетворення	-	+

Другим етапом є вивчення соціально-економічного процесу відносно поставленої мети. Також сюди можна віднести визначення властивих досліджуваній ситуації вимог, умов і обмежень.

Наступний важливий етап - це збір, систематизація, аналіз існуючої статистичної та якісної інформації з проблеми. Джерелами для знаходження є зазвичай публічні платформи, Інтернет, наукові публікації, досвід працівників, досвід інших компаній, аналіз перевірених та новітніх рішень із пошуку кандидатів, методологій відбору тощо.

Четвертий етап – виділення основних характеристик ознак досліджуваного процесу і взаємозв'язків між ними, виокремлення найважливіших та найвпливовіших факторів експертною групою.

Виділення основних соціальних суб'єктів, пов'язаних з ситуацією також відіграє важливу роль, врахування їх суб'єктивних інтересів у розвитку даної ситуації дозволить визначити можливі зміни в об'єктивному розвитку ситуації, виділити чинники, на які реально можуть впливати суб'єкти ситуації. Наприклад, у задачі визначення найкращих претендентів на аутсорс вагому частку впливу на результат можуть мати експерти, які проводили професійне інтерв'ю та співбесіду для визначення soft skills (комунікативні здібності, управління часом, колективна співпраця, стресостійкість та риси лідерства, тощо), а також співробітники, які можуть поручитися своєю репутацією за якість претендента. Набір критеріїв може бути розроблений на основі карти компетенцій (унікального для кожної фірми документу із власними стандартами компетенцій та їх оцінювання, які встановлюються та корегуються на основі досвіду цієї фірми).

Наступним логічним кроком є побудова когнітивної (графової) моделі проблемної ситуації. Формально когнітивна модель ситуації може бути, як і когнітивна карта, представлена графом, проте кожна дуга в цьому графі представляє вже якусь функціональну залежність між відповідними базовими факторами. Таким чином когнітивна модель ситуації представляється функціональним графом (граф з мінімумом перетинів).

Претенденти на важливі робочі місця проходять кілька етапів оцінювання, наприклад, оцінювання резюме, оцінка співбесіди, або телефонної

розмови, тому логічним кроком буде розробка п-графів, пов'язаних між собою, в залежності від кількості етапів оцінювання.

Функціональну модель можна представити завдяки методології IDEF0 (SADT). Вона дозволяє створити опис системи та її зовнішнього оточення до визначення остаточних вимог до неї. Модель в нотації IDEF0 являє собою сукупність ієрархічно впорядкованих і взаємопов'язаних діаграм. Приклад діаграми, яка декомпозує контекстну діаграму, наведено на рис. 2.

Для визначення компетентності запозичених співробітників важливу роль відіграє технологія оцінювання компетентності усього наявного персоналу з виконання бізнес-процесів на основі комп'ютерних технологій. Це завжди нетривіальна задача та окремий проект.

Важливо зазначити, що пріоритети різних компаній будуть відрізнятися. Співробітник, який вважається найкращим для одного підприємства, не підходить іншому.

Одні керівники зацікавлені в пошуку людей, що одразу здатні видавати необхідний результат, інші готові витратити час на навчання людей, що не володіють досвідом. Через різні потреби, фактори і чинники, кожна така задача передбачає або видозміну існуючих методів, або взагалі знаходження нових шляхів.

Компетентність обраного персоналу для винесення за штат може оцінюватися зокрема за допомогою розроблених постанов Кабінету Міністрів України, де описуються рівні кваліфікації а також загальна Національна рамка кваліфікацій [18].

На жаль, рамка кваліфікацій дає достатньо абстрактні пояснення щодо володіння навичками. Для побудови списку підходящих компетенцій треба враховувати унікальність кожного окремого випадку: особливості підприємства, процеси, зовнішні та внутрішні чинники, відповідно до яких вона переглядатиметься, трансформуватиметься, розвиватиметься і коригуватиметься. Для адекватної оцінки компетентностей персоналу потрібні кастомізовані («підігнані» під потреби галузі) методи. Чим більше індивідуалізовані послуги пропонуватиме програмне забезпечення своїм клієнтам, тим більш кваліфіковані йому вдасться відібрати кадри.

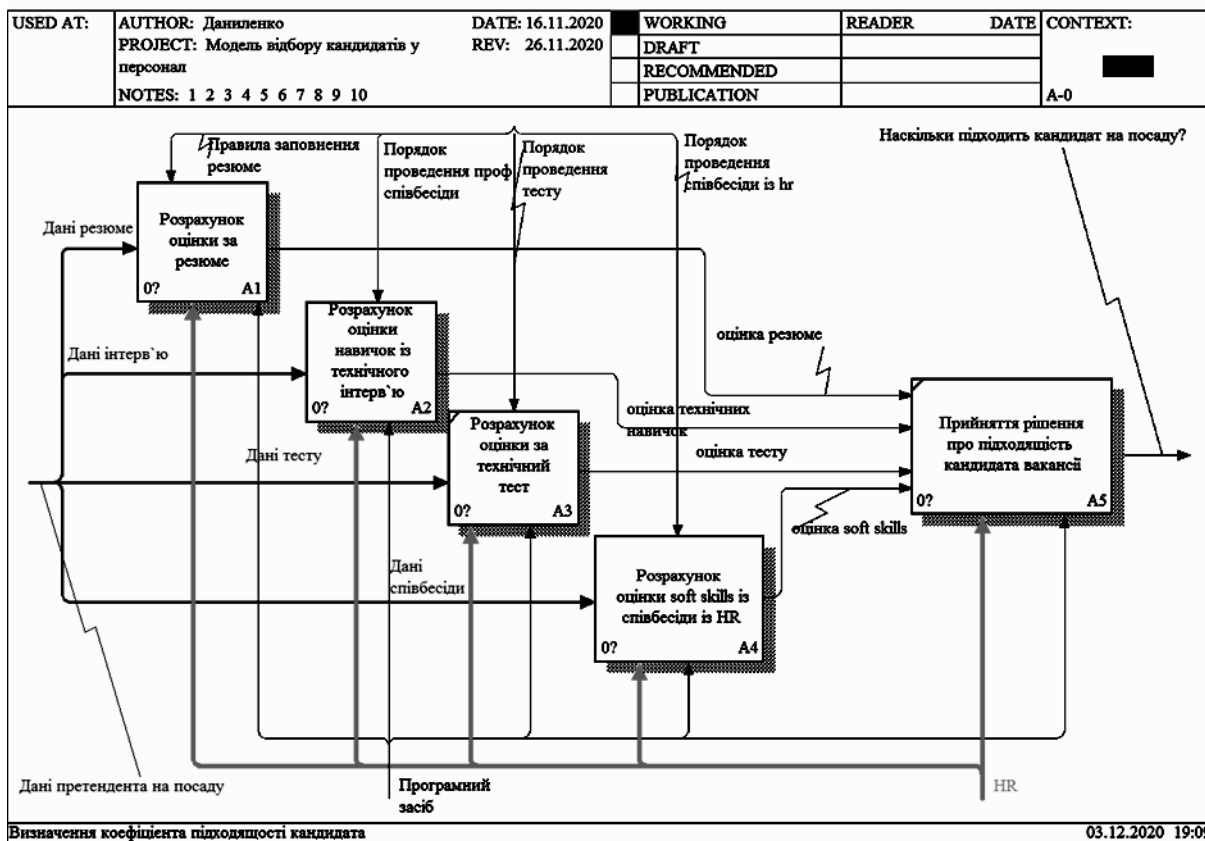


Рис. 2. Функціональна модель відбору кандидатів на посаду

На цьому етапі необхідно взаємодіяти з безпосереднім начальником майбутнього співробітника. За допомогою сучасних технологій створюється профіль ідеального працівника, визначаються якості, які сприяють максимальному досягненню результатів. Такий метод дозволить кадровим менеджерам відбирати претендентів шляхом порівняння з ідеальним профілем і відсіювати кандидатів, які не володіють потрібними навичками.

Для декомпозиції блоків базової моделі використовуються фактори, що характеризують проблемну ситуацію. Вони мають бути виділені експертами та менеджерами проекту, на четвертому етапі когнітивного аналізу та поділені за типом впливу одне на одного. Це називається виділенням в сукупності базисних факторів цільових, керуючих, проміжних та вхідних факторів. Наприклад, у задачі відбору найкращого кандидата-програміста за оцінкою резюме можна сформулювати такі керуючі критерії: досвід роботи, рівень освіти, професійні навички, грамотність зіставлення резюме, необхідність у цій посаді.

Ваги чинників доцільно регулювати самим роботодавцям та менеджерам при створенні вакансії.

Визначаються також додаткові фактори, що впливають на цільові фактори. Якщо ці фактори можуть бути сильними важелями впливу на ситуацію, то вони теж будуть внесені в модель.

На наступному етапі слід створити математичну модель системи.

Як система може складатися із сукупності підсистем, враховуючи їх зв'язки та впливи зовнішньо-

го середовища, так і математична модель системи може складатися із різних типів математичних моделей підсистем. Для опису зв'язку між компонентами системи використовуються вагові коефіцієнти. У випадку розробки програмного забезпечення для визначення того, наскільки підходить кандидат на посаду, для системи і підсистем буде використовуватися одна модель через те, що алгоритм подібний у кожному блоці, лише лінгвістичні змінні та ваги зв'язків будуть відрізнятися.

В завданні відбору кандидата на посаду потрібно створити механізм інтелектуальної підтримки прийняття рішення про те, чи підходить кандидат і наскільки він підходить. У роботі [19] висвітлюються основні переваги опису подібного дерева вибору за допомогою нечітких когнітивних карт у порівнянні з іншими методами.

Нечітка когнітивна карта – це граф, який можна описати відношенням

$$FCM = (K, W), \tag{3}$$

де FCM – власне нечітка карта, K – множина концептів карти, $W = w_{ij}$ – це матриця суміжності, що показує взаємний вплив концептів один на одного $w_{ij} \in [-1; 1]$.

Нечітка причинна алгебра, покладена в основу моделювання за допомогою нечітких когнітивних карт, дозволяє обробляти нечітку суб'єктивну вхідну інформацію за допомогою точних методів, при цьому отримуючи нечітку вихідну інформацію.

Концепти (фактори) можна поділити на такі:

– цільові або основні концепти, значення яких грають найважливішу роль для вирішення завдання, і які потрібно звести до однозначного цільового стану мовою суб'єктивних понять (Наскільки підходить кандидат на посаду за результатами тесту? – «Не підходить», або «Підходить», або «Слабко підходить», або «Середньо підходить»);

– фактори керування, від значення яких залежать цільові (мають найбільший вплив на цільовий концепт, наприклад, це наявність необхідних навичок, знань, їх підтвердження);

– вхідні концепти, на значення яких впливають зовнішні чинники, що не відображені в моделі (оцінка креативності, критичного мислення і т. ін.);

– проміжні фактори, значення яких визначається зміною значень інших факторів, та які у свою чергу впливають на фактори керування (зовнішній фактор темпераменту впливає на проміжний фактор конфліктності, який в свою чергу впливає на один із керуючих факторів «оцінка роботи в команді»).

Подібна система нечіткого логічного висновку має бути здатна встановлювати складні нелінійні залежності між вхідними та вихідними змінними.

Вхідні концепти задаються значеннями лінгвістичних змінних або кількісно і можуть бути формалізовані із застосуванням теорії нечітких множин. Проміжні, керуючі та цільові концепти визначаються за допомогою бази правил через значення лінгвістичних змінних. Кожна лінгвістична змінна складається з: $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, де β – назва лінгвістичної змінної; T – множина її значень (термів); X – універсум нечітких змінних; G – синтаксична процедура утворення нових термів; M – семантична процедура, що формує нечіткі множини для кожної терми даної лінгвістичної змінної і ставить у відповідність нечітку підмножину множини X . Ваги задаються у проміжку $[-1; 1]$ Позитивне значення вказує на позитивний причинно-наслідковий зв'язок між двома факторами, від'ємне значення – на негативний, нульове значення показує на відсутність зв'язків між розглянутими факторами. Даний спосіб зручний для машинного уявлення структури системи. Характеристикою даної нечіткої множини виступає функція приналежності. Існує понад десяток типових форм кривих для завдання функцій приналежності. Найбільшого поширення набули: трикутна, трапецеїдальна функції та функція приналежності Гауса.

Математичне подання сформульованої задачі може бути представлене в такий спосіб: кожна нечітка когнітивна карта основної задачі та підзадач визначається кортежем із факторів $\{N, E, F\}$:

$N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ – сукупність концептів (основних понять), які формують вузли графа.

$E: (N_i, N_j) \rightarrow e_{ij}$ – функція, що зіставляє значення e_{ij} парі понять (N_i, N_j) , де e_{ij} – вага ребра, спрямованого з N_i в N_j , якщо $i \neq j$ та $e_{ij} = 0$, якщо $i = j$, тобто $E: (N_i \cdot N_j) = (\text{sign } e_{ij})$, e_{ij} – це матриця зв'язків, де $\text{sign } e_{ij}$ – позитивний чи негативний знак впливу ваги. Значення ваг на основній

діагоналі матриці мають дорівнювати нулю, через те, що зміна стану концепту не може вплинути на самого себе;

$F: N_i \rightarrow N_j$ – функція, яка в залежності від значення концепту N_i розраховує значення концепту N_j .

Саму систему можна описати у вигляді кортежу $SM = \{\{G\{N, E, F\}\}, \text{PROG}\}$, де $\{G\{N, E, F\}\}$ – функціональні граfi діаграми декомпозиції системи, що складаються із концептів-вершин, ваг та знаку впливу зв'язків, $\{Exp\}$ – це експерти, що перед початком обчислень вносять суб'єктивні оцінки вхідних концептів, PROG – програмний продукт реалізації вирішення завдання відбору кандидата.

Після створення НКК вибираються методи її аналізу – через те, що фактори нечіткої карти не змінюються з часом, є доречним використовувати статичний, а не динамічний аналіз.

Для статичного аналізу функціональний граф представляється у матричній формі, наприклад, причинно-наслідкові зв'язки когнітивної карти відбору кандидата можуть бути представлені у вигляді матриці суміжності. На її основі можна проаналізувати міру центральності концепту, консонанс, дисонанс, отримати інформацію про прямі та непрямі причинно-наслідкові зв'язки.

В якості правил відбору застосовуються нечіткі правила виду «ЯКЩО ... Є ... І ... Є ... ТО ... Є ...». Крім зв'язки «І» також використовуються логічна зв'язка «АБО», але вона може суттєво ускладнити правило, тому прийнято її уникати. Це означає, що поведінка нечіткої когнітивної карти залежить від початкового стану вхідних концептів та від структури матриці причинних зв'язків когнітивної карти.

Інформація, яка потраплятиме до системи має бути точнішою за суб'єктивні незліченні поняття (менш гранульованою). Гранулювання інформації можна визначити за допомогою ширини гранули (функції приналежності). Так гранула «середньо» може мати різну ширину, що буде залежати від загальної кількості використовуваних людиною гранул. Зі зменшенням ступеня гранулювання значення буде наближуватися до точки (гранули нескінченно малої ширини), яка і відповідатиме точно заданій інформації, і вже у такому вигляді нею зможуть оперувати традиційні математичні методи. Таке підлаштування рівня гранулювання виконується експертом, який і встановлює основні правила.

Експертами створюється нечітка база правил взаємодії концептів між собою, далі завдяки графічному представленню наявних значень в системі, розглядаються шляхи між концептами. Загальний ефект впливу концепту на концепт буде сумою всіх непрямих ефектів впливу першого на другий. Отже, якщо два концепти з'єднує всього один шлях, то загальний ефект впливу першого на другий буде зведений до непрямого ефекту впливу між цими двома.

Знаходження непрямого та загального ефекту пов'язано з операціями множення і складання дійсних чисел з предметної області. Згідно із загальною

теорією впливу подібних ефектів, непрямий ефект шляху між двома концептами негативний, якщо число негативних причинних дуг в шляху непарне. Відповідно, ефект буде позитивний, якщо число негативних причинних дуг в шляху парне.

Загальний ефект впливу негативний, якщо всі непрямі ефекти впливу негативні, та позитивний, якщо всі вони позитивні, і невизначений в іншому випадку. Отже, невизначеність може домінувати в цій схемі.

Невизначеність може бути знята внаслідок використання ваг. Якщо причинні дуги мають позитивні або негативні ваги w_{ij} , тоді непрямий ефект впливу є добутком відповідних ваг, а загальний ефект – сумою добутків за всіма шляхами, що зв'язують два розглянутих концепти. Ця схема прибирає невизначеність і дозволяє оцінити взаємний вплив всіх концептів один на одного. В нечіткій когнітивній алгебрі множенню ставиться у відповідність операція мінімуму, а сумі – максимум. Отже, непрямий ефект в ній дорівнюватиме найслабшому причинному зв'язку в мережі, а загальний ефект - найсильнішому з найбільш слабких зв'язків в мережі.

Для з'ясування значень цільових, керуючих та проміжних критеріїв пропонується використовувати один із алгоритмів визначення нечіткого висновку за допомогою нечіткої логіки.

Незалежно від вибору алгоритму (Мамдані, Цукамото або Ларсена) описується послідовність етапів розрахунків. Ці етапи можна загалом розділити на фазифікацію, агрегацію, активацію, акумуляцію та дефазифікацію. При цьому кожний наступний етап отримує на вхід значення отримані на попередньому кроці.

Перший етап - фазифікація – це процес, при якому за допомогою функцій приналежності, визначається їх ступінь належності до кожного з термів лінгвістичної змінної. На цьому кроці фазифікатор формує на виході безліч нечітких множин (для кожного вхідного числового вектору своя нечітка множина) відповідно до значень параметрів на вході.

Другий етап - агрегація – це процес, який по часткових висновках дозволяє визначити істинність лінгвістичного правила. Агрегація виконується методом мінімуму.

Етапи Активация та акумуляція – визначення узагальненого ступеню відповідності вихідного сигналу певному лінгвістичному терму та формування результуючої функції належності, що характеризує вихідне значення системи для поточних значень входів.

Етап дефазифікації в системах нечіткого висновку є процесом знаходження значення для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини. Мета дефазифікації полягає в тому, щоб, використовуючи результати акумуляції всіх вихідних лінгвістичних змінних, отримати звичайне кількісне значення кожної з вихідних змінних. Але в нашій системі цей етап не обов'язковий, адже отримання нечіткої відповіді схоже із тим, як в реальних процесах відбору менеджерами робляться суб'єктивні висновки про те, наскільки кандидат відповідає посаді.

Для реалізації процесу нечіткого моделювання можна використовувати середовище MATLAB із пакетом Fuzzy Logic Toolbox.

Аналіз критеріїв побудованої когнітивної карти може допомогти відрегулювати її таким чином, щоб зробити більш наочною, залишивши лише критерії, які мають найбільшу вагу, і найсильніший вплив на цільові фактори.

Наприклад, можна оцінити складність самої карти, наприклад, розрахувати її щільність (ступінь зв'язності):

$$D = \frac{C}{N(N-1)} \quad (4)$$

Щільність нечіткої когнітивної карти (D) – це коефіцієнт, що показує ступінь зв'язності карти, де C - загальне число зв'язків в когнітивній карті; N - загальне число змінних (критеріїв) в когнітивній карті.

Висока щільність карти свідчить про наявність великої кількості причинних зв'язків між змінними. Чим більше їх в карті, тим більше існує можливостей для зміни ситуації, тим складнішою вона стає.

Основними результатами когнітивного аналізу є визначення консонансу, дисонансу, позитивного і негативного впливу концептів один на одного і на систему загалом. Консонансом називається показник:

$$C = \frac{|a+b|}{|a|+|b|}, \quad (5)$$

де (a, b) – пара зв'язків у когнітивній матриці, а вплив – показник $p = \text{sign}(a+b) \max(|a|, |b|), a \neq -b$.

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

У цьому випадку консонанс – функція позитивного і негативного впливу концепту на концепт, а показник впливу – максимум позитивного чи негативного впливу. Що вищий консонанс, то переконливіша думка про знак впливу.

Висновки

Відбір кандидатів на посаду у фірмі або персоналу у штат аутсорсу пропонується виконувати за допомогою системи підтримки прийняття рішень, в якій буде реалізовано когнітивне моделювання за допомогою нечітких когнітивних карт, що складаються із багатьох критеріїв оцінки компетентностей та навичок, а зв'язки представлені позитивними та негативними вагами впливу. Серед видів когнітивних карт було вибрано нечіткі когнітивні знакові карти Коско.

Найбільшим недоліком у прийнятті кадрових рішень досить довгий час вважається саме суб'єктивно-інтуїтивний відбір. Метод описаний вище пропонується використовувати цю особливість не як недолік, а як перевагу, можливість для гнучкості у прийнятті рішень. Існує імовірність, що запропоновані у статті методичні рекомендації зможуть автоматизувати процес відбору, полегшивши

тим самим пошук та підбір робітників на посади, що є одним із найважливіших завдань для будь-якого підприємства. Розробка програмного забезпечення на основі вищенаведеного методу може стати корисним доповненням до більшості існуючих систем та платформ, які реалізують основні функції роботи із персоналом.

Подальші дослідження в заданому напрямі дозволять створити універсальні шаблони критеріїв, та поступово їх покращувати за рахунок досвіду попереднього використання. Модель відбору персоналу можна коригувати під потреби підприємств різних розмірів та сфер діяльності, що даватиме можливість обрати кандидатів на будь-яку посаду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Acikgoz Yalcin. Employee recruitment and job search: Towards a multi-level integration // Human resource management review, 29(1) 2019, pp. 1-13. DOI: 10.1016/j.hrmr.2018.02.009
2. Jeong Hwa-Yeon. Job type for recruitment, job function change and education direction in the fashion industry along with the growth of the online market. // Journal of the Korea Fashion and Costume Design Association, 22 (3) 2020, pp. 75-87. DOI: 10.30751/kfcd.2020.22.3.75
3. Rodney, Harriet, Katarina Valaskova, and Pavol Durana. The artificial intelligence recruitment process: How technological advancements have reshaped job application and selection practices // Psychosociological Issues in Human Resource Management, 7 (1) 2019, pp. 42-47.
4. QIN, Chuan, et al. Enhancing person-job fit for talent recruitment: An ability-aware neural network approach // The 41st international ACM SIGIR conference on research & development in information retrieval, 2018, pp. 25-34. DOI: 10.1145/3209978.3210025
5. Щюкіна Є.Ю, Балабан Л.Ю, Мартиненко К.А. Сучасні технології управління людськими ресурсами // Електронний фаховий науково-практичний журнал "Інфраструктура ринку", 43 2020, С. 338-342. DOI: 10.32843/infrastruct43-61
6. Барабанова Августина Андреевна, Мария Витальевна Неменко. Анализ автоматизированной системы управления процессом подбора персонала e-staff рекрутер // Молодой исследователь: вызовы и перспективы, 2018, С. 321-326.
7. Hurma System — обзор сервиса | Startpack. Описание Hurma System [Електронний ресурс] <https://startpack.ru/application/hurma> (Дата доступу 15.01.2021)
8. Avdeeva Z.K., Kovriga S.V. and Makarenko D.I. (2010), "Cognitive modeling for the management tasks of semistructured systems (situations)", Institut problem upravlenija RAN, vol. 16, pp. 26–39
9. Abramova N.A. and Kovriga S.V. (2008), "Some criteria of models reliability on the basis of cognitive cards", Problemy upravlenija, vol. 6, pp. 23–33.
10. Тристан А.В. Застосування когнітивних підходів в слабоструктурованих системах підтримки прийняття рішень / А.В. Тристан // Збірник наукових праць Харківський університет Повітряних Сил. – Х.:Х УПС, 2013. – Вип. 3 (36). – С. 133-136.
11. Горелова Г.В. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход / Г.В. Горелова, Е.Н. Захарова, С.А. Радченко. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.
12. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию / В.И. Максимов // Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001). – М.: ИПУ РАН, 2001. – Т. 1. – С. 4-18.
13. Білорус, Т. "МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОИСКА И ОТБОРА ПЕРСОНАЛА." Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка 172 (2015): 20-29.
14. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps // International Journal of Man- Machine Studies. – 1986. – Vol. 11. – P. 65-75.
15. 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.
16. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер — М.: Наука, 1967. — 575 с.
17. Borisov, V. V., & Fedulov, A. S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model. In: International Conference on Neural Information Processing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 918-922.
18. The Verkhovna Rada of Ukraine (2011). Про затвердження Національної рамки кваліфікацій [Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ramky kvalifikatsii]. [Електронний ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF>
19. Цербагов И.А. Математические модели сложных слабоформализуемых систем: компонентный подход // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2 (22). С. 70-78.

Received (Надійшла) 22.02.2021

Accepted for publication (Прийнята до друку) 12.05.2021

Method of decision selection (recruitment) staff based on fuzzy cognitive maps

Daryna Danylenko, Vitalii Martovytskyi, Lukashov Sergiy, Rosinskiy Dmytro, Vladislav Sukhoteplyj

Abstract. The article describes the main stages in the selection of candidates in the field of IT for the staff of modern software development and support companies. The subject of research is theoretical and applied aspects of automation of the stage of personnel selection by the method of cognitive analysis based on fuzzy cognitive maps. The object of the study is the stage of selection in the process of recruitment and employment to meet the needs of enterprises in the required staff. The necessity and generalized requirements for the formation of a fuzzy cognitive map of competencies as a tool for personnel selection with the help of qualitative and quantitative subjective assessments are proved. An algorithm for selecting a candidate based on the analysis of data about him, his answers at interviews, etc. has been developed. This method can also be used in many other tasks related to the selection of candidates. Practical recommendations on the organization of the procedure of selection of candidates by means of base of rules and type of interrelations between the most important criteria are given.

Keywords: outsourcing, automation of personnel selection, list of competencies, fuzzy cognitive maps of Cosco, selection of candidates.