

УДК 005.95/.96:519.816

DOI [https://doi.org/10.24144/2616-7700.2025.46\(1\).188-194](https://doi.org/10.24144/2616-7700.2025.46(1).188-194)**Н. Е. Кондрук¹, О. В. Тирпак²**

¹ ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
доцент кафедри кібернетики і прикладної математики,
кандидат технічних наук
natalia.kondruk@uzhnu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9277-5131>

² ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
аспірант спеціальності прикладна математика
oleksandr.tyrbak@uzhnu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1149-8152>**МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ В
ЗАДАЧІ ПІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ
ІЄРАРХІЙ**

Розглянуто застосування методу аналізу ієрархій (АНР) до задачі багатокритеріального підбору персоналу адаптованої для мережі роздрібної торгівлі регіонального рівня. Побудовано трирівневу ієрархічну модель, що включає ціль, сім критеріїв оцінювання кандидатів та три альтернативи. У межах моделювання враховано як кількісні, так і якісні показники. Застосовано програмне забезпечення SuperDecisions, за допомогою якого виконано обчислення локальних і глобальних пріоритетів альтернатив та проведено сенситивний аналіз. Результати дослідження показали, що найбільший вплив на прийняття рішення мають інвертні критерії віку, частоти зміни роботи, тоді як соціальні характеристики мають дещо обмежений вплив. Визначено найоптимальнішого кандидата на посаду на основі сукупної інтегральної оцінки. Отримані результати можуть бути використані для автоматизації та обґрунтування рішень у сфері управління персоналом.

Ключові слова: метод аналізу ієрархій, АНР, підбір персоналу, багатокритеріальний вибір, прийняття рішень, сенситивний аналіз.

1. Вступ. В умовах сучасного ринку праці ефективність кадрової політики значною мірою залежить від здатності організацій приймати швидкі й обґрунтовані рішення щодо підбору персоналу. Зростання вимог до кваліфікаційного, психологічного та соціального профілю кандидатів ускладнює процедуру прийняття рішень, перетворюючи її на багатокритеріальну задачу. Традиційні методи оцінювання персоналу часто є суб'єктивними та не враховують усіх аспектів складного вибору. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває застосування математичних методів підтримки прийняття рішень. Впровадження таких моделей у практику HR-департаментів сприяє підвищенню якості та об'єктивності відбору кандидатів.

Одним із найбільш ефективних інструментів багатокритеріального аналізу є метод аналізу ієрархій (АНР), розроблений Т. Сааті. Він дозволяє структурувати складні задачі, здійснювати попарне порівняння альтернатив і критеріїв, розраховувати ваги на основі експертних оцінок і визначати найбільш пріоритетну альтернативу. Метод АНР успішно застосовується в різних сферах управлінської діяльності, включаючи логістику, проектний менеджмент, енергетику та медицину. Однак, саме в галузі управління людськими ресурсами застосування цього підходу набуває особливого значення, оскільки забезпечує прозорість, системність та відтворюваність прийняття рішень.

Метою дослідження є розроблення математичної моделі багатокритеріального відбору персоналу адаптованої для мережі роздрібною торгівлі на основі методу АНР, що забезпечує формалізацію процесу прийняття рішень, врахування різнотипних (якісних і кількісних) критеріїв та оцінювання альтернатив із подальшим визначенням найпріоритетнішого кандидата та проведенням чутливого аналізу для оцінки стійкості моделі до змін вагових коефіцієнтів критеріїв.

2. Огляд літератури. Фундаментальна праця Сааті [1] вводить концепцію АНР, засновану на парному порівнянні критеріїв і альтернатив для визначення їхньої відносної ваги, пропонуючи математичну основу для структурування складних рішень. Подальший розвиток методології, представлений Сааті та Варгасом [2], розширює АНР через інтеграцію з аналітичним мережевим процесом (ANP) і демонструє його застосування в управлінні та інженерії. Для практичного використання автори [3] надають спрощені інструкції, акцентуючи на доступності АНР для вирішення управлінських завдань.

Інтеграція АНР з нечіткою логікою, розглянута в [4], дозволяє враховувати невизначеність у суб'єктивних оцінках, зокрема при відборі персоналу. Огляд [5] систематизує застосування АНР у логістиці, освіті та охороні здоров'я, підкреслюючи його універсальність і обмеження. В [6] аналізують еволюцію АНР і ANP за 2000–2019 роки, порівнюючи їх з іншими методами та відзначаючи адаптацію до сучасних викликів.

Сучасні дослідження демонструють інноваційні підходи до АНР. В [7] поєднано АНР з машинним навчанням для оцінки екологічно стійких тракторів, демонструючи потенціал гібридних методів. В [8] застосовано АНР для оцінки психологічного розширення прав і можливостей працівників, підкреслюючи його роль у соціальних дослідженнях. У сфері розумних медичних систем в [9] використовують АНР для ранжування критеріїв управління здоров'ям, а в [10] адаптують метод для оцінки компетенцій у секторі освітніх технологій.

Отже, аналіз літературних джерел свідчить про високу релевантність та універсальність методу АНР у сфері управління персоналом. Існуючі підходи демонструють як класичні, так і гібридні форми реалізації цього методу, що дозволяє адаптувати його до специфіки конкретного підприємства, умов ринку та профілю вакансій.

На відміну від загальних підходів до застосування АНР, дане дослідження інтегрує кількісні та якісні показники у модель підбору персоналу для мережі магазинів роздрібною торгівлі регіонального рівня, що дозволить отримати модель більш адаптивну до реальних умов ринку праці та детальнішу картину компетентності кандидатів.

3. Моделі і методи.

3.1. Формалізація задачі. Ієрархічна модель прийняття рішення побудована на основі відомостей отриманих від особи, що приймає рішення (ОПР) та включає три рівні.

Рівень 1 (Мета). Вибір найкращого кандидата.

Рівень 2 (Критерії):

- зовнішній вигляд (Physical Appearance);
- мовлення (Verbal Communication Skills);
- локація проживання (Place of Residence);

- обмеженість з релігійних причин (Religious Constraints);
- вік кандидата (Age);
- наявність дітей до 12 років (Presence of Young Children);
- частота зміни місця роботи (Job Turnover Rate).

Рівень 3 (Альтернативи): три кандидати на посаду.

3.2. Побудова матриці попарних порівнянь. Для визначення ваг критеріїв було сформовано матрицю попарних порівнянь з урахуванням шкали Сааті [1, 2], яка передбачає оцінювання відносної важливості кожного критерію по відношенню до інших. Значення елементів матриці можуть набувати величин від 1 до 9 або обернених до них ($1/2, 1/3, \dots, 1/9$), що відображає перевагу одного критерію над іншим.

Таблиця 1.

Матриця попарних порівнянь критеріїв за методом аналізу ієрархій

Критерії	PA	VCS	PR	RC	Age	PYC	JTR
PA	1	3	1/7	6	1/5	1/4	1/9
VCS	1/3	1	1/9	6	1/9	1/5	1/7
PR	7	9	1	1/2	2	1/3	1/3
RC	1/6	1/6	2	1	1/9	1/9	1/9
Age	5	9	1/2	9	1	3	1
PYC	4	5	3	9	1/3	1	1/4
JTR	9	7	3	9	1	4	1

Отриману матрицю було використано для обчислення локальних ваг $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ критеріїв за допомогою методу нормалізації або обчислення власного вектора.

3.3. Перевірка узгодженості [1, 2]. Для визначення рівня узгодженості експертних оцінок розраховується індекс узгодженості (CI) та коефіцієнт узгодженості (CR):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1},$$

де λ_{\max} — найбільше власне значення матриці попарних порівнянь, яке можна наближено обчислити за формулою:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j^* \right) / w_i^*,$$

де a_{ij} — елемент матриці попарного порівняння (відношення важливості критерію i до критерію j), n — кількість критеріїв, w_i^* — нормалізована вага критерію i у векторі w^* .

Коефіцієнт узгодженості:

$$CR = \frac{CI}{RI},$$

де RI — середнє значення індексу випадкової узгодженості для матриці порядку n . Так як, $CR = 0.094 < 0.1$, то матриця вважається узгодженою, а міркування ОПР непротирічливими.

4. Експерименти. Для перевірки ефективності запропонованого підходу було проведено експериментальне дослідження з використанням програмного забезпечення SuperDecisions [11], яке реалізує метод аналізу ієрархій (АНР).

4.1. Побудова моделі у SuperDecisions. Ієрархічна структура задачі, яка включає ціль, сім критеріїв і три альтернативи (Person 1, Person 2, Person 3), була повністю реалізована у середовищі SuperDecisions. Інтерфейс програми дозволив візуально представити модель, створити необхідні вузли та кластери цілі, критеріїв та альтернатив, реалізувати зв'язки між ними відповідно до заданої структури.

4.2. Порівняння альтернатив. На основі експертних суджень були проведені попарні порівняння альтернатив за кожним критерієм. Для суб'єктивних критеріїв (зовнішній вигляд, мовлення, локація проживання) використовувалась шкала Сааті та думка ОНР. Для кількісних показників (вік, кількість дітей, частота зміни місця роботи) порівняння здійснювалося прямим способом введення фактичних значень. Оцінювання виконувалося наступним чином:

- за критерієм зовнішнього вигляду експертні оцінки засвідчили перевагу кандидата 1 над іншими;
- за мовленням найвищу оцінку отримав кандидат 2;
- за локацією проживання перевага була віддана кандидатам 1 і 2;
- за кількісними критеріями (вік, діти, зміна роботи) значення було введено безпосередньо у відповідні порівняльні таблиці та автоматично нормалізовано системою.

Усі оцінки вводилися до відповідних локальних матриць у SuperDecisions, після чого система виконувала обчислення локальних пріоритетів для кожної альтернативи.

5. Результати. На завершальному етапі моделювання було отримано глобальні пріоритети кандидатів, що базуються на об'єднанні локальних пріоритетів альтернатив за кожним критерієм з відповідними вагами критеріїв. Результати розрахунку були згенеровані у вигляді матриці обмежень (Limit Matrix), яка відображає остаточні впливи всіх критеріїв на альтернативи з урахуванням ієрархічної структури моделі.

5.1. Ваги критеріїв. Інтегральні ваги критеріїв визначено за допомогою парних порівнянь та представлено у таблиці 2.

Таблиця 2.

Ваги критеріїв

Критерій	PA	VCS	PR	RC	Age	PYC	JTR
Вага	0.0268	0.0177	0.0997	0.0084	0.1323	0.0518	0.1640
Відсоткова вага	5%	4%	19%	2%	26%	11%	32%

5.2. Глобальні пріоритети кандидатів. Глобальні ваги альтернатив сформовано у результаті автоматичної агрегації у SuperDecisions. Підсумкові значення пріоритетів наведено у таблиці 3.

6. Обговорення. Використання програмного забезпечення SuperDecisions дало змогу не лише отримати інтегральні оцінки кандидатів, але й провести

Таблиця 3.

Глобальні пріоритети кандидатів

Альтернатива	Person 1	Person 2	Person 3
Глобальний пріоритет	28%	31%	41%

повноцінний сенситивний аналіз для оцінки впливу ваг окремих критеріїв на остаточне ранжування альтернатив.

6.1. Інтерпретація глобальних оцінок. Аналіз показав, що найвищу глобальну оцінку отримала альтернатива «Person 3» (41%), що зумовлено його перевагами за такими «впливовими» критеріями, як вік, частота зміни місця роботи та наявність дітей. Значення пріоритетів кандидатів відображає не лише їхні абсолютні характеристики, а й відносну важливість кожного критерію в контексті ухвалення рішення (табл. 2).

6.2. Сенситивний аналіз. Сенситивний аналіз, дозволив оцінити, наскільки стабільною є модель щодо зміни ваг окремих критеріїв. На рис.1 представлено графіки залежності нормалізованих пріоритетів кандидатів від ваг критеріїв. Основні висновки з аналізу наступні.

- Критерії зовнішнього вигляду та наявності малолітніх дітей є найчутливішими, вони мають по три точки зміни рангів. Також кожен з них має точки зміни пріоритетів для обраної альтернативи 3. З іншого боку ці точки лежать не в околі ваги критерію (пунктирної лінії).
- Критерій частоти зміни роботи також має точки зміни рангів, але не для фаворитної альтернативи.
- Інші критерії мають обмежений вплив: їх зміна не призводить до перетину ліній пріоритетів, отже, не змінює ранжування. Це вказує на стійкість моделі до зміни ваг другорядних характеристик, що демонструє слабку диференціюючу здатність цих критеріїв у контексті даної вибірки кандидатів.

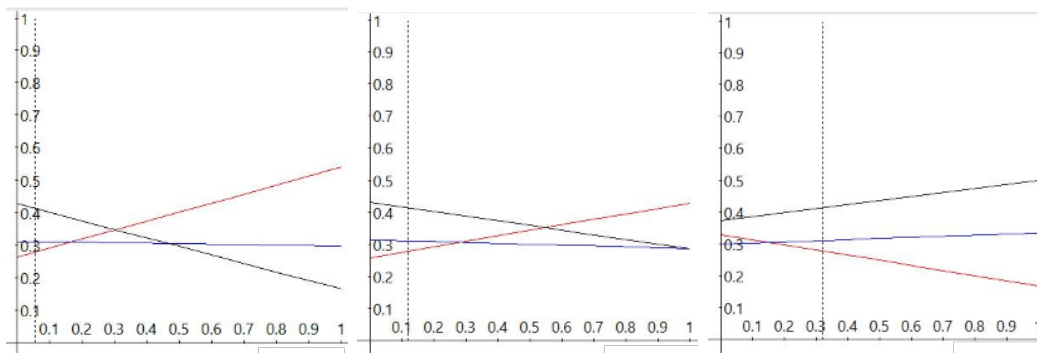


Рис. 1. Фрагмент сенситивного аналізу критеріїв а) РА, б) РУС, в) ЖТР.

6.3. Узагальнений аналіз. Отримані результати дозволяють стверджувати, що модель є загалом стійкою, однак її чутливість до змін ваг критеріїв, пов'язаних із зовнішнім виглядом та наявністю малолітніх дітей, вимагає особливої

уваги під час прийняття остаточного рішення. Таким чином, сенситивний аналіз виступає важливим етапом перевірки надійності моделі та виявлення критичних факторів, які найбільше впливають на результат.

7. Висновки. У рамках дослідження запропоновано і реалізовано модель багатокритеріального підбору персоналу на основі методу аналізу ієрархій (АНР), адаптовану до умов мережі магазинів роздрібної торгівлі на регіональному рівні. Розроблена ієрархічна структура, яка охоплює як об'єктивні кількісні, так і суб'єктивні якісні критерії, дозволила здійснити комплексну оцінку кандидатів з урахуванням реалій сучасного ринку праці.

Наукова новизна дослідження полягає у: розробці моделі, що поєднує кількісні та якісні показники у контексті підбору персоналу для галузі роздрібної торгівлі; проведенні сенситивного аналізу, який дозволив оцінити високу стабільність прийнятого рішення.

Практична значущість дослідження полягає в тому, що: модель може бути використана у відділах кадрів роздрібних компаній для систематизації процесу найму; результат моделювання дозволяє зменшити суб'єктивність у процесі добору та зробити вибір максимально прозорим і логічно обґрунтованим; підхід може бути масштабований або адаптований до інших галузей та типів вакансій.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на автоматизацію введення даних, інтеграцію з CRM-системами або використання гібридних моделей, що поєднують АНР із методами машинного навчання.

Список використаної літератури

1. Saaty T. L. The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, and resource allocation. New York : McGraw-Hill, 1980. 287 p.
2. Saaty T. L., Vargas L. G. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. Boston, MA : Springer US, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
3. Mu E., Pereyra-Rojas M. Practical decision making using the analytic hierarchy process. Cham : Springer, 2017. 200 p.
4. Güngör Z., Serhadlıoğlu G., Kesen S. E. A fuzzy AHP approach to personnel selection problem. *Applied Soft Computing*. 2009. Vol. 9, No. 2. P. 641–646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2008.09.003>
5. Vaidya O. S., Kumar S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*. 2006. Vol. 169, No. 1. P. 1–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
6. Khan A. U., Ali Y. ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) AND ANALYTIC NETWORK PROCESS METHODS AND THEIR APPLICATIONS: A TWENTY YEAR REVIEW FROM 2000-2019. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. 2020. Vol. 12, No. 3. P. 369–459. DOI: <https://doi.org/10.13033/ijahp.v12i3.822>
7. Machine learning and analytic hierarchy process integration for selecting a sustainable tractor / H. A. A. Sayed et al. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, No. 1. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78023-z>
8. The Use of the Analytic Hierarchy Process in Improving Psychological Empowerment and Employee Performance / Q. Gao et al. *Journal of Organizational and End User Computing*. 2023. Vol. 35, No. 3. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.4018/joeuc.321171>
9. AHP-based multi-criteria decision-making approach for monitoring health management practices in smart healthcare system / S. Pant et al. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 2023. P. 1444–1455. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13198-023-01904-5>
10. Sarangi P., Mishra R., Padhi A. Balancing skills and expectations: AHP analysis of competency-based recruitment in the EdTech sector. *Future Business Journal*. 2025. Vol. 11, No. 1. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00483-0>

11. Creative Decisions Foundation. Super Decisions. URL: <https://www.superdecisions.com> (дата звернення: 10.04.2025).

Kondruk N. E., Tyrpak O. V. Modeling Multi-Criteria Selection In Personnel Recruitment Using The Analytic Hierarchy Process.

The article examines the application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to the task of multi-criteria personnel recruitment, adapted for a regional-level retail network. A three-level hierarchical model was developed, including the goal, seven evaluation criteria for candidates, and three alternatives. The modeling process incorporated both quantitative and qualitative indicators. The SuperDecisions software was used to perform calculations of local and global priorities of alternatives and to conduct a sensitivity analysis. The research results showed that the inverted criteria of age and job change frequency have the greatest impact on decision-making, whereas social characteristics have a somewhat limited influence. The most optimal candidate for the position was identified based on the overall integrated evaluation. The obtained results can be utilized for the automation and justification of decision-making in the field of human resource management.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, AHP, personnel recruitment, multi-criteria selection, decision-making, sensitivity analysis.

References

1. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, and resource allocation*. New York: McGraw-Hill.
2. Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
3. Mu, E., & Pereyra-Rojas, M. (2017). *Practical decision making using the analytic hierarchy process*. Cham: Springer.
4. Güngör, Z., Serhadlıoğlu, G., & Kesen, S. E. (2009). A fuzzy AHP approach to personnel selection problem. *Applied Soft Computing*, 9(2), 641–646. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2008.09.003>
5. Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
6. Khan, A. U., & Ali, Y. (2020). Analytical hierarchy process (AHP) and analytical network process methods and their applications: A twenty year review from 2000–2019. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 12(3), 369–459. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v12i3.822>
7. Sayed, H. A. A., El-Sayed, M., Abdel-Magied, R., & El-Khateeb, A. (2024). Machine learning and analytic hierarchy process integration for selecting a sustainable tractor. *Scientific Reports*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78023-z>
8. Gao, Q., Liu, Y., Zhang, X., & Wang, L. (2023). The use of the analytic hierarchy process in improving psychological empowerment and employee performance. *Journal of Organizational and End User Computing*, 35(3), 1–22. <https://doi.org/10.4018/joeuc.321171>
9. Pant, S., Kumar, A., Ram, M., & Kumar, A. (2023). AHP-based multi-criteria decision-making approach for monitoring health management practices in smart healthcare system. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 1444–1455. <https://doi.org/10.1007/s13198-023-01904-5>
10. Sarangi, P., Mishra, R., & Padhi, A. (2025). Balancing skills and expectations: AHP analysis of competency-based recruitment in the EdTech sector. *Future Business Journal*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00483-0>
11. Creative Decisions Foundation. (n.d.). *Super Decisions*. (April 20, 2025). Retrieved from <https://www.superdecisions.com>

Одержано 21.03.2025