

УДК 519.8

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2025.83-93>

Григорій ГНАТІЄНКО, канд. техн. наук

ORCID ID: 0000-0002-0465-5018

e-mail: g.gna54@gmail.com

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Олег ІЛАРІОНОВ, канд. техн. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0002-7435-3533

e-mail: oleg.ilarionov@knu.ua

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ганна КРАСОВСЬКА, канд. техн. наук, доц.

ORCID ID: 0000-0003-1986-6130

e-mail: hanna.krasovska@knu.ua

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Євген ПАТКІН, асист.

ORCID ID: 0009-0001-2538-1204

e-mail: yevhen.patkin@knu.ua

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВІДБОРУ КАНДИДАТІВ ПРИ ДОКУМЕНТАЛЬНОМУ ПІДХОДІ ОЦІНЮВАННЯ ЇХНЬОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У цій роботі розглядаються постановка задачі та математична модель автоматизованого відбору кандидатів при документальному підході, який застосовується для оцінювання їхньої компетентності. Наводяться етапи відбору кандидатів та інструментарій визначення мір схожості між профілями вимог до посади та документальними профілями кандидатів. Описано мету роботи, постановку задачі та математичну модель автоматизованого підбору кандидатів. Розглядається також освітня траєкторія як непряме обґрунтування використання документального підходу при виборі персоналу та у задачах оцінювання компетентності експертів.

Ключові слова: *Відбір кандидатів, документальний підхід, міра схожості, модель, формалізація, освітня траєкторія.*

Вступ

В умовах стрімкого розвитку технологій та перманентних змін на ринку праці, актуальною проблемою є забезпечення оперативної та адекватної оцінки персоналу. Причиною постійної уваги до об'єктивного та обґрунтованого оцінювання є необхідність зважати на суб'єктивні аспекти прийняття рішень у всіх процедурах, пов'язаних, зокрема, з відбором кандидатів для різноманітних задач вибору та прийняття рішень.

Такі підходи дозволяють мінімізувати вплив суб'єктивізму при проведенні рекрутингу та відбору персоналу. Автоматизований підхід може бути корисним у ситуаціях прийняття рішень, які характеризуються, зокрема, такими основними факторами:

- велика кількість кандидатів;
- існує можливість достовірної самопрезентації кандидатів, яку є можливість вибірково перевірити;
- у задачі дуже вагомий суб'єктивний фактор тощо.

Основна частина і результати

Постановка задачі та математична модель автоматизованого відбору кандидатів при документальному підході.

Нехай в ситуації прийняття рішення, пов'язаній з кадровим менеджментом, встановлюється вимога до рівня освіти кандидатів і можливість і необхідність формалізувати вимоги до досвіду роботи, який вимагається від кандидата. Нехай ця вимога характеризується вектором, що складається з двох елементів

$$x = (x_1, x_2). \quad (1)$$

У векторі (1) елемент x_1 відповідає галузі або галузям знань, за якими кандидат одержав освіту і, у свою чергу, складається з трьох елементів:

$$x_1 = (x_{11}, x_{12}, x_{13}); \quad (2)$$

x_2 – досвід роботи, який у свою чергу, також є вектором і складається з двох елементів:

$$x_2 = (x_{21}, x_{22}), \quad (3)$$

x_{21} – напрямок діяльності кандидата;

x_{22} – тривалість роботи на відповідній посаді в роках або кількість експертиз, які офіційно здійснювалися кандидатом.

Таким чином, розроблення профілю ідеального кандидата, означає, передусім формалізацію набору його навичок, оцінювання компетенцій, визначення рівня досвіду.

Способи задання вимог до документального рівня кандидатів мають такий же формат, як вимоги до посади чи до профілю ідеального кандидата виду (1)–(3). Тобто, залежно від практичної ситуації, рекрутер або самі кандидати задають фідбек у вигляді векторів виду

$$q_i = (q_{i1}, q_{i2}), i \in I = \{1, \dots, n\}, \quad (4)$$

де q_{i1} , у свою чергу, також є вектором, який складається з трьох елементів

$$q_{i1} = (q_{i11}, q_{i12}, q_{i13}), i \in I. \quad (5)$$

Значення елементів у формулі (5) відповідають тим спеціальностям за дипломами, відповідно, 1, 2 та 3 рівнів освіти, які одержав кандидат. Якщо диплома відповідного рівня у кандидата немає, значення елемента, що відповідає цьому рівню освіти, в такому випадку покладається рівним нулю.

Другий елемент вектора (4), у свою чергу, також є вектором, який складається з двох елементів:

$$q_{i2} = (q_{i21}, q_{i22}, q_{i23}), i \in I. \quad (6)$$

Досвід роботи у виразі (6) вибирається з меню, в якому формалізовано галузі діяльності кандидатів.

Зауваження 1. У всіх значеннях векторів (1)–(6) та їх елементів допускається застосування логічних виразів з використанням знаків диз'юнкції & та кон'юнкції V .

Необхідно на основі аналізу векторів (1)–(3) та (4)–(6) визначити міру близькості вимог роботодавця чи організатора відбору та профілів кандидатів. В подальшому, після обчислення цих мір близькості, складається рейтинг і здійснюється вибір.

Евристика Е1. Якість проходження освітньої траєкторії є достатньою для того, щоб стверджувати, що власником документа про вищу освіту достатньою мірою засвоєно задекларовані програмні результати і набуто відповідних компетенцій.

Обґрунтування евристики E1 деякою мірою описується у цій роботі нижче у розділі «Освітня траєкторія як обґрунтування використання документального підходу» (Parionov, Hnatiienko, & Krasovska, 2024; Іларіонов та ін., 2024).

Якість проходження освітньої траєкторії може бути визначена також на основі тестування кандидатів (Гнатієнко & Гнатієнко, 2020; Hnatiienko та ін., 2021). Залежно від освітньої траєкторії, можна передбачити математичне сподівання засвоєння компетенцій.

Евристика E2. Відстані між програмами адекватно відображають кореляцію між знаннями, навичками, компетенціями власників дипломів чи інших документів про здобуття різних рівнів вищої освіти: бакалавра, магістра чи доктора філософії.

Виходячи з евристик E1 та E2 та математичної моделі, описаної формулами (1)-(6), можна застосовувати метрики для вимірювання відстаней між профілями посад (1)-(3) та профілями кандидатів (4)-(6). Введемо метрику, на основі якої будемо визначати відстані від профілю ідеального кандидата, тобто «еталона», заданого формулами (1)-(3), до профілю кожного з кандидатів виду (4)-(6)

$$d_i = d(x, q_i), i \in I \quad (7)$$

Для цього спочатку створюється експертним шляхом матриця схожості спеціальностей M_s та матриця схожості галузей M_g . Вводяться також додаткові евристики, які відображають різноманітні взаємозв'язки між різними спеціальностями та різними галузями знань.

На наступному етапі відбору за результатами технічної співбесіди та оцінок близькості досвіду кандидатів та його тривалості уточнюються одержані значення (4)-(6), залежно від рівня посади. При цьому може робитися акцент на креативність, різнобічність інтересів, глибину спеціальних знань, широту поглядів на майбутню діяльність тощо.

Етапи прийняття рішень щодо підбору та відбору кандидатів на посади.

Підбір або рекрутинг персоналу є різнобічним процесом: це пошук, залучення, відбір, інтерв'ю, наймання. У свою чергу,

відбір персоналу – це оцінка та вибір тих, що вже залучені до процесу рекрутингу.

Відбір персоналу є однією зі стадій підбору, що фокусується на оцінці професійних та психологічних якостей кандидатів. Відбір кандидатів – це оцінка резюме, аналіз компетенцій, визначення рівня професійності, проведення співбесід, здійснення тестування (Гнатієнко & Гнатієнко, 2020; Hnatiienko та ін., 2021).

Оцінка кандидатів, як правило, зводиться до проведення співбесід, організації інтерв'ю з ними, тестування знань та навичок, а також оцінка відповідності кандидата корпоративній культурі (Hnatiienko, 2023; Hnatiiehko та ін., 2023).

Серед найпопулярніших підходів до оцінювання персоналу на етапі відбору слід зазначити:

- визначення відповідності профіля кандидата профілю посади;
- тестування кандидатів;
- побудова правил вибору та попередня класифікація кандидатів;
- документальний підхід тощо.

Причому, кожен з наведених підходів є багатограним, різноплановим та неоднозначним у застосуванні. Можливі напрямки застосування автоматизованого експрес аналізу кандидатів, які можуть застосовуватися на практиці у різних ситуаціях прийняття рішень:

- підбір експертів для створення експертної групи в різних галузях діяльності та в різних предметних областях;
- визначення рецензентів при проведенні конкурсів студентських наукових робіт;
- визначення рецензентів та опонентів при формуванні разових вчених рад із захисту докторських дисертацій;
- початковий відбір членів спеціалізованих вчених рад із захисту докторських дисертацій;
- відбір кандидатів на деяку вакантну посаду;
- попередня оцінка кандидатів у різних конкурсах при застосуванні послідовного аналізу і відсіювання заздалегідь

безперспективних варіантів (Hnatiiehko та ін., 2024a; Hnatiiehko та ін., 2024b);

– формування програмних комітетів міжнародних конференцій (Hnatiienko, Snytyuk, & Tmienova, 2021);

– формування редакційних колегій наукових журналів (Hnatiiehko та ін., 2024c) тощо.

Етапи прийняття рішень щодо підбору та відбору кандидатів на посади.

При оцінюванні персоналу, зокрема, при визначенні рівня відносної компетентності експертів, найбільш розповсюдженими, популярними та дієвими є такі групи інструментів оцінювання:

1. Документальний підхід;
2. Самооцінка;
3. Взаємооцінка;
4. Комбіновані методи;
5. Тестування;

6. Об'єктивні підходи: Результативність участі у попередніх експертизах; За результатами контрольної експертизи; Дослідження участі у конкретній експертизі.

Освітня траєкторія як неряме обґрунтування можливості використання документального підходу.

На основі поданих документів можна відобразити якість проходження освітньої траєкторії.

Математична модель процесу вибору ґрунтується на моделі KFS (Knowledge Flow Structure). Зв'язок між компетенціями, програмними результатами та освітніми компонентами можна представити у вигляді моделі KFS (рис. 1).

Для кожної освітньої програми можна створити матрицю, яка будується у такому форматі

$$M = (m_{ij})_{k \times n}, \quad (8)$$

де: i – номер освітнього компонента (ОК);

j – номер програмного результату (ПР).

Елементи матриці виду (8) $m_{ij} \in M$, $i = 1, \dots, k$; $j = 1, \dots, n$, відображують кількість кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЄКТС), що спрямовані на досягнення го ПР через й ОК.

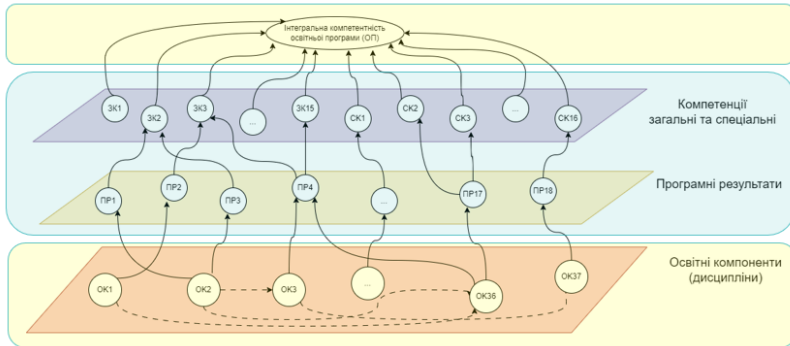


Рис. 1. Модель KFS зв'язків між компетенціями, програмними результатами та освітніми компонентами

На основі матриці (8) обчислюється загальний профіль ОП як вектор

$$V = (v_j), j = 1, \dots, n, \quad (9)$$

де $v_j = \sum_{i=1}^k m_{ij}, j = 1, \dots, n$.

Формалізація профілю освітньої програми виду (9) може бути представлена як вектор розподілу кредитів ЄКТС по програмним результатам (ПР):

$$P = (p_l), l = 1, \dots, s, \quad (10)$$

де s – кількість кредитів для l -го ПР.

Дискусія і висновки

У цій роботі авторами розглянуто актуальні задачі автоматизованого відбору кандидатів при документальному підході оцінювання їхньої компетентності.

Наведено постановку задачі та математичну модель автоматизованого відбору кандидатів при документальному підході та описано формалізацію цієї задачі.

Для доповнення інформації при побудові математичної моделі та вивченні відповідної проблематики вводяться додаткові евристики, на основі яких забезпечується логіка дослідження щодо оцінювання якості освітньої траєкторії.

Розглядається структура та послідовне представлення етапів прийняття рішень щодо рекрутингу та відбору кандидатів на посади.

Наводяться найпопулярніші підходи до оцінювання персоналу на етапі відбору – оцінювання, тестування та забезпечення обгрунтованої процедури формалізованого рейтингування.

Наводиться формалізація забезпечення освітньої траєкторії як основний формалізм при моделюванні задачі відбору кандидатів та обгрутованого визначення їхнього рейтингу.

Усі описані у цій роботі підходи до моделювання процесів рекрутингу при проходженні процесів відбору персоналу є актуальними, обгрутованими та перспективними.

Список використаних джерел

Ларіонов О., Гнатієнко Г., Красовська Г. (2024). Modeling the profile of higher education programs. *Information Technology and Implementation (Satellite): Conference Proceedings, 21 листопада 2024, Київ, Україна* / Київський національний університет імені Тараса Шевченка та ін.; за ред. В. Снитюка. Київ: Видавництво «Caravela», с. 168–171.

Ларіонов О., Красовська Г., Гнатієнко Г., Красовська К., Зулунов Р. (2024). Математична модель збалансованості профілів освітніх програм вищої школи. *Інформаційні технології та безпека. Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції ІТБ-2024*. Київ: Інжиніринг, с. 92–96.

Гнатієнко Г.М., Гнатієнко В.Г. (2020). Технологія тестування з використанням закритих запитань при множинному виборі варіантів відповідей. *Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві: збірник тез доповідей і наукових повідомлень учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2020 р.)* / за заг. ред. В.Л. Плєскача, В.Л. Міронова. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, с. 55–64.

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., Tmienova, N., Voloshyn, O. (2021). Application of expert decision-making technologies for fair evaluation in testing problems. *Selected Papers of the XX International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2020), Kyiv, Ukraine, 10 грудня 2020* / CEUR Workshop Proceedings, 2859, с. 46–60.

Hnatiienko, H.M. (2023). Mathematical model of the influence of corporate culture on engagement, satisfaction and loyalty of organizational staff. *Intelligent Solutions-S: Proceedings of the International Symposium, 28 вересня 2023, Київ–Ужгород, Україна* / Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка та ін.; за ред. В.С. Снитюка. Київ: Видавництво «Caravela», с. 78–81.

Hnatiienko, H., Hnatiienko, O., Tmienova, N., Snytyuk, V. (2023). Mathematical model of management of the corporate culture of the organizational system. *CEUR Workshop Proceedings, 3624, с. 250–265. 10th International Scientific Conference "Information Technology and Implementation", IT and I 2023, Київ, 20–21 листопада 2023.*

Hnatiienko, H., Domanetska, I., Hnatiienko, O., Khrolenko, Y. (2024a). Tasks' analysis of the intelligent system for conducting project competitions. *Управління розвитком складних систем*, 60, с. 113–120. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.113-120>

Hnatiienko, H., Domanetska, I., Hnatiienko, O., Khrolenko, Y. (2024b). Scheme of sequential analysis of options for creating an intelligent system for analyzing competitive proposals for urban transformation. *CEUR Workshop Proceedings*, 3942, с. 12–25. *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference "Applied Information Systems and Technologies in the Digital Society" (AISTDS 2024)*, Київ, 1 жовтня 2024.

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., Tmienova, N. (2021). Calculation of the integral quality index of a scientific event in the context of the interests of a scientific institution. *Selected Papers of the XXI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2021)*, Kyiv, Ukraine, 9 грудня 2021 / *CEUR Workshop Proceedings*, 3241, с. 79–91.

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., Tmienova, N., Ivanchenko, O., Patkin, Y. (2024c). Mathematical model and approaches to quantitative analysis of metadata of scientific articles. *CEUR Workshop Proceedings*, 3933, с. 103–119. *Proceedings of the Information Technology and Implementation (IT&I) Workshop: Intelligent Systems and Security (IT&I-WS 2024: ISS)*, Київ, 20–21 лютого 2024.

References

Ilarionov, O., Hnatiienko, H., & Krasovska, H. (2024). Modeling the profile of higher education programs. In *Information Technology and Implementation (Satellite): Conference Proceedings, November 21, 2024, Kyiv, Ukraine* (pp. 168–171). Taras Shevchenko National University of Kyiv; Vitaliy Snytyuk (Ed.). Kyiv: Caravela Publishing House.

Ilarionov, O., Krasovska, H., Hnatiienko, H., Krasovska, K., & Zulunov, R. (2024). Mathematical model of balancing profiles of higher education programs. In *Information Technologies and Security: Proceedings of the XXIV International Scientific and Practical Conference ITB-2024* (pp. 92–96). Kyiv: Inzhyniring. [in Ukrainian]

Hnatiienko, H. M., & Hnatiienko, V. H. (2020). Testing technology using closed questions with multiple choice options. In *Applied Systems and Technologies in the Information Society: Abstracts of the IV International Scientific and Practical Conference (Kyiv, September 30, 2020)* (pp. 55–64). V. L. Pleskach & V. L. Mironov (Eds.). Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv. [in Ukrainian]

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., Tmienova, N., & Voloshyn, O. (2021). Application of expert decision-making technologies for fair evaluation in testing problems. In *Selected Papers of the XX International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2020)*, Kyiv, Ukraine, December 10, 2020 (Vol. 2859, pp. 46–60). *CEUR Workshop Proceedings*.

Hnatiienko, H. M. (2023). Mathematical model of the influence of corporate culture on engagement, satisfaction and loyalty of organizational staff. In *Intelligent Solutions-S: Proceedings of the International Symposium, September 28, 2023, Kyiv–*

Uzhhorod, Ukraine (pp. 78–81). Ministry of Education and Science of Ukraine; Taras Shevchenko National University of Kyiv; Vitaliy Ye. Snytyuk (Ed.). Kyiv: Caravela Publishing House.

Hnatiienko, H., Hnatiienko, O., Tmienova, N., & Snytyuk, V. (2023). Mathematical model of management of the corporate culture of the organizational system. In *Proceedings of the 10th International Scientific Conference "Information Technology and Implementation", IT and I 2023, Kyiv, November 20–21, 2023* (Vol. 3624, pp. 250–265). CEUR Workshop Proceedings.

Hnatiienko, H., Domanetska, I., Hnatiienko, O., & Khrolenko, Y. (2024a). Tasks' analysis of the intelligent system for conducting project competitions. *Management of Development of Complex Systems*, 60, 113–120. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.113-120>

Hnatiienko, H., Domanetska, I., Hnatiienko, O., & Khrolenko, Y. (2024b). Scheme of sequential analysis of options for creating an intelligent system for analyzing competitive proposals for urban transformation. In *Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference "Applied Information Systems and Technologies in the Digital Society" (AISTDS 2024), Kyiv, October 1, 2024* (Vol. 3942, pp. 12–25). CEUR Workshop Proceedings.

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., & Tmienova, N. (2021). Calculation of the integral quality index of a scientific event in the context of the interests of a scientific institution. In *Selected Papers of the XXI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2021), Kyiv, Ukraine, December 9, 2021* (Vol. 3241, pp. 79–91). CEUR Workshop Proceedings.

Hnatiienko, H., Snytyuk, V., Tmienova, N., Ivanchenko, O., & Patkin, Y. (2024c). Mathematical model and approaches to quantitative analysis of metadata of scientific articles. In *Proceedings of the Information Technology and Implementation (IT&I) Workshop: Intelligent Systems and Security (IT&I-WS 2024: ISS), Kyiv, November 20–21, 2024* (Vol. 3933, pp. 103–119). CEUR Workshop Proceedings.

Отримано редакцією журналу / Received: 17.09.25

Прорецензовано / Revised: 27.09.25

Схвалено до друку / Accepted: 01.10.25

Hryhorii HNATIENKO, PhD (Engin.)

ORCID ID: 0000-0002-0465-5018

e-mail: g.gna54@gmail.com

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Oleh ILARIONOV, PhD (Engin.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0002-7435-3533

e-mail: oleg.ilarionov@knu.ua

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Hanna KRASOVSKA, PhD (Engin.), Assoc. Prof.
ORCID ID: 0000-0003-1986-6130
e-mail: hanna.krasovska@knu.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Yevhen PATKIN, Assist.
ORCID ID: 0009-0001-2538-1204
e-mail: yevhen.patkin@knu.ua
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

MATHEMATICAL MODEL OF AUTOMATED SELECTION OF CANDIDATES WITH A DOCUMENTARY APPROACH TO ASSESSING THEIR COMPETENCE

This paper examines the problem statement and mathematical model of automated candidate selection using a documentary approach, which is used to assess their competence. The stages of candidate selection and the tools for determining the similarity measures between job requirement profiles and documentary candidate profiles are presented. The purpose of the work, the problem statement and the mathematical model of automated candidate selection are described. The educational trajectory is also considered as an indirect justification for using a documentary approach in personnel selection and in tasks of assessing the competence of experts.

Keywords: *candidate selection, documentary approach, similarity measure, model, formalization, educational trajectory.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.