НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЗОЛОТУХА РОМАН АНДРІЙОВИЧ

УДК 004:005.8

ДИСЕРТАЦІЯ
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ КОМАНД ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІТ ПРОЕКТІВ

122 – Комп’ютерні науки
12 – Інформаційні технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Р.А.Золотуха

Науковий керівник:
Глазунова Олена Григорівна,
доктор педагогічних наук, професор,
декан факультету інформаційних технологій

КИЇВ - 2024

АНОТАЦІЯ

Золотуха Р. А. **Інформаційна технологія формування адаптивних команд для реалізації ІТ проєктів.** Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі представлені результати проведених здобувачем досліджень, які виконують актуальне наукове завдання створення методу та інформаційної технології формування адаптивних команд для реалізації ІТ проєктів, що має істотне значення для розвитку інформаційних технологій.

Об'єкт дослідження – процес формування адаптивної команди для роботи над ІТ проєктом.

Предмет дослідження – методи та інформаційна технологія, спрямована на оптимізацію та автоматизацію процесу підбору кандидатів для формування адаптивних ІТ команд. Дослідження зосереджене на розробці та впровадженні алгоритму та інструментарію, що допоможе організаціям швидко та ефективно створювати команди для успішної реалізації ІТ проєктів.

Інформаційні технології є однією з ключових галузей економіки України, яка забезпечує значну частину ВВП, а також на внутрішній ринок праці. Успішна реалізація ІТ проєктів є важливою умовою розвитку цієї галузі. Згідно з наявними джерелами, український експорт ІТ-послуг зріс з 400 млн доларів США у 2010 році до 7,35 млрд доларів США у 2022 році.

2022 рік став для українського ІТ рекордним по кількості наданих послуг, проте і став найважчим роком для всієї України. Повномасштабне вторгнення росії в Україну вплинуло на всі сфери людського життя, змінило умови, в яких довелось існувати і до яких довелось пристосовуватись українському ринку праці, зокрема ІТ ринку. Зима початку 2022 року принесла окупацію частини територій, постійні обстріли мирних міст, мобілізацію частини ІТ спеціалістів до лав Збройних Сил України, або вимушений переїзд у більш безпечні

території України, або країн-партнерів, які приймають біженців з України. Блекаути, проблеми з електроенергією та доступом до інтернету, опаленням та водою – також не могли не вплинути на ІТ спеціалістів в Україні. Попри всі труднощі українська ІТ спільнота змогла не тільки продовжити працювати, а й тримати тренд росту галузі.

Проте, хоч у 2022 році на ІТ прийшлася майже половина всього експорту послуг, вже у першому кварталі 2023 року експорт ІТ–послуг з України знизився на 16%, у порівнянні з таким же періодом 2022 року, і склав $1,68 млрд. Частка ІТ в експорті послуг за перший квартал року становить 43%. Упродовж 2023 року компанії з галузі «Інформаційні технології» сплатили до бюджету 20,8 млрд грн, це на 3,1 млрд грн (або на 17,4%) перевищило показники 2022 року. За таких умов, впровадження автоматизації для ринку праці ІТ України стає надзвичайно актуальною задачею, адже галузь, яка генерує майже половину експортного потенціалу послуг країни – може суттєво впливати на її економічний добробут.

Зменшення кількості вакансій та збільшення кількості кандидатів підвищує конкурентну ситуацію на ринку праці в ІТ галузі, що прямо впливає на процес пошуку кандидатів у компаніях. Станом на 21 лютого 2022 року на одну вакансію було 1 – 2 кандидати, але на сьогодні ця цифра становить близько 14 кандидатів на 1 вакансію. Таке значне зростання попиту на вакансію вплинуло і на навантаження на процес підбору кандидатів в компаніях.

Виходячи з викладеного, актуальним є розв'язання наукового завдання створення методу та інформаційної технології автоматизації процесу формування ефективної команди для роботи в ІТ середовищі, яке має істотне значення для розвитку інформаційних технологій.

Актуальність даного дослідження підкріплене існуючими працями з проблематики автоматизації процесу формування команд такими зарубіжними вченими, як Б. Декстер (Критичні фактори успіху для командних проектів розробки), С. Сюй, В. Чжан та Р. Бархі (можливості ІТ-інфраструктури та успіх ІТ-проектів: погляд команди розробників), Н. Іоанніс (роль технологій у

підборі та відборі персоналу), К. Б. Кларк і С. С. Вілрайт (організація та керівництво командами розробки «важкої ваги»), А. Ззкаріан, А. Кусіяк (формування команд: аналітичний підхід), Ж. Комленов, З. Будімач, М. Іванович, К. Боте (автоматизація процесу формування команди), У. Карабога, П. Вардарльє (вивчення використання штучного інтелекту в рекрутингових процесах), а також вітчизняними вченими на основі праць М. Єщенко, А. Гречко (сучасні технології формування колективу та розвитку персоналу організації), В. Сайчук (формування команди ІТ-проєкту із врахуванням проєктування робочих місць), О. Мнушка, В. Савченко (критерії формування команди розробників програмного забезпечення), Л. Довгань, Л. Ведута, Г. Мохонько (технології управління людськими ресурсами), Н. Васильцова (інформаційна технологія формування команди іт-проєкту з використанням синергетичного підходу) та інші.

Метою дисертаційної роботи є розробка інформаційної технології для розв’язання проблеми автоматизації та підвищення ефективності процесу формування адаптивних команд для реалізації ІТ проєктів.

Для реалізації мети було розроблено узагальнений звід знань з питання формування команд для реалізації ІТ проєктів, який відрізняється своєю структурою та узагальненою схемою процесів, яка дозволяє обирати або формувати підходи до формування адаптивних ІТ команд. Досліджено сучасні методики формування ІТ-команд, які включають компетенції, крос-функціональні команди, Agile методологію та інші, що забезпечують гнучкість та адаптивність у виборі кандидатів. Проаналізовано роль сучасних ІТ рішень у процесі рекрутингу. Значний акцент зроблено на ролі інформаційних технологій у процесі рекрутингу, які спрощують та автоматизують підбір кандидатів.

Вперше розроблено метод формування адаптивних команд для ІТ проєктів, який відрізняється автоматизацією ресурсоємних процесів, притаманних традиційних підходам у формуванні колективів, що дозволяє підвищити якість цього процесу, та процесом автоматизації оцінювання

кандидатів, за soft та hard скілами, беручи до уваги вимоги IT проєкту та має на меті максимізувати ефективність команди для виконання цього IT проєкту. Досліджено варіанти вирішення проблеми автоматизації шляхом розробки нового комплексного рішення. Сучасний ринок HR-рішень не пропонує комплексного продукту, який би повністю відповідав вимогам формування IT-команд, зокрема у частині автоматизації процесу відбору та формування команд. Це вказує на значний потенціал для розробки такого рішення. Проте і має ряд недоліків, таких як великі фінансові та трудові витрати на розробку та впровадження таких систем замість вже існуючих у потенційних компаній-клієнтів. Більш гнучким варіантом вирішення проблеми IT компаніями вважається покращення адаптивності існуючих систем за рахунок розробки додаткових універсальних модулів. Модифікація та розширення існуючих HR-систем може бути ефективною стратегією, яка дозволить використовувати наявні ресурси та забезпечити більш просту інтеграцію інформаційної технології в робоче середовище.

Дістало подальшого розвитку рішення з інтеграції сучасних засобів аналізу даних в контексті використання методів вагових коефіцієнтів та експертних оцінок для автоматизованого аналізу та прогнозування ефективності команд на основі даних про кандидатів та викликів у проєктах. Запропонований метод складається з: етапу отримання базової інформації від проєктного менеджера, який далі буде вважатись мінімально допустимим для відбору кандидатів з бази даних кандидатів; для перетворення інформації про кандидатів та базових вимог проєкту в числовий вимір для кожного характеристики була запропонована рейтингова система; метод перевіряє відповідність кандидатів до базових вимог за кожною характеристикою в розрізі фахових спеціальностей та відбирає тих кандидатів, які пройшли цю перевірку; на цьому етапі рекомендується додати до кожного фактора вагові коефіцієнти, розроблені на основі експертних оцінок. За допомогою вагових коефіцієнтів алгоритм перераховує оцінки кандидатів та базових оцінок IT-проєкту та виводить результати; цільовою функцією виступає максимізація зваженої

загальної командної оцінки, тому на цьому етапі алгоритм підбирає таку комбінацію кандидатів, яка максимізує цю цільову функцію і пропонує найефективнішу команду.

Удосконалено метод процесу обробки резюме кандидатів за допомогою розробленої інформаційної технології. Модуль обробки резюме кандидатів розроблено за допомогою мови програмування Python та його бібліотек, pdfplumber, spacy та pandas, що дало змогу значно підвищити ефективність процесу первинної обробки резюме кандидатів.

Вперше розроблено інформаційну технологію для автоматизації відбору кандидатів та формування команд для реалізації ІТ проєктів, що дає змогу підвищити якість роботи команди. Реалізація інформаційної технології складається з модулю включає в себе дві ключові ітерації: відбір кандидатів із загальної бази за відповідністю до проєктних вимог та формування оптимальних команд. В ході розробки модулю були впроваджені функції для розрахунку рейтингу кандидатів та встановлення вагових коефіцієнтів, що дозволяє ефективно оцінювати кандидатів та враховувати різні аспекти їх профілю.

Усі ці елементи разом формують потужні додаткові універсальні надбудови для HR систем автоматизованого підбору кандидатів, сприяючи покращенню процесу набору персоналу та забезпечуючи більш точний та об'єктивний підхід до відбору кандидатів для формування ефективних команд для виконання ІТ-проєктів.

З допомогою запропонованих методів та інформаційної технології розв'язано реальні задачі процесу формування команд для реалізації ІТ проєктів. Запропонований у 2 розділі метод та розроблену у 3 розділі інформаційну технологію застосовано в для автоматизації процесу формування команд під час проведення ІТ-хакатону “IT Marafon Online” у 2023 році, а також в Національному університеті біоресурсів і природокористування України на базі дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для виконання ІТ проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів” факультету Інформаційних технологій.

Застосування запропонованого методу та інформаційної технології під час проведення хакатону продемонструвало, що середня загальна оцінка команд, сформованих за допомогою запропонованої нами інформаційної технології, становить 384 бали із стандартним відхиленням – 8.77, тоді як для команд, сформованих у традиційний спосіб – 360 балів із стандартним відхиленням 19.3. В експерименті щодо застосування модулів для формування команд із студентів 1 курсу ОС бакалавр на базі дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для виконання ІТ проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів” факультету Інформаційних технологій НУБіП України результати показали, що з кожним додатковим балом загальної командної оцінки середня оцінка на студента збільшується приблизно на 0.074 бали. Модель має коефіцієнт детермінації (R^2) 0.655, що свідчить про те, що приблизно 65.5% варіативності середніх оцінок на студента можна пояснити змінами в загальному балі команди. Р-значення менше 0.001 свідчить про статистичну значущість цих результатів. Наявний сильний позитивний зв'язок між змінними, з кореляційним коефіцієнтом 0.809 та р-значенням менше 0.001. Результати роботи впроваджені в Національному університеті біоресурсів і природокористування України (НУБіП). Акт про впровадження представлений в додатку А.

З допомогою створених методів та інформаційної технології надано можливість для більш ефективного формування студентів у групи для виконання ІТ проєктів. Метод та запропонована інформаційна технологія, яка його реалізує, впроваджені в навчальний процес кафедри інформаційних систем і технологій НУБіП України.

Ключові слова: рекрутинг, управління, формування команди, ІТ, автоматизація, математична модель, інформаційна технологія.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Публікації здобувача за темою дисертації, в яких опубліковані основні наукові результати:

1. Глазунова О. Г., Золотуха Р. А., Шмаргун В. М. Моделювання системи формування ефективних команд для IT проектів в умовах дистанційної роботи. *Automation of Technological and Business Processes*. 2023. Вип. 15 (3). С. 69–74.

2. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Розробка математичного алгоритму для підбору команди в IT проектах. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. Вип. 5 (1). С. 81–88.

3. Глазунова О. Г., Золотуха Р. А. Розробка веб-додатку для автоматизації процесу формування команд в IT. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. Вип. 12 (26). С. 689–700.

4. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Алгоритми розпізнавання тексту з PDF-резюме для автоматизації підбору кандидатів в IT проекти. *Інформаційні технології та суспільство.* 2023. Вип. 3 (9). С. 30–38.

5 Zolotukha R., Glazunova O. Development and testing of algorithms for automating team formation in IT projects. *Scientific Journal of Polonia University*. 2024. Vol. 61 (6). P. 203–210.

Публікації здобувача за темою дисертації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Moodle tools for education analytics of the use of electronic resources of the university’s portal. Цифрова освіта в природничих університетах: VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 16 травня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 27.

2. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Прогнозування розвитку ринку праці в IT галузі України методом часових рядів. Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: VI International Scientific and Theoretical Conference, м. Вільнюс, Литва, 13 жовтня 2023 року: тези доповіді. Вільнюс, 2023. С. 31–36.

3. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Розробка та застосування алгоритму автоматизації підбору IT кандидатів. Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні: XI Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 15–16 листопада 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 88–92.

4. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Проектування схеми бази даних для процесу автоматизації підбору персоналу в IT команду. Modernization of science and its influence on global processes: V International Scientific and Theoretical Conference, м. Берн, Швейцарія, 3 листопада 2023 року: тези доповіді. Берн, 2023. С. 127–129.

5. Золотуха Р. А., Глазунова О. Г. Теоретичні основи інформаційної технології автоматизації підбору кандидатів в IT галузі. Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations: II Міжнародна науково-практична конференція, м. Вінниця, 19 січня 2024 року: тези доповіді. Вінниця, 2024. С. 210–212.

ABSTRACT

Zolotukha R.A. **Information technology for the formation of adaptive teams for the implementation of IT projects.** Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 122 – Computer Science (12 – Information Technologies). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation presents the results of the research conducted by the applicant, which fulfills the urgent scientific task of creating a method and information technology for the formation of adaptive teams for the implementation of IT projects, which is essential for the development of information technology.

The object of research is the process of forming an adaptive team to work on an IT project.

The subject of the research is methods and information technology aimed at optimizing and automating the process of selecting candidates to form adaptive IT teams. The research focuses on the development and implementation of an algorithm and tools to help organizations quickly and efficiently build teams for the successful implementation of IT projects.

Information technology is one of the key sectors of Ukraine's economy, contributing a significant portion of GDP and to the domestic labor market. The successful implementation of IT projects is an important condition for the development of this industry. According to available sources, Ukraine's exports of IT services grew from USD 400 million in 2010 to USD 7.35 billion in 2022.

2022 was a record year for Ukrainian IT in terms of the number of services provided, but it was also the most difficult year for the whole of Ukraine. Russia's full-scale invasion of Ukraine affected all spheres of human life, changed the conditions in which the Ukrainian labor market, including the IT market, had to exist and adapt to. The winter of early 2022 brought the occupation of some territories, constant shelling of peaceful cities, mobilization of some IT specialists to the Armed Forces of Ukraine, or forced relocation to safer territories of Ukraine or partner

countries that accept refugees from Ukraine. Blackouts, problems with electricity and Internet access, heating, and water also had an impact on IT professionals in Ukraine. Despite all the difficulties, the Ukrainian IT community managed not only to continue working but also to keep the industry's growth trend.

However, although IT accounted for almost half of all service exports in 2022, in the first quarter of 2023, exports of IT services from Ukraine decreased by 16% compared to the same period in 2022 and amounted to $1.68 billion. The share of IT in the export of services in the first quarter of the year is 43%. In 2023, IT companies paid UAH 20.8 billion to the budget, which is UAH 3.1 billion (or 17.4%) more than in 2022. Under such conditions, the introduction of automation for the IT labor market in Ukraine is becoming an extremely urgent task, as the industry, which generates almost half of the country's export potential of services, can significantly affect its economic well-being.

A decrease in the number of vacancies and an increase in the number of candidates increases the competitive situation in the IT labor market, which directly affects the process of finding candidates in companies. As of February 21, 2022, there were 1 to 2 candidates per vacancy, but today this figure is about 14 candidates per vacancy. Such a significant increase in demand for vacancies has also affected the burden on the recruitment process in companies.

Based on the foregoing, it is relevant to solve the scientific task of creating a method and information technology for automating the process of forming an effective team to work in the IT environment, which is essential for the development of information technology.

The relevance of this study is supported by existing works on the automation of the team formation process by such foreign scientists as B. Dexter (Critical success factors for team-based development projects), S. Xu, W. Zhang and R. Barhi (IT infrastructure capabilities and IT project success: a development team's perspective), N. Ioannis (the role of technology in recruitment and selection), C. B. Clark and S. S. Wheelwright (organization and management of "heavyweight" development teams), A. Zzkarian, A. Kusiyak (team formation: an analytical approach), J. Komlenov, Z.

Budimach, M. Ivanovych, K. Bothe (automation of the team formation process), U. Karaboga, P. Vardarlier (studying the use of artificial intelligence in recruiting processes), as well as domestic scientists based on the works of M. Yeshchenko, A. Grechko (modern technologies for team building and staff development), V. Saichuk (formation of an IT project team taking into account the design of jobs), O. Mnushka, V. Savchenko (criteria for the formation of a software development team), L. Dovgan, L. Veduta, G. Mokhonko (human resource management technologies), N. Vasyltsova (information technology for the formation of an IT project team using a synergistic approach) and others.

The purpose of the dissertation is to develop an information technology to solve the problem of automation and increase the efficiency of the process of forming adaptive teams for the implementation of IT projects.

To achieve this goal, a generalized body of knowledge on the formation of teams for the implementation of IT projects has been developed, which is distinguished by its structure and a generalized process flowchart that allows you to choose or form approaches to the formation of adaptive IT teams. The modern methods of forming IT teams, including competencies, cross-functional teams, Agile methodology, and others that provide flexibility and adaptability in the selection of candidates, are investigated. The role of modern IT solutions in the recruitment process is analyzed. Considerable emphasis is placed on the role of information technology in the recruitment process, which simplifies and automates the selection of candidates.

For the first time, a method of forming adaptive teams for IT projects has been developed, which is characterized by the automation of resource-intensive processes inherent in traditional approaches to team building, which allows improving the quality of this process, and the process of automating the evaluation of candidates, according to soft and hard scales, taking into account the requirements of the IT project and aiming to maximize the effectiveness of the team to implement this IT project. The options for solving the automation problem by developing a new integrated solution are explored. The current market for HR solutions does not offer a

comprehensive product that fully meets the requirements of forming IT teams, in particular in terms of automating the process of selecting and forming teams. This indicates a significant potential for developing such a solution. However, it also has a number of disadvantages, such as high financial and labor costs for the development and implementation of such systems instead of the existing ones of potential client companies. A more flexible option for solving the problem is considered by IT companies to improve the adaptability of existing systems by developing additional universal modules. Modifying and extending existing HR systems can be an effective strategy to utilize existing resources and ensure easier integration of information technology into the work environment.

The solution for integrating modern data analysis tools in the context of using weighting methods and expert opinions for automated analysis and forecasting of team performance based on candidate data and project challenges was further developed. The proposed method consists of: a stage of obtaining basic information from the project manager, which will be further considered the minimum acceptable for selecting candidates from the candidate database; a rating system was proposed to convert information about candidates and basic project requirements into a numerical measurement for each characteristic; the method checks the compliance of candidates with the basic requirements for each characteristic in the context of professional specialties and selects those candidates who have passed this check; at this stage, it is recommended to add weighting factors to each factor developed on the basis of expert assessments. Using the weighting factors, the algorithm recalculates the candidate scores and the baseline IT project scores and displays the results; the objective function is to maximize the weighted total team score, so at this stage the algorithm selects a combination of candidates that maximizes this objective function and offers the most effective team.

The method of processing candidates' resumes was improved using the developed information technology. The module for processing candidates' resumes was developed using the Python programming language and its libraries, pdfplumber,

spacy and pandas, which made it possible to significantly increase the efficiency of the process of primary processing of candidates' resumes.

For the first time, an information technology has been developed to automate the selection of candidates and the formation of teams for the implementation of IT projects, which allows for an increase in the quality of team work. The implementation of the information technology consists of a module that includes two key iterations: selecting candidates from a common database according to project requirements and forming optimal teams. During the development of the module, functions were implemented to calculate the rating of candidates and set weighting factors, which allows for effective assessment of candidates and takes into account various aspects of their profile.

All these elements together form powerful additional universal add-ons for HR systems of automated candidate selection, helping to improve the recruitment process and providing a more accurate and objective approach to selecting candidates to form effective teams for IT projects.

With the help of the proposed methods and information technology, the real tasks of the team formation process for the implementation of IT projects were solved. The method proposed in Chapter 2 and the information technology developed in Chapter 3 have been used to automate the process of team formation during the IT Marafon Online hackathon in 2023, as well as at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on the basis of the discipline "Group Dynamics and Communications" to implement an IT project to create "Digital Educational Resources" at the Faculty of Information Technology. The application of the proposed method and information technology during the hackathon showed that the average total score of the teams formed using our proposed information technology is 384 points with a standard deviation of 8.77, while for teams formed in the traditional way it is 360 points with a standard deviation of 19.3. In an experiment on the use of modules for forming teams of 1st year Bachelor's degree students based on the discipline "Group Dynamics and Communications" to implement an IT project to create "Digital Educational Resources" at the Faculty of Information Technology of

the National University of Life Sciences and Environmental Engineering of Ukraine, the results showed that with each additional point of the total team score, the average score per student increases by about 0.074 points. The model has a coefficient of determination (R^2) of 0.655, which indicates that approximately 65.5% of the variation in GPAs can be explained by changes in the team's overall score. A P-value of less than 0.001 indicates statistical significance of these results. There is a strong positive relationship between the variables, with a correlation coefficient of 0.809 and a p-value of less than 0.001. The results of the study were implemented at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES). The implementation act is presented in Appendix A.

With the help of the developed methods and information technology, it is possible to more effectively form students into groups for the implementation of IT projects. The method and the proposed information technology that implements it have been implemented in the educational process of the Department of Information Systems and Technologies of NULES of Ukraine.

Keywords: recruiting, management, team formation, IT, automation, mathematical model, information technology.

LIST OF THE APPLICANT'S PUBLICATIONS

The applicant's publications on the topic of the dissertation, in which the main scientific results of the dissertation are published

1. Glazunova O. G., Zolotukha R. A., Shmargun V. M. Modeling of the system of forming effective teams for IT projects in the conditions of remote work. *Automation of Technological and Business Processes*. 2023. Issue 15 (3). C. 69-74.

2. Zolotukha R.A., Glazunova O.G. Development of a mathematical algorithm for team selection in IT projects. *Bulletin of Khmelnytsky National University*. 2023. Issue 5 (1). C. 81-88.

3. Glazunova O. G., Zolotukha R. A. Development of a web application for automating the process of team formation in IT. *Science and technology today*. 2023. Iss. 12 (26). C. 689-700.

4. Zolotukha R. A., Glazunova O. G. Text recognition algorithms from PDF resumes for automating the selection of candidates for IT projects. *Information technology and society*. 2023. Issue 3 (9). C. 30-38.

5 Zolotukha R., Glazunova O. Development and testing of algorithms for automating team formation in IT projects. *Scientific Journal of Polonia University*. 2024. Vol. 61 (6). P. 203–210.

The applicant's publications on the topic of the dissertation, which certify the approval of the dissertation materials:

1. Zolotukha R. A., Glazunova O. G. Moodle tools for educational analytics of the use of electronic resources of the university's portal. Digital education in natural sciences universities: VII International Scientific and Practical Conference, Kyiv, May 16, 2021: abstracts. Kyiv, 2021. C. 27.

2. Zolotukha R.A., Glazunova O.G. Forecasting the development of the labor market in the IT industry of Ukraine by the method of time series. Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: VI International Scientific and Theoretical Conference, Vilnius, Lithuania, October 13, 2023: abstracts. Vilnius, 2023. C. 31-36.

3. Zolotukha R.A., Glazunova O.G. Development and application of an algorithm for automating the selection of IT candidates. Global and regional problems of informatization in society and nature management: XI International Scientific and Practical Conference, Kyiv, November 15-16, 2023: abstracts. Kyiv, 2023. C. 88-92.

4. Zolotukha R.A., Glazunova O.G. Designing a database scheme for the process of automating the recruitment of personnel to the IT team. Modernization of science and its influence on global processes: V International Scientific and Theoretical

Conference, Bern, Switzerland, November 3, 2023: abstracts. Bern, 2023. C. 127-129.

5. Zolotukha R.A., Glazunova O.G. Theoretical foundations of information technology for automation of candidate selection in the IT industry. Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific research: II International Scientific and Practical Conference, Vinnytsia, January 19, 2024: abstracts. Vinnytsia, 2024. C. 210-212.

ЗМІСТ

ВСТУП.....5

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ КОМАНД ДЛЯ ІТ ПРОЄКТІВ.....13

1.1 Аналіз досліджень в галузі автоматизації процесу формування команд та колективів розробників ІТ-проєктів.....13

1.2 Фактори формування адаптивних команд для ІТ-проєктів..... 18

1.3 Аналіз підходів до формування ІТ-команд..... 28

1.4 Вплив інформаційних технологій на процес рекрутингу в ІТ..... 31

1.5 Аналіз інформаційних систем автоматизованого відбору кандидатів.....34

1.5.1 Проблеми інформаційних систем для автоматизації найму кандидатів.....34

1.5.2 Аналіз сучасних інформаційних систем для автоматизації процесу рекрутингу.....35

1.5.3 Можливості для вдосконалення сучасних інформаційних систем....39

1.5.4 Методи оцінки технічних компетенцій кандидата.....41

1.5.5 Методи оцінки soft skills кандидатів.....43

Висновки до першого розділу..... 48

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ КОМАНД.....50

2.1 Моделювання процесу формування адаптивних ІТ-команд.....50

2.2 Формування вимог для алгоритму формування адаптивних команд..... 56

2.3 Метод для автоматизації для підбору та формування адаптивних команд... 57

Висновки до другого розділу.....61

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ КОМАНД ДЛЯ ІТ ПРОЄКТІВ..... 64

3.1 Проектування інформаційної технології формування ІТ-команд..... 64

3.2. Вибір інструментарію та розробка модуля оцінювання кандидата..... 67

3.3 Реалізація модуля автоматизованого формування команд на основі запропонованого методу..... 74

3.4 Розробка модулю для обробки резюме у форматі PDF..... 78

3.5 Верифікація компонентів інформаційної технології формування ІТ-команд..... 83

Висновки до третього розділу..... 87

РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....89

4.1 Застосування інформаційної технології формування команд для хакатону “IT Marafon Online”..... 89

4.1.1 Опис вибірки для експерименту з хакатону “IT Marafon Online”.....89

4.1.2 Застосування розробленого модуля підбору кандидата.....100

4.1.3 Застосування розробленого модуля формування команд..... 103

4.1.4 Валідація та інтерпретація отриманих результатів з експерименту 106

4.2 Застосування розробленої інформаційної технології формування команд для виконання проєкту в НУБіП України.....113

4.2.1 Характеристика вибірки студентів факультету інформаційних технологій НУБіП України..... 113

4.2.2 Застосування модуля для обробки резюме у форматі PDF.....115

4.2.3 Застосування розробленого модуля підбору кандидата.....116

4.2.4 Застосування розробленого модуля формування команд..... 123

4.2.5 Валідація та інтерпретація отриманих результатів з експерименту 126

Висновки до четвертого розділу..... 131

ВИСНОВКИ.....134

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 137

ДОДАТОК А.....148

Документ впровадження основних результатів дисертаційної роботи..... 148

ДОДАТОК Б..... 150

Список публікацій здобувача.....150

ВСТУП

Актуальність теми. Інформаційні технології стали невід'ємною частиною сучасного бізнесу та управління проєктами. IT-сектор перебуває у стані постійних змін, що вимагає від підприємств та організацій створення та впровадження нових IT-рішень для досягнення успішних результатів. Складність IT-проєктів зросла через збільшення обсягів робіт, швидкість технологічних перетворень та різноманітність завдань і вимог. На зміну застарілим технологіям приходять більш досконалі, а нові перспективні ринки вимагають все більш кваліфікованої та цілеспрямованої робочої сили.

Інформаційні технології є однією з ключових галузей економіки України, яка забезпечує значну частину ВВП, а також на внутрішній ринок праці. Успішна реалізація IT проєктів є важливою умовою розвитку цієї галузі. Згідно з наявними джерелами, український експорт IT-послуг зріс з 400 млн доларів США у 2010 році до 7,35 млрд доларів США у 2022 році [1].

2022 рік став для українського IT рекордним по кількості наданих послуг, проте і став найважчим роком для всієї України. Повномасштабне вторгнення росії в Україну вплинуло на всі сфери людського життя, змінило умови, в яких довелось існувати і до яких довелось пристосовуватись українському ринку праці, зокрема IT ринку. Зима початку 2022 року принесла окупацію частини територій, постійні обстріли мирних міст, мобілізацію частини IT спеціалістів до лав Збройних Сил України, або вимушений переїзд у більш безпечні території України, або країн-партнерів, які приймають біженців з України. Блекаути, проблеми з електроенергією та доступом до інтернету, опаленням та водою - також не могли не вплинути на IT спеціалістів в Україні. Попри всі труднощі українська IT спільнота змогла не тільки продовжити працювати, а й тримати тренд росту галузі.

Проте, хоч у 2022 році на IT прийшлася майже половина всього експорту послуг, вже у першому кварталі 2023 року експорт IT-послуг з України знизився на 16%, у порівнянні з таким же періодом 2022 року, і склав $1,68 млрд. Частка

ІТ в експорті послуг за перший квартал року становить 43% [2]. За таких умов, прогнозування розвитку ринку праці ІТ України стає надзвичайно актуальною задачею, адже галузь, яка генерує майже половину експортного потенціалу послуг країни - може суттєво впливати на її економічний добробут.

Також важливо окремо зазначити динаміку ринку праці на ІТ ринку [3], яка після повномасштабного вторгнення суттєво змінилась. У дослідженні [4] зазначається, що попри складну ситуацію, ІТ галузь вважається однією з найбільш перспективних для кар'єри: у 2022 р. у вишах України на ІТ-спеціальності вступила рекордна кількість студентів – 58,5 тис. осіб.

Однозначно можна сказати, що повномасштабне вторгнення та погіршення економічної ситуації в Україні призвело до зменшення попиту на ІТ фахівців в 4,5 рази. А кількість людей, що шукають нову роботу в ІТ за цей період зросла майже в 3 рази. Крім прямого впливу війни на цю цифру також вплинула і неспроможність частини українських компаній утримувати штати працівників, які вони утримували до повномасштабного вторгнення.

Зменшення кількості вакансій та збільшення кількості кандидатів підвищує конкурентну ситуацію на ринку праці в ІТ галузі, що прямо впливає на процес пошуку кандидатів у компаніях. Станом на 21 лютого 2022 року на одну вакансію було 1-2 кандидати, але на сьогодні ця цифра становить близько 14 кандидатів на 1 вакансію. Таке значне зростання попиту на вакансію вплинуло і на навантаження на процес підбору кандидатів в компаніях.

Не дивлячись на поточний стан, варто також орієнтуватись і на майбутні перспективи ІТ галузі для економіки України, зокрема автори роботи [5] визначають цю галузь, як одну з найперспективніших для подальшого залучення інвестицій у повоєнну Україну. Залучення інвестицій прямо впливатиме на кількість робочих місць та громадян України, які будуть залучені в цю галузь. Процес більш якісного, автоматизованого формування команд для ефективної роботи з ІТ проєктами стане невід'ємною складовою моделі відновлення та розвитку цього сектору економіки.

Отже, у сучасних українських умовах, коли ІТ проєкти стають все більш складними і вимогливими, а ринок праці знаходиться у не найкращій обстановці, необхідність впровадження автоматизації у процес формування адаптивних команд зростає. Важливо також відмітити, що процес відбору кандидатів в ІТ команди є трудомістким і витратним. Він вимагає відбору кандидатів з відповідними технічними навичками, а також з необхідними особистісними якостями, такими як гнучкість, комунікабельність та здатність до співпраці. Автоматизація процесу підбору кандидатів в ІТ команди може суттєво покращити його ефективність. Вона дозволяє скоротити час і витрати на відбір, а також підвищити якість майбутніх кадрів. Дане дослідження направлене на вирішення теоретичних та практичних завдань у підборі та формуванні адаптивних команд для ІТ проєктів, що може сприяти підвищенню ефективності управління проєктами та розвитку ІТ галузі в цілому.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами та темами. №110/11-пр-2020 «Створення моделі гібридного веб-орієнтованого середовища доставки навчального контенту в умовах відкритої університетської освіти»

№110/1м-пр-2021 «Стратегія цифрової трансформації економіки України як інструменту забезпечення соціально-економічного розвитку та національної безпеки».

Метою дисертаційного дослідження є дослідження та розробка інформаційної технології для формування адаптивних команд з метою оптимізації процесу підбору кандидатів та формування команд для виконання поставлених вимог в ІТ проєктах.

Розглядаючи сучасні виклики у галузі ІТ та управління проєктами, робота спрямована на створення інструментарію, який дозволить організаціям ефективно формувати адаптивні команди, здатні швидко реагувати на зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Для досягнення зазначеної мети необхідно розв'язати наступні **завдання дослідження**:

1) Дослідити теоретичні особливості та параметри ефективності формування адаптивних команд в ІТ галузі.
2) Проаналізувати існуючі інформаційних технології для підбору персоналу та формування колективів розробників.
3) Розробити метод формування адаптивних команд для реалізації проєктів в ІТ галузі.
4) Розробити інформаційну технологію для автоматизації процесу формування адаптивних команд.
5) Експериментально перевірити ефективність інформаційної технології формування адаптивних команд для ІТ проєктів.

Об'єктом дослідження є процес формування адаптивної команди для роботи над ІТ проєктом.

Предметом дослідження є методи та інформаційні технології, спрямовані на оптимізацію та автоматизацію процесу підбору кандидатів для формування адаптивних ІТ команд. Дослідження зосереджене на розробці та впровадженні алгоритму та інструментарію, що допоможе організаціям швидко та ефективно створювати команди для успішної реалізації ІТ проєктів.

Методи дослідження. Теоретичною основою дисертації є наукові публікації з проблем процесу формування колективів, з методологій, стандартів, настанов у цьому напрямі, вибору підходів, з сучасних інформаційних технологій для автоматизації кадрових рішень та формування колективів. При аналізі наукових публікацій використано методи системного аналізу наукової ідентифікації та зіставно-порівняльного аналізу.

При створенні узагальненого зводу знань з питання формування адаптивних команд для ІТ проєктів ми використовували методи індукції, морфологічного аналізу та класифікації. При розробці і застосуванні методу формування адаптивних команд для ІТ проєктів нами було використано методи математичного програмування, статистичні методи та методи розв’язання багатофакторних задач.

При розробці інформаційної технології було використано метод прототипування та ітеративної розробки. При проведенні практичного застосування розробленої інформаційної технології було використано статистичні методи, спостереження, опитування та експерименту.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вперше:

1) розроблено метод формування адаптивних команд для ІТ проєктів, який відрізняється процесом автоматизації оцінювання кандидатів, за soft та hard скілами, беручи до уваги вимоги ІТ проєкту та має на меті максимізувати ефективність команди для виконання цього ІТ проєкту
2) розроблено інформаційну технологію для автоматизації відбору кандидатів та формування команд для реалізації ІТ проєктів, яка обґрунтована як цілеспрямована на підвищення ефективності формування команд сукупність інформаційних процесів з обробки резюме, тестування кандидатів та формування команди проекту

Дістало подальшого розвитку:

3) узагальнений звід знань з питання формування команд для реалізації ІТ проєктів, який відрізняється своєю структурою та узагальненою схемою процесів, яка дозволяє обирати або формувати підходи до формування адаптивних ІТ команд.
4) рішення з інтеграції сучасних засобів аналізу даних в контексті використання методів вагових коефіцієнтів та експертних оцінок для автоматизованого аналізу та прогнозування ефективності команд на основі даних про кандидатів та викликів у проєктах.
5) метод процесу обробки резюме кандидатів за допомогою розробленої інформаційної технології, що впливає на швидкість закриття позицій в команді.

Практичне значення отриманих результатів. Розробка та впровадження інформаційних технологій для автоматизованого відбору та формування адаптивних ІТ команд несе практичну значущість у сфері управління

персоналом. Організації, що пов’язані з сферою інформаційних технологій, матимуть можливість швидко та ефективно створювати команди, оптимізовані для конкретних ІТ проєктів, забезпечуючи максимальну сумісність між учасниками та завданнями проєкту. Зменшення людського впливу на процес відбору кандидатів забезпечить об'єктивну оцінку кандидатів. Результати дослідження дозволять ефективніше використовувати людські ресурси, розподіляючи їх у складі команд відповідно до індивідуальних навичок, найкращих практик та особистісних якостей кожного учасника.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у використанні її результатів у науково-дослідній роботі та навчальному процесі кафедри інформаційних і дистанційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Особистий внесок здобувача. Усі теоретичні та практичні результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно. Пошук та аналіз літературних джерел за тематикою дисертаційного дослідження, розроблення інформаційних технологій, моделей та методів вирішення завдань автоматизованого відбору та формування адаптивних команд для ІТ проєктів виконано автором особисто.

У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автору дисертації належать:

1) в [6] – здобувачем проведено аналіз та систематизацію наукових досліджень з питань ефективного формування ІТ команд. Досліджені основні бізнес-процеси, що впливають на формування колективів в ІТ індустрії. Проаналізовані результати досліджень щодо показників та критеріїв ефективних команд, що впливає на визначення потоків даних системи для подальшої розробки прототипу системи формування команд для ІТ проєктів в умовах дистанційної роботи.
2) в [7] – здобувачем досліджено поточний стан ринку праці в ІТ середовищі після початку повномасштабного вторгнення в Україну. Аргументовано

актуальність розробки інформаційної технології для автоматизації формування адаптивних команд для реалізації ІТ проєктів.

3) в [8] – здобувачем представлено дослідження розробки математичного алгоритму для підбору оптимальної команди в ІТ проєктах.
4) в [9] – здобувачем визначено вимоги до застосунку, включаючи функціональні та технічні аспекти, а також аспекти безпеки та захисту даних. Подано діаграму потоків даних, як вимоги до даного додатку. Запропоновано схему бази даних, а також надається огляд можливих технологій для реалізації веб-додатку та описується архітектура системи.
5) в [10] – здобувачем запропоновано DFD та IDEF0 діаграми інформаційної технології формування адаптивних команд для ІТ проєктів.
6) в [11,12] – здобувачем запропоновано модулі для автоматизації процесу формування адаптивних команди для роботи над ІТ проєктами.
7) в [13] – здобувачем коротко описано метод застосування інформаційної технології формування адаптивних команд для ІТ проєктів.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи, висновки і пропозиції доповідалися і обговорювалися на: VII Міжнародна науково-практична конференція «Цифрова освіта в природничих університетах».(м. Київ, 16 травня 2021 р.); Теоретичні та прикладні аспекти розробки комп’ютерних систем 2023 (м. Київ, 26 – 27 квітня 2023); Global and Regional Problems of Informatization in Society and Nature Using (м. Київ, 18 – 19 листопада 2023); VI International Scientific and Theoretical Conference «Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives» (м. Вільнюс, 13 жовтня 2023); IV International Scientific and Theoretical Conference «Modernization of science and its influence on global processes» (м. Берн, 3 листопада 2023); II Міжнародна науково-практична конференція «SCIENCE IN MOTION: CLASSIC AND MODERN TOOLS AND METHODS IN SCIENTIFIC INVESTIGATIONS» (м. Вінниця - м. Відень, 19.01.2024).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць, в тому числі: 4 статті – у наукових виданнях, що входять до фахових видань України; 1 стаття опублікована у періодичному науковому виданні держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку Європейського Союзу; 5 тез доповідей опубліковано у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 154 сторінки, з них: 58 рисунків по тексту; 2 рисунки на окремій сторінці, 24 таблиць по тексту; список використаних джерел із 100 найменувань на 10-ти сторінках; 2 додатки на 7-ми сторінках.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ КОМАНД ДЛЯ ІТ ПРОЄКТІВ

1.1 Аналіз досліджень в галузі автоматизації процесу формування команд та колективів розробників ІТ-проєктів

Інформаційні технології відіграють визначальну роль у розвитку бізнесу та технологічній трансформації. ІТ проєкти, спрямовані на створення, розробку або впровадження інформаційно–технічних рішень, є ключовим елементом цього процесу.

ІТ проєкт – це тимчасове зусилля, спрямоване на створення унікального продукту, послуги або результату, яке має чітко визначені цілі, терміни, бюджет і ресурси [14]. Важливою характеристикою ІТ проєктів є належне визначення та узгодження специфікацій та вимог. Це включає в себе як функціональні, так і технічні аспекти проєкту, сприяючи уникненню непорозумінь та забезпеченню високої якості розробки.

Характеристики ІТ– проєктів включають:

1) Унікальність продукту або послуги, що створюється в рамках ІТ проєкту.
2) ІТ проєкти часто вимагають використання складних технологій і навичок.
3) Успіх ІТ проєкту часто залежить від участі та взаємодії людей з різних організацій та культур.
4) ІТ проєкти часто мають значний вплив на бізнес–результати організації, тому їх успішна реалізація є важливою для досягнення поставлених задач перед компанією.

Для реалізації ІТ проєктів необхідна якісно підібрана команда виконавців, яка буде відповідати всім вимогам та викликам, які можуть з’явитись під час реалізації проєкту. У роботі [15] визначено, що побудова якісної системи командної взаємодії на основі сучасних інформаційних технологій дає можливість ефективно функціонувати територіально розподіленим командам, в якій часові межі, географічна відстань, відмінності в корпоративній культурі, різні мови спілкування, різні нормативні і законодавчі вимоги можуть доволі істотно перешкоджати виконанню навіть найпростіших завдань. Розвиваючи цю

проблему, автори роботи [16] досліджують проблему формування адаптивних команд для IT проєктів і визначають основною проблемою стабільності персоналу організації – плинність кадрів. Зазначено, що це є цілком природне явище для підприємств. Однак, її надмірно високий рівень негативно впливає на діяльність організації, особливо якщо її залишають висококваліфіковані співробітники і на зміну їм доводиться наймати багато нових неперевірених кадрів.

Доповнюючи попередні дослідження у галузі формування команд для IT проєктів автори праці [17] виявили низку проблем для успішного завершення проєкту: неготовність виконавця виконувати роботу (психологічна чи функціональна непридатність до робочого місця), невдоволення команди умовами роботи, через що сповільнюється процес виконання. Авторами запропоновано метод формування проєктної команди з урахуванням проєктування робочих місць, що складається з шести етапів: структурування та формування вимог, проєктування робочих місць, формування складу команди, коригування робочих місць, організація спільної діяльності, аналіз робочих місць і їх перепроєктування. У роботах робах [18 – 20] визначено критерії для процесу формування команди, зокрема до них першим критерієм віднесено критерій якості підбору персоналу (рекрутинг).

В той же час автори роботи [21] проводили опитування серед працівників HR департаментів, в якому було визначено, що впровадження інформаційних технологій для процесу формування команд є важливим доповненням для традиційного процесу рекрутингу і має покращувати його ефективність та пришвидшувати процес закриття вакансії. На противагу попередній роботі, автори дослідження [22] стверджують, що саме цифровізація рекрутингу має центральне місце у подальшому розвитку цієї галузі. А найбільший вплив на це матимуть досягнення в галузі статистики, аналітики та штучного інтелекту.

Також важливо зазначити, що попереднє опитування розвиває і робота авторів [23] в якій до опитування було залучено 130 працівників зі сфери рекрутингу та формування команд. Основним результатом дослідження став

висновок, що використання інформаційних технологій є дуже корисним у процесі рекрутингу, оскільки вони забезпечують кращий результат, ніж традиційні методи рекрутингу, якими користуються hr-працівники.

Дослідження проведене компанією HubSpot [24] у 2019 році серед 625 працівників у сфері пошуку та хайрингу талантів стверджує, що 75% респондентів вважають, що інформаційні технології процесу автоматизації рекрутингу та формування команд все більше відіграватимуть роль у їх компаніях. 80% респондентів, що вже використовують інформаційні системи для автоматизації, вважають, що підвищили свою ефективність.

Згідно цього ж таки дослідження визначено що найбільше хотіли би автоматизувати hr та проєктні менеджери у процесі формування команд.(Рис. 1.1)

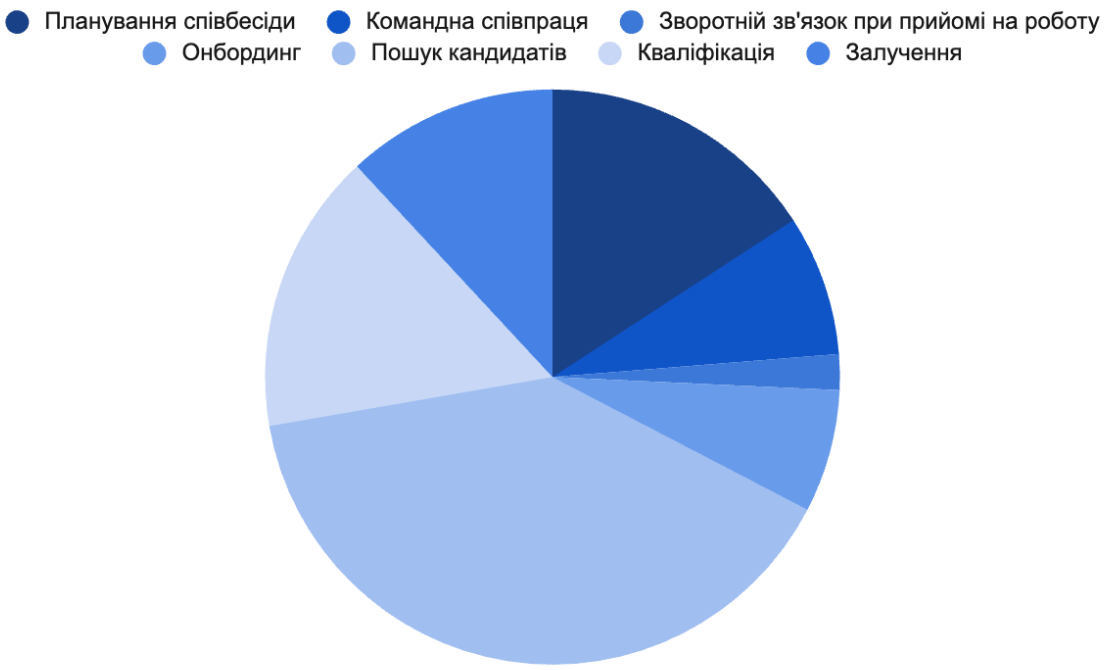

Рисунок 1.1 – Результати питання “Де автоматизація процесу рекрутингу найбільш корисна?” [24]

Згідно відповідей, 44% опитаних вважають, що відповіді пов’язані з етапом формуванням команди є найважливішив для процесу автоматизації за допомогою інформаційних технологій.

В той же час, на питання, який % організацій використовують технологію рекрутингової автоматизації для просування різноманітних ініціатив найму становить лише 19,6% (Рис. 1.2). А близько 60% компаній взагалі не використовують інформаційні технології для автоматизації процесу формування команд.

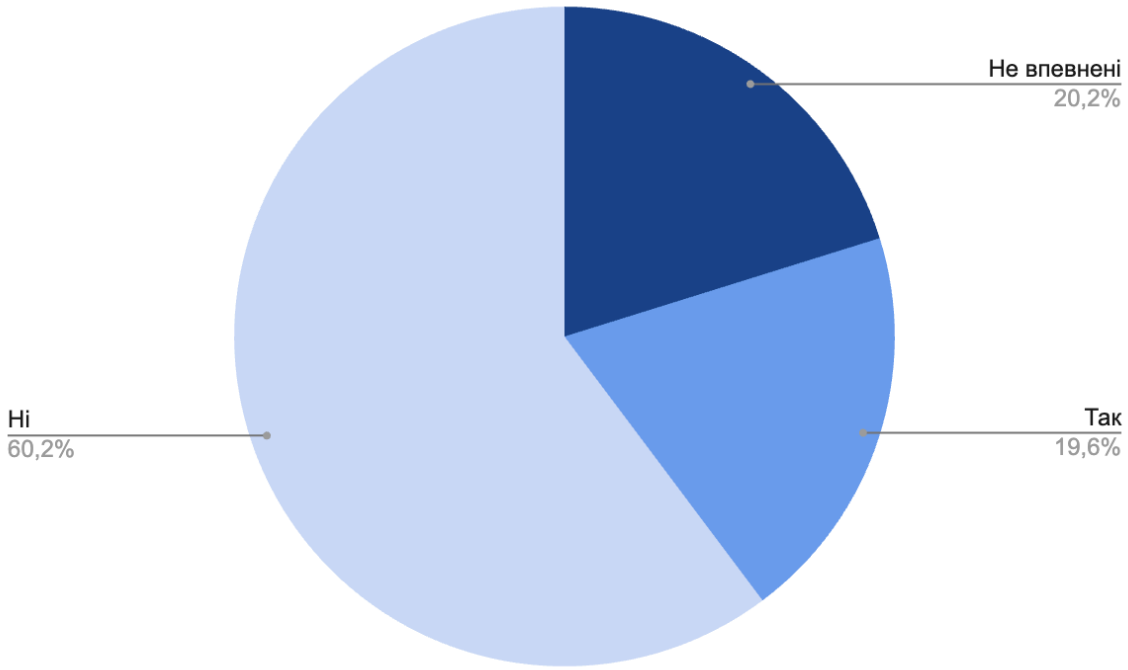

Рисунок 1.2 – Результати питання “Чи використовує ваша компанія інформаційні технології для процесу автоматизації рекрутингу?” [24]

Однозначно, можна зробити висновок на великий запит у кінцевих користувачів на такі методи та інформаційні технології і відсутність таких рішень у великій кількості на сучасному ринку, щоб задовольнити всі потреби у процесі автоматизації формування команд.

Автор роботи [25] доповнюють попередню роботу і піднімають важливе питання сприйняття кандидатами штучного інтелекту в процесі рекрутингу. Близько 70% респондентів в проведеному опитуванні назвали скорочення часу відповіді як найбільшу перевагу. Далі йдуть простота використання, підвищення якості та об'єктивності процесу найму. Основним недоліком технології штучного інтелекту, який також відзначили майже 70% респондентів,

є відсутність у ШІ особливостей людського мислення, а також низька точність і надійність, незрілість технології, що проявляється в упередженості алгоритмів.

Автори у роботі [26] досліджують питання автоматизації процесу формування команди для ІТ проєктів на основі методу обмеженої раціональності. Авторами визначено 2 основні гіпотези для формування команд: гіпотезу детермінізму та раціоналізму. Раціональний підхід при формуванні проєктних команд моделюється на основі прагнень до збільшення ефективності в реалізації проєктів: якість виконання задач, швидкість реалізації, тривалість фаз проєкту, проєкту загалом тощо [27].

Інший підхід пропонують автори роботи [28] пропонуючи методологію процесу автоматизації формування команд за допомогою 4 етапів:

1) етап пошуку та залучення – автоматизації за допомогою онлайн/інтернет рекрутингу та соціальних мереж;
2) етап відбору – автоматизація за допомогою інформаційних технологій відбору кандидатів.
3) інтерв'ю – автоматизація методами асинхронного та цифрового інтерв'ю, впровадження гейміфікації цього етапу.
4) завершення процесу рекрутингу в команду.

У роботу [29] авторка досліджує синергетичний підхід для формування команд в ІТ на основі коефіцієнта сумісності. Акцент зроблено на важливості гармонії soft скілів у процесі формування колективів. Визначення особистих характеристик членів команди пропонується провести на основі самооцінювання з використанням тестування. Наступним етапом є побудова матриці сумісності і визначення коефіцієнту сумістності в команді. Авторами [30] запропоновано підхід до формування ІТ команди на основі оцінки типу корпоративної культури організації та типології особистості співробітника. Ідея методу полягає в тому, щоб виділити на першому етапі групу однодумців шляхом визначення оцінки корпоративної культури. Потім із цієї групи вже відокремити ІТ команду згідно типажу особистості, який відповідає потрібній кваліфікації або позиції в самій ІТ команді. В той же час автори [31]

пропонують модель ізоморфної структури команди з використанням формалізмів теорії графів, що дозволяє візуалізувати процеси побудови команд проєктів та формування оптимальної структури команди виконавців проєктів.

Можна зробити висновок, що питанням автоматизації процесу формування команди, як в ІТ так і загалом займались як українські так і закордонні фахівці. На сьогоднішній день це питання є актуальним, як в Україні так і у всьому цивілізованому світі за рахунок нових популярних трендів на AI рішення та серйозних змін на ринку праці під впливом широкомасштабного вторгнення в Україну у 2022 році.

1.2 Фактори формування адаптивних команд для ІТ-проєктів

В сучасній науковій літературі існують багато підходів до пояснення поняття «команда». Команда [32] – це група з двох або більше осіб, які регулярно взаємодіють та координують свою роботу для досягнення спільної мети. Команда в ІТ [33] – це група фахівців з різноманітними навичками, які працюють разом, щоб розробляти, тестувати, впроваджувати та підтримувати програмне забезпечення. Члени команди можуть включати програмістів, тестувальників, архітекторів, дизайнерів, менеджерів проєктів та інших фахівців, залежно від потреб проєкту. Ключовими рисами команди в ІТ є спільна мета, взаємодія та співпраця, комунікація, розподіл завдань та відповідальності, розвиток та навчання, а також заохочення до успіху та відповідальність за результат. Формування ефективної команди є ключовим чинником успіху будь-якого ІТ-проєкту. Проблематика полягає у знаходженні правильної рівноваги між технічними знаннями, міжособистісними навичками та досвідом учасників команди.

Адаптивність [34] – це здатність до пристосуванню до існуючих вимог та критеріїв оцінки за рахунок присвоєння норм і цінностей даного середовища. Під адаптивністю в команді розуміють здатність ефективно працювати в різних ситуаціях, швидко підлаштовуватися до нових умов, гнучкість у прийнятті рішень. Адаптивність відноситься до soft skills. Гнучкі навички можна оцінити через поведінку людини. [35]

Таким чином сформувати поняття адаптивної команди для реалізації ІТ проєктів можна, як комбінацію формування термінів окремо. Адаптивна командна для реалізації ІТ проєктів – це група, що складається з двох та більше фахівців з різноманітними навичками, які працюють над спільною метою з реалізації ІТ проєктів та здатні ефективно вирішувати різні завдання та підлаштовуватись до нових умов, які можуть виникати під час реалізації ІТ проєкту.

Важливо зазначити, що тип ІТ компанії також суттєво впливає на процес формування команд. ІТ компанії можуть бути різних типів в залежності від їхньої спеціалізації, розміру та організаційної структури. Зокрема можна виділити наступні типи:

1) Аутстафінгові компанії [36]:
    a) Основна мета таких компаній – забезпечити клієнтів тимчасовим персоналом для виконання специфічних проєктів або завдань.
    b) Процес формування команди може бути гнучким та швидким, оскільки часто необхідно забезпечити команду спеціалістом на короткий термін.
    c) Зазвичай формування команди відбувається на стороні замовника, а не ІТ компанії.
    d) Замовник несе відповідальність за інтеграцію кандидата в свою команду.
    e) Оцінка кандидатів може здійснюватися швидко, іноді більше з фокусом на технічні навички та досвід, аніж на соціальні або комунікативні навички.
2) Аутсорсингові компанії [36]:
    a) Команди у таких компаніях працюють над зовнішніми проєктами для клієнтів. Аутсорсингова компанія бере повну відповідальність за створення дорожньої карти проєкту, формування команди та успішного завершення проєкту цією командою.

b) Замовник не здійснює безпосередній вплив на формування команди для реалізації свого IT проєкту. Основна роль замовника тут є формування вимог для реалізації IT проєкту.

c) Підбір команди може займати тривалий час, оскільки необхідно враховувати вимоги та очікування замовників, які динамічно змінюються в зв'язку з постійним пошуком нових замовників.

d) Кандидатів можуть оцінювати не тільки за їхніми технічними навичками, але й за комунікативними здібностями, здатністю працювати у команді та замовниками.

3) Продуктові компанії [37]:

a) Компанії спеціалізуються на розробці та підтримці власних продуктів, тому можуть шукати довгострокових співробітників, які будуть працювати над продуктами на постійній основі.

b) Формування команди може бути орієнтоване на довгострокову співпрацю, тому може бути більший акцент на культурну відповідність та підбір команди з схожими цінностями.

c) Оцінка кандидатів може включати додаткові етапи, такі як технічні та адаптаційні завдання, для забезпечення відповідності потребам продукту.

Сучасні науковці [38] виділяють декілька основних підходів до формування команд для реалізації IT проєктів:

Функціональний підхід [39]. За такого підходу центральним місцем у формуванні команди для IT проєктів є спільні функціональні обов'язки та експертиза кандидатів. За такого підходу завдання для виконання проєкту також розподіляються відповідно функціональних обов'язків та експертизи кандидатів. Перевагами такого підходу є можливість покривати широку область технічних знань за рахунок різної фахової компетентності членів команди. Даний підхід активно використовують продуктові та аутсорсингові IT компанії.

Міжфункціональний підхід [40]. За такого підходу команда для виконання IT проєктів формується з кандидатів, які мають компетенції у різних технічних

напрямах. Перевагою даного підходу є формування колективів з експертизою у різних питаннях розробки проєктів, зокрема розробці, аналітиці, менеджменту, дизайну, тестуванні і інших напрямках, необхідних для реалізації ІТ проєкту. Даний підхід активно використовують продуктові ІТ компанії.

Проєктний підхід [41]. За такого підходу формування команди відбувається для реалізації конкретного проєкту. В основу такого підходу лягають в першу чергу не навички кандидатів, а вимоги проєкту. Команда формується виключно під виконання задач, які обумовлені в плані досягнення успішного завершення розробки проєкту. Після завершення роботи над проєктом сформовані за таким методом команди частіше за все розформовують, якщо проєкт не вимагатиме подальшої підтримки. Даний підхід є більш актуальним для аутсорсингових ІТ компаній.

З цих методів формування команд можна вивести фактори, які впливають на формування команди для реалізації ІТ проєктів. Основні фактори, що впливають на формування команди можна поділити на зовнішні та внутрішні:

1) зовнішні фактори, такі як професійні вимоги до членів команди відповідність рольового складу;[42]
2) внутрішні чинники, такі як соціотипи особистості кандидатів у команду. [42]

Особливості формування команди в ІТ полягають у врахуванні специфіки проєкту, технологій, культури організації та особливостей фахівців, які входять до складу команди.

Таблиця 1.1 – Особливості формування команд в ІТ

Особливості	Пояснення
Специфіка проєкту	Розуміння специфіки проєкту є ключовим для вибору найкращої комбінації фахівців.

Продовження таблиці 1.1

Культура організації	Успіх команди залежить від того, наскільки добре вона доповнює культуру організації.
Різноманітність	Важливо враховувати різноманітність знань та досвіду у команді, щоб забезпечити більш повне розуміння проблеми та знайти найкращі рішення.
Комунікації та взаємодія	У команді повинні бути люди, які можуть ефективно спілкуватися та працювати разом.
Досвід команди	У команді мають бути люди з достатнім досвідом, які можуть допомогти уникнути можливих проблем та закріпити успіх.

Окрім особливостей IT індустрії також варто зазначити і основні виклики, з якими стикаються менеджери при формуванні команд для розробки айті рішень.

Таблиця 1.2 – Виклики для менеджера під час формування IT команди

Виклик	Пояснення
Навички і компетенції	Команда повинна мати різноманітний склад фахівців, з різними навичками та компетенціями, щоб покрити всі аспекти проєкту.
Культура співпраці	Важливо, щоб члени команди могли співпрацювати між собою, ділитися ідеями та взаємодіяти для досягнення спільної мети.
Керівництво	Лідер команди повинен мати здатність керувати та мотивувати команду, розподіляти завдання та відповідальність, вирішувати конфлікти та створювати сприятливу робочу атмосферу.

Продовження таблиці 1.2

Комунікація	Ефективна комунікація є ключовим фактором успіху команди в ІТ.
Гнучкість	Команда повинна бути готовою пристосуватися до нових вимог та змінювати свій підхід до роботи, якщо це необхідно.
Навчання та розвиток	В ІТ з'являються нові технології та рішення дуже швидко, тому важливо, щоб команда була готовою до навчання та удосконалення своїх навичок та знань.
Розподіл завдань	Важливо забезпечити розподіл завдань, щоб уникнути перевантаження деяких працівників та недооцінення роботи інших.
Технічна інфраструктура	Для успішної роботи команди в ІТ важливо забезпечити необхідну технічну інфраструктуру та інструменти.
Робоче середовище	Робоче середовище повинно бути комфортним для працівників та відповідати їх потребам.
Довіра та повага	Члени команди повинні довіряти одне одному та поважати своїх колег.

Подані вище особливості та аспекти формування команд в ІТ для роботи формують рекомендації щодо цього процесу. В першу чергу треба визначити потреби проєкту. Перед тим, як починати формування команди, потрібно визначити, які навички та знання необхідні для успішної реалізації проєкту. Дуже важливо залучати людей з різними навичками та досвідом, щоб забезпечити різноманітність у команді. Варто переконатись, що кожен член

команди відчуває відповідальність та мотивацію для досягнення цілей проєкту. Також, важливо забезпечте членам команди зручні умови для спілкування та співпраці. Встановити внутрішні правила команди, такі як графік зустрічей та вимоги до звітування, щоб забезпечити певну організованість та дисципліну. Забезпечити команду необхідними ресурсами, такими як обладнання та програмне забезпечення, для ефективної роботи. Для успішної взаємодії команди треба залучити інструменти спільної роботи, такі як GitHub, Trello, Slack тощо, щоб забезпечити ефективну комунікацію та співпрацю між членами команди. Не менш важливим є збереження часу та можливості для навчання та розвитку членів команди, щоб вони могли постійно покращувати свої навички та знання. Основою є міцні взаємини між членами команди, щоб забезпечити довгострокову ефективність та успішність проєктів.

Таким чином, критерії ефективності команди, які були визначені на основі систематизації та аналізу наукових праць [43, 44], включають:

1) Професійні здібності та навички: компетенції працівників у конкретних областях IT, таких як програмування, веб-розробка, бази даних, тестування тощо.
2) Досвід роботи: скільки років працівник вже працює у сфері IT і які проєкти він успішно виконав. Перевагою буде досвід роботи в проєктах, де команда вже працювала у дистанційному форматі, оскільки це дозволяє легше адаптуватися до специфіки дистанційної роботи.
3) Освіта та сертифікації: вказує на освітні рівні, отримані сертифікати, дипломи або курси, які підтверджують знання працівника у певних областях.
4) Міжособистісні навички: наскільки добре працівник спілкується, співпрацює та працює в команді.
5) Здатність до вирішення проблем: вказує на аналітичні та творчі здібності, які допомагають знаходити та вирішувати проблеми в процесі роботи.
6) Комунікаційні навички: наскільки ефективно працівник може висловлювати свої думки та ідеї та розуміти інших членів команди.

7) Гнучкість: зазначає, наскільки працівник готовий адаптуватися до змін і нових умов.
8) Знання іноземних мов: у зв'язку з тим, що дистанційні команди можуть бути розташовані в різних країнах, знання іноземних мов, особливо англійської, може бути важливим для спілкування та розуміння.
9) Мотивація та відданість: вказує на ступінь зацікавленості працівника в проєкті та його бажання досягти успіху.
10) Особисті характеристики: включають такі аспекти, як стиль роботи, культурні аспекти та інші особисті якості, які можуть впливати на взаємодію в команді.

Окрім характеристик конкретного працівника, є декілька інших ключових компонентів, які допомагають створити ефективну та конкретну до потреб проєкту команду:

1) Різноманіття навичок: важливо, щоб члени команди мали різноманітний набір навичок, які доповнюють один одного. Наявність різних експертиз у складі команди дозволяє розв'язувати різноманітні завдання та вирішувати проблеми з різних сторін.
2) Розуміння проєктних цілей: кожен член команди повинен чітко розуміти мету та цілі проєкту. Це допомагає забезпечити спрямованість зусиль та узгодженість дій всієї команди.
3) Ефективна комунікація: якісна комунікація між членами команди є ключовим аспектом успіху. Забезпечення відкритої та чіткої комунікації сприяє покращенню роботи команди та уникненню непорозумінь.
4) Лідерство: наявність лідера команди, який може координувати дії та вирішувати конфлікти, допомагає зберегти гармонію та взаємодію в команді.
5) проєктний план та ресурси: чіткий проєктний план та належне розподілення ресурсів (людських, фінансових та матеріальних) допомагають забезпечити ефективне функціонування команди та виконання проєкту вчасно та у встановленому бюджеті.

6) Мотивація та заохочення: забезпечення мотивації та заохочення для членів команди стимулює продуктивність та внесення максимального зусилля у роботу над проєктом.
7) Взаємодія з клієнтом: важлива взаємодія зі замовником або клієнтом допомагає зрозуміти його потреби та очікування, що дозволяє команді краще відповісти на вимоги проєкту.
8) Адаптація до змін: гнучкість та здатність команди адаптуватися до змін у проєкті дозволяє реагувати на непередбачені ситуації та ефективно вирішувати проблеми.
9) Технічна інфраструктура: забезпечення необхідного інструментарію, програмного забезпечення та доступу до онлайн-платформ для спілкування та співпраці. Це може включати веб-конференції, системи управління проєктами, засоби спільної роботи над документами тощо.
10) Засоби оцінки продуктивності: розробка метрик та інструментів для вимірювання продуктивності та прогресу команди допомагає визначити її ефективність та вносити відповідні зміни.
11) Засоби управління проєктами: використання певних методів та інструментів для управління проєктами, таких як Scrum або Agile, може забезпечити більш структурований підхід до роботи дистанційної команди.

На рисунку 1.3 представлена концептуальна схема факторів формування команди для IT проєкту. Зелені кола, представляють зони відповідальності, на які досліджуваний нами алгоритм не матиме вплив, в той час як помаранчеві кола, представляють категорії або специфічні елементи, що будуть використані при реалізації досліджуваного алгоритму, або на які ми можемо впливати за допомогою запропонованого алгоритму. Центральним у схемі є елемент з написаном "Компанія для IT проєкту".

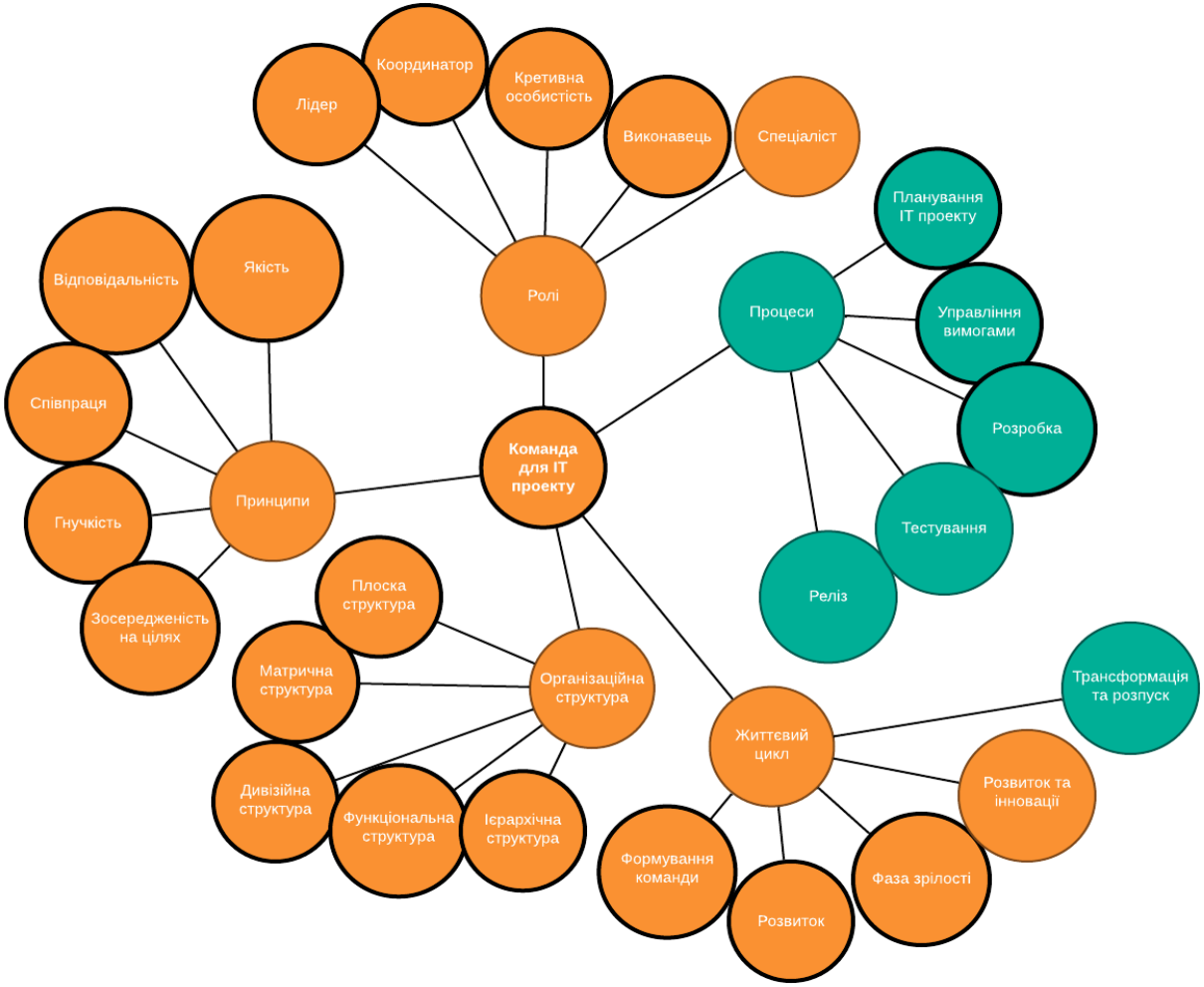

Рисунок 1.3 – Концептуальна схема факторів для формування IT команди

Дані характеристики та критерії ефективності команди в подальшому дослідженні стануть важливими факторами при розробці майбутнього алгоритму автоматизації формування адаптивних ІТ команд.

1.3 Аналіз підходів до формування ІТ-команд

Формування ІТ-команд – це складний процес, який включає в себе вибір відповідних кандидатів з необхідними навичками та досвідом для досягнення конкретних цілей проєкту. Станом на 2023 рік розроблена велика кількість теоретичних та практичних методики для ефективного формування цих команд.

Загалом, методики для визначення рівня командності в ІТ можна застосовувати на різних етапах формування та розвитку команди. Наприклад, при формуванні команди можна провести оцінку навичок та досвіду кожного з кандидатів на позиції. Для визначення ефективності командної роботи можна використовувати різні метрики, такі як час виконання завдань, якість роботи, кількість помилок та інші. Ці метрики можна відслідковувати та аналізувати на регулярній основі. Членам команди можна надавати фідбек щодо їхньої роботи в команді. Це може допомогти зрозуміти, які питання потребують уваги та які аспекти роботи в команді можна покращити.

Проаналізувавши фахову літературу [43 - 46] з формування команд, можна виділити наступні методики, як найбільш поширені в ІТ галузі:

1) Методика компетенцій – суть даного підходу у фокусуванні на ідентифікації ключових компетенцій, які необхідні для проєкту, і відборі людей, які володіють цими компетенціями. Це можуть бути технічні знання, досвід у певних технологіях, або сферах застосування ІТ технологій, аналітичні здібності тощо.
2) Методика крос-функціональних команд – це методика у якій члени команди обираються на основі їх здатності виконувати різноманітні ролі у проєкті. Це сприяє більшій гнучкості та можливості адаптації до змін в проєкті. (Рис. 1.4)

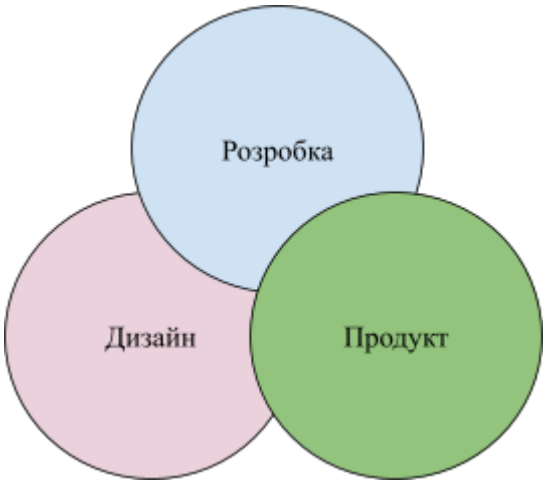

Рисунок 1.4 – Схема крос-функціональної методології

Agile методологія – ця методика передбачає створення невеликих, але високофункціональних команд, які можуть швидко адаптуватися до змін і ефективно спілкуватися. Важливим аспектом є взаємодія всередині команди та з замовником. (Рис. 1.5)

Рисунок 1.5 – Схема проєктної роботи за Agile методологією

SCRUM – це методологія що є Agile-фреймворком, що зосереджена на розподілі ролей (наприклад, Scrum Master, Product Owner, Development Team) та коротких ітераційних циклах роботи (спринтах), що дозволяє команді ефективно реагувати на зміни та швидко адаптуватися. (Рис. 1.6)

Рисунок 1.6 – Схема проєктної роботи за методом SCRUM

Методика T-Shaped Skills – передбачає фокус на кандидата, які мають глибокі знання в одній області та широкі знання в інших областях. Це дозволяє команді бути більш гнучкою та багатофункціональною. (Рис. 1.7)

Рисунок 1.7 – Схема проєктної роботи за методом T-Shaped

Методика Belbin Team Roles – це метод, що базується на визначенні ролей у команді і підборі людей, які найкраще підходять для цих ролей. Це дозволяє створити збалансовану команду з чітким розподілом обов'язків. Ці ролі включають мислителів, виконавців, координаторів, дипломатів тощо. (Рис. 1.8)

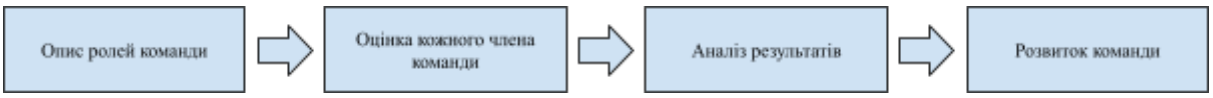

Рисунок 1.8 – Основні етапи за методикою Белбіна

3) Методика формування креативних команд – це методика, за якою особисті навички кандидатів в команди є не менш важливими, ніж технічні. За даного методу формування команди базується на оцінці компетентностей кандидатів. Така команда буде самокерованою та такою, що самоорганізовується. Формування команди не закінчується на етапі ініціації створення команди, а продовжується аж до завершення проєкту, тобто передачі замовнику продукту, та отримання його оцінки щодо задоволення власних очікувань. [47]
4) Методика формування розподіленої (віртуальної) команди – підхід за якого члени команди фізично розміщені в різних географічних локаціях, в різних офісах у межах одного міста або розташовані на різних континентах, співпраці яких сприяє використання різноманітних комунікаційних технологій. [48] За такого підходу важливими факторами

формування команд виступатиме не тільки технічні та особистісні навички кандидатів, а й їх технічна готовність до віддаленої взаємодії.

Ці методики можна комбінувати та адаптувати залежно від специфіки проєкту, корпоративної культури та індивідуальних потреб команди. Важливо зазначити, що успіх команди залежить не лише від технічних навичок її членів, але й від ефективності спілкування, співпраці та здатності до адаптації. На нашу думку, вищезазначені методи дозволяють найбільш широко оцінити результати роботи сформованої команди, що, своєю чергою, може вплинути на загальну успішність виконання проєкту.

1.4 Вплив інформаційних технологій на процес рекрутингу в IT

Інформаційні технології вже сьогодні відіграють ключову роль у сучасному рекрутингу та формування команд, спрощуючи та удосконалюючи якість відібраних кандидатів. Перед такими технологіями стоїть ряд завдань, які вони мають автоматизовувати. У дослідженні проведеному в роботі [49] автори виділили основні переваги автоматизації HR процесів (Рис. 1.9)

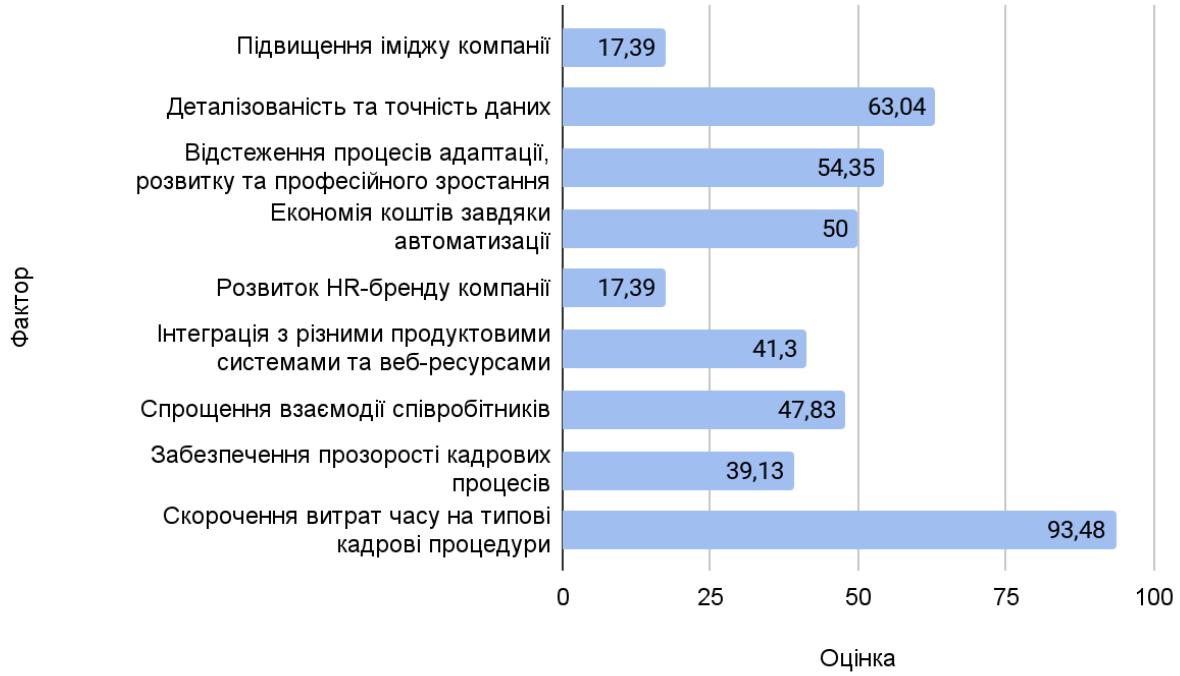

Рисунок 1.9 – Результати відповідей на запитання: «Які, на Вашу думку, основні переваги автоматизації HR-процесів?» з дослідження авторів [46]

Онлайн-платформи, такі як Dou.ua та соціальні мережі, такі як LinkedIn значно розширюють можливості для пошуку потенційних кандидатів, дозволяючи швидко знаходити фахівців з необхідними навичками. Проте вони не є повноцінними автоматизованими системами, які повністю покривають весь процес рекрутингу кандидата. Ці технології значно поліпшують можливість компанії додавати інформацію про нові вакансії, а кандидатів взаємодіяти з нею, проте на подальший процес вони не впливають.

Системи управління талантами (СУТ) допомагають відстежувати кар'єрний розвиток працівників, планувати навчання та розвиток навичок, а також ефективно оцінювати їхній внесок у роботу компанії. Дані системи допомагають автоматизувати HR процеси пов’язані з подальшим розвитком працівника в компанії. Дають можливість HR відділу контролювати якість кадрів, а працівникам відстежувати свій професійний рівень.

Сучасні IT-рішення також полегшують внутрішню комунікацію, дозволяючи керівникам та співробітникам ефективно спілкуватися та співпрацювати, незалежно від їхнього місцезнаходження. Це також впливає і на процес рекрутингу. Кандидат може без відвідування офісу пройти всі етапи співбесід онлайн. Zoom, Skype, Slack та багато інших систем сприяють автоматизації формуванню команди, проте це не є їх основною задачею. І найважливіше – це процес автоматизації відбору кандидатів та формування з них ефективних робочих команд. Автоматизація відбору кандидатів у IT команди є стратегічно важливим елементом для успішної реалізації проєктів та формування ефективних робочих груп. У зв'язку зі зростанням обсягу та складності IT проєктів, процес відбору кандидатів стає більш витратним та часомістким завданням. Автоматизація дозволяє оптимізувати цей процес, зменшуючи час та зусилля, необхідні для підбору відповідного персоналу. Перевагами застосування такого інструментарію є в першу чергу те, що автоматизація дозволяє швидко обробляти великі об'єми резюме та заявок, значно зменшуючи час на відбір кандидатів. Варто також відзначити, що системи можуть оцінювати кандидатів на основі заданих критеріїв, мінімізуючи

суб'єктивний фактор. І також, використання інформаційних систем, які автоматизують процеси рекрутингу значно знижують витрати на персонал, який займається цим процесом. Проте варто також і зазначити недоліки поточних систем автоматизації рекрутингу:

1) Автоматизовані системи можуть пропустити унікальні особливості досвіду кандидатів, які не відображаються в резюме.
2) Неправильно налаштовані алгоритми можуть відсіювати гідних кандидатів.
3) Перебої в системі можуть негативно впливати на швидкість прийняття рішення, щодо кандидата.

Виходячи з цих проблем, запропоноване нами рішення буде поєднувати автоматизацію за рахунок алгоритму з розширеним аналітичним підходом, що дозволяє:

1) Оцінка не тільки технічних навичок з резюме кандидата та автоматизованих тестів для оцінки технічних знань кандидатів, а й оцінка за соціальною аналітикою, яка включатиме проходження психологічних тестів.
2) За допомогою запропонованого алгоритму аналізувати не тільки ключові слова, а й контекст та потенціал кандидата. Автоматично створюючи запис про кандидата в системі з повною інформацією з його CV.
3) Система дозволяє HR персоналу та менеджерам проєктів налаштовувати критерії відбору, адаптуючи їх під конкретні вимоги проєкту.
4) Постійне оновлення алгоритмів на основі адаптації під кожен проєкт забезпечує точність відбору та зниження помилок.

Таким чином можна підсумувати, що сучасні інформаційні технології не тільки сприяють ефективності процесів управління персоналом, але й мають потенціал для залучення, збереження та розвитку талантів у організації. Проте, наразі, актуальність автоматизації раннього етапу рекрутингу кандидата в компанію залишається важливою та потребує додаткових доопрацювань для кращої роботи HR систем.

1.5 Аналіз інформаційних систем автоматизованого відбору кандидатів

1.5.1 Проблеми інформаційних систем для автоматизації найму кандидатів

Як зазначалось у попередньому пункті, відбір кандидатів на основі автоматизованих алгоритмів має суттєву проблему, яка одночасно є його перевагою – це сухий відбір кандидатів за заданими умовами. Інформаційні HR системи фокусуються на ключових словах або конкретних показниках, ігноруючи більш суб'єктивні аспекти кандидатів.

Можна виділити наступні варіанти вирішення даної проблеми:

1) Створення гібридної моделі, а саме – комбінування відбору за допомогою алгоритму з людськими оцінками кандидата для забезпечення більш глибокого аналізу кандидатів.
2) Регулярне оновлення алгоритмів з урахуванням зворотного зв'язку проєктних менеджерів та усуненням упереджень.
3) Розробка гнучких систем, що дозволяють налаштовувати критерії відбору під конкретні проєкти.
4) Додавання більшої кількості факторів впливу на кінцеве рішення алгоритму щодо конкретного кандидата та постійне оновлення списку цих критеріїв відбору.

Гібридна модель виглядає достатньо оптимальною, проте також має свій недолік – це не повна автоматизація процесу відбору, проте можна вдосконалити її, замінивши оцінки людини, на оцінки з технічного та соціально-психологічного тестування, які будуть запропоновані для проходження кандидату.

Оцінювання персоналу – це цілеспрямований процес встановлення відповідності якісних характеристик персоналу вимогам посади або робочого місця. [50] Оцінювання технічних компетенцій (hard skills) можуть включати в себе навички кодування, програмування, володіння іноземними мовами, володіння специфічним ПО. В свою чергу тестування soft skills кандидата

включатиме в себе оцінювання скілів лідерства, управління людьми, спілкування, роботи в команді, розв’язання проблем і так далі. Можна змішувати типи оцінювання, щоб виміряти когнітивні здібності, особистісні риси та цінності. [51]

1.5.2 Аналіз сучасних інформаційних систем для автоматизації процесу рекрутингу

У пункті 1.4 першого розділу нашого дослідження ми розглянули питання впливу інформаційних систем на процес рекрутингу кандидатів в IT компанії. Тепер нам потрібно дослідити поточний стан ринку таких рішень та проаналізувати їх функціонал на відповідність до наших вимог. За вимогами, визначеними у попередньому пункті, потрібно знайти програмне забезпечення, яке може виконувати такі функції:

1) Збір та обробка вимог проєктів.
2) Формування та аналіз HR бази даних
3) Тестування технічних та не технічних компетенцій кандидатів.
4) Аналіз вимог проєкту для формування команд.
5) Формування команд на основі алгоритмів штучного інтелекту.
6) Перевірка та тестування команд, забезпечення зворотного зв'язку з кандидатами.

На сьогодні, комплексного рішення, яке могло б покрити всі вимоги нашої системи немає, що ще раз доводить актуальність даного дослідження. Проте є набір окремих інструментів, з яких можна сформувати таку систему.

Першим варіантом для автоматизації HR процесів варто виділити LinkedIn Recruiter. Ця система має розширені функції пошуку та фільтрації кандидатів, може інтегруватися з іншими HR-системами. За допомогою неї можна автоматизувати процес пошуку кандидатів, формування та технічне тестування кандидатів. Система LinkedIn надає можливість підтвердити рівень знань зазначених у профілі компетенцій для зареєстрованих користувачів на платформі.

Для автоматизації зберігання про кандидатів та комунікації з ними також варто згадати Greenhouse[52], який також відома своїми інструментами для тестування кандидатів та просунутій аналітиці HR бази, що може допомогти в оцінці компетенцій.

Система HireVue – це програмне забезпечення, за допомогою якого можна проводить відеоінтерв'ю для компанії, до якої кандидат подає заявку. Співбесіда може бути передана відеозаписом або інтерв'ю в прямому ефірі. Інтерв’ю в записі – це інтерв'ю, яке ви проходите у вільний від роботи час. Кандидат використовує будь-який пристрій з камерою, щоб відповісти на запитання, створені компанією для вакансії, на яку претендує кандидат. Відповідь записується для подальшої оцінки HR менеджером компанії.

Сучасним IT рішенням для часткового вирішення нашої проблеми також є Pymetrics, що застосовує ігри на основі даних та штучного інтелекту для оцінки особистісних якостей та потенціалу кандидатів. [53] Компанія розробник зазначає, що використання AI забезпечує для Pymetrics справедливість та гнучке дослідження soft скілків кандидатів. На відміну від традиційних інструментів, soft навички pymetrics рівномірно розподілені за статтю, расою та соціально-економічним статусом, що робить їх ключем до справедливого оцінювання soft скілів. Платформа базується на важливості відповідності ролі, а не на використанні універсальних підходів чи обмежувальних критеріїв.

HiBob – це платформа управління людськими ресурсами, яка автоматизує загальні HR-процеси, зокрема орієнтована як на централізовані так і на дистанційні команди. Вона включає інструменти для розвитку корпоративної культури, такі як опитування співробітників, визнання їхніх досягнень, а також інструменти комунікації та планування найму. Платформа має переваги у зв'язку між командами, має функції для підтримки культури компанії. [53]

Альтернативою для HiBob виступає Connecteam. Цей продукт пропонує комплексні рішення для HR-процесів. Включає функції для спрощення процесу онбордингу нових співробітників, проведення тестувань та тренінгів, відстеження часу, графіків роботи, залучення співробітників та командного

спілкування. Має інтуїтивний інтерфейс, має гнучкі налаштування і забезпечує всебічну підтримку клієнтів. [54]

BambooHR – це інструмент управління людськими ресурсами з системою відстеження кандидатів (ATS) та додатковими функціями рекрутингу. Включає інструменти для обробки даних по заробітній платі, управління пільгами та бонусами співробітників, має функціонал зберігання важливих документів, створення опитувань, а також допомагає HR спеціалістам з наймом, організацією інформації про кандидата та автоматизацією завдань рекрутингу.[54]

Таблиця 1.3 - Аналіз та порівняння сучасних IT систем для автоматизації HR процесів

Інформаційна система	**Переваги**	**Недоліки**
LinkedIn Recruiter	1. Величезна база даних кандидатів. 2. Детальний пошук кандидатів. 3. Ефективне брендування. 4. Автоматизує пошук та фільтрацію кандидатів.	5. Вартість. 6. Обмеженість функціоналом всередині платформи LinkedIn.
Greenhouse	1. Оптимізація процесу найму. 2. Легка інтеграція з іншими інструментами. 3. Аналітика та звітність.	4. Складність у використанні та налаштуваннях. 5. Вартість.

Продовження таблиці 1.3

HireVue	1. Фокус на цифрових інтерв'ю та оцінці кандидатів за допомогою AI, що забезпечує високий рівень автоматизації в процесах найму	2. Обмеження у роботі з відео-контентом. 3. Складна інтеграція з іншими системами.
HiBob	1. Розвинений апарат для управління персоналом. 2. Інтуїтивний інтерфейс. 3. Легко інтегрується з іншими бізнес-системами.	4. Має невелику аудиторію. 5. Обмеження в функціоналі.
BambooHR	1. Підходить для малого та середнього бізнесу. 2. Має розвинену HR базу. 3. Інтуїтивний інтерфейс.	4. обмежена в глибині та гнучкості автоматизації, особливо для більш складних або специфічних HR-процесі

Дослідивши сучасний ринок IT рішень для рекрутингу та формування команд, виділити одне рішення, яке сьогодні “з коробки” могло би закрити всі поставлені перед нами потреби важко. Найбільше проблем викликає автоматизація процесу відбору та формування колективів. Навіть у сучасних,

зазначених платформ такий функціонал не реалізовано, або він не відповідає всім поставленим вимогам.

1.5.3 Можливості для вдосконалення сучасних інформаційних систем

На основі аналізу існуючих програмних рішень формування IT-команд можна виділити наступні прогалини та можливості для вдосконалення:

1) Недостатня автоматизація відбору та формування команд: Більшість існуючих систем зосереджені на автоматизації окремих етапів рекрутингу, але не надають комплексного рішення для автоматичного формування ефективних команд.
2) Обмежена інтеграція з різними HR-інструментами: Існуючі системи, такі як LinkedIn Recruiter, Greenhouse, HireVue, часто працюють як окремі інструменти без повної інтеграції один з одним.
3) Недостатній аналіз soft skills: В багатьох системах не враховуються важливі нетехнічні компетенції кандидатів, які критичні для успішної роботи в команді.

Проаналізувавши поточний ринок та його невідповідність поставленим проблемам можна виділити такі можливості для вдосконалення:

Перший варіант – це розробка комплексного рішення, яке покриє всі поставлені задачі. Це включає в себе створення системи, яка інтегрує різні інструменти та підходи для формування IT-команд, включаючи оцінку технічних і не технічних навичок, алгоритм автоматизації підбору кандидатів та формування команд. Повна інтеграція різних інструментів та підходів, розроблених для одного комплексу забезпечує однорідний та ефективний процес підбору. Проте варто зазначити, що таке рішення потребує великих фінансових та трудових ресурсів на розробку прототипу. Також дане рішення, хоч і має великий потенціал на конкурентному ринку, враховуючи його переваги, проте більшість IT компаній вже мають HR системи, які частково покривають поставлені завдання в дослідженні. Зокрема це перевірили автори праці [58] під час проведення соціологічного дослідження. (Рис. 1.10)

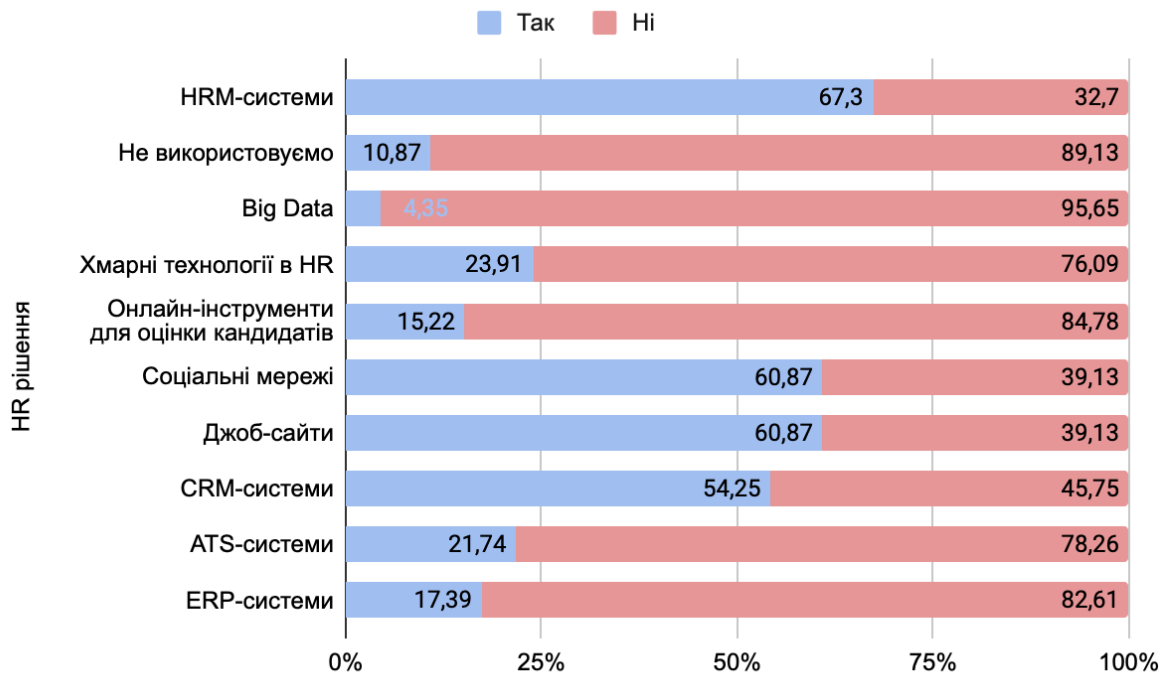

Рисунок 1.10 – Результати відповідей на запитання: «Які HR digital-інструменти використовує Ваша компанія?»

Згідно результатів опитування, що проводилось серед HR спеціалістів, лише 10,87% відзначили відсутність використання на робочому місці будь-якого з запропонованих варіантів HR платформ для автоматизації їх завдань.

Другий варіант це підвищення гнучкості та адаптивності існуючих систем. Розробка рішень, які можуть бути інтегровані та налаштовані залежно від конкретних потреб проєкту та організації на ту систему, яка вже налаштована в HR відділі даної організації. Перевагою такого підходу подальшого дослідження буде можливість використання вже наявних інструментів, як бази для побудови додаткових модулів, що можуть посилити популярні HR системи. Це, зокрема, забезпечить легше впровадження та краща сумісність з існуючими HR-системами, на відміну від першого підходу, який вимагатиме інтеграції нової системи.

Окремим викликом є збільшення фокусу на оцінці soft skills. Використання інструментів для більш глибокого аналізу міжособистісних навичок та поведінкових характеристик кандидатів. Окремо варто зазначити, проблему формалізації та автоматизації оцінок міжособистісних навичок. Проте

і таке рішення окремим модулем виглядає більш прикладним бізнес рішенням, ніж побудова комплексної системи з нуля.

1.5.4 Методи оцінки технічних компетенцій кандидата

Для досягнення більш досконалої автоматизації відбору кандидатів у IT команди, ключовим аспектом стає впровадження технічних тестів, які дозволять об'єктивно оцінити технічні компетенції та навички майбутніх працівників. Hard skills – це професійні навички, основою яких є відповідні знання. Такі навички можна не тільки продемонструвати, а й виміряти. До них відносять: професійні знання, використання комп’ютерних програм, володіння іноземною мовою та ін. [54]

Використання у процесі рекрутингу технічних завдань та практичних тестів дозволяє кандидатам демонструвати свої навички в реальних умовах. Це може включати в себе вирішення задач, написання коду, аналіз алгоритмів тощо. Автоматизована система може оцінити результати тестування на основі об'єктивних критеріїв, що робить процес більш прозорим та об'єктивним. Впровадження систем онлайн-тестування, спрямованих на оцінку технічних компетенцій, дозволяє кандидатам проходити тести в режимі реального часу. Додавання можливості оцінки технічних навичок кандидата у гібридну модель сприятиме підвищенню об'єктивності та точності процесу визначення технічних навичок кандидатів, сприяючи формуванню IT команд, які будуть здатні виконувати поставлені перед ними задачі проєкту.

Розглянувши дослідження, що наведені у працях [56 - 60] можна виділити наступні характеристики сучасних методів оцінки персоналу:

1) Описовий метод - дозволяє формувати позитивні та негативні особливості поведінки співробітника. Основним недоліком методу є відсутність чіткої фіксації результату.
2) Метод класифікації, що заснований на ранжуванні працівників по певним групам, або рівнем знань. В IT це досить розповсюджений метод, за яким кандидати можуть бути trainee, junior, middle та senior. Така класифікація

практикується у всіх IT професіях, що дає змогу швидко відсіювати, небажаних за рівнем знань, кандидатів.

3) Моделювання, або створення близьких до реальних умов роботи і управлінських ситуацій.
4) Атестація, що проводиться для оцінки відповідності рівню співробітника вимогам займаної посади. За результатами атестації можна знизити або підвищити співробітника, перевести на іншу посаду, навчити або звільнити. Для IT галузі притаманне використання атестації для визначення рівня працівника, особливо під час переглядів заробітної плати.
5) Метод тестування сприяє визначенню кваліфікації працівника. Ефективність полягає в тому, що за допомогою даного методу можна отримати кількісну оцінку за багатьма критеріями. Застосовуючи метод тестування, фахівець з управління людськими ресурсами отримує об’єктивну та систематизовану інформацію про працівника, яку можна легко обробляти та будувати висновки на її основі.
6) Метод інтерв’ю, який найчастіше використовується під час процесу прийому на роботу. Негативним фактором тут є викривлене враження від кандидата інтерв'юером та його вплив на подальший процес рекрутингу.

Методи оцінки кандидата не обмежуються вищезазначеними, проте в нашій системі ми зупинили вибір саме на тестуванні кандидатів, як найбільш об’єктивному варіанті оцінки кандидата. Для ефективного дослідження hard скілів кандидата в тести можуть бути включені:

1) тест на знання технічних інструкцій для співробітників;
2) тест на вміння створення роадмапу продукту;
3) питання, що включають концепт ідеї або проєкту;
4) блок з технічним завданням;
5) тести на вміння працювати з блок-схемами;
6) тести на знання аналітики, основних метрик ефективності IT проєкту;
7) тест на формування презентації результатів технічного завдання.

На сьогодні в IT індустрії через її динамічний розвиток немає чітких критеріїв для тестування професійного рівня спеціалістів. Проте кожна компанія сама створює для себе межі володіння основними технічними компетенціями та в залежності від результатів відносить працівників до того чи іншого рівня.

1.5.5 Методи оцінки soft skills кандидатів

Оксфордський словник визначає «soft skills», як особисті якості людини, які роблять взаємодію з іншими людьми більш ефективною і гармонійною [55]. Перефразувати soft skills можна як міжособистісні, психологічні, саморекламні та нетехнічні якості будь-якого працівника. [60]

Проаналізувавши наукову літературу [61 - 64] варто зазначити, що вчені не мають однієї думки, що саме варто включати в soft skills. Серед основних, які виділяють автори можна виділити лідерські якості фахівця, вміння працювати в команді та успішно вести переговори, вміння навчатись та творчо мислити, вміння уникати та розв’язувати конфлікті ситуації, мати стресостійкість, бути чесним та емоційно розвиненим.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що як і технічними навичками, до визначення рівня soft skills не має. При побудові ефективного вимірювання відповідності soft skills кандидата до потреб команди варто враховувати велику кількість чинників. За допомогою такого тестування можна оцінити стиль поведінки, емоційний інтелект і протестувати реакцію на різні ситуації, які можуть виникати в процесі роботи над проєктом.

Серед великої кількості існуючих методик оцінки soft skills кандидатів можна виділити наступні:

1) Тест за методикою DISC - психологічний тест для оцінки поведінки людини, її ролі в команді та оцінки рівня комунікативних навичок. За результатами тесту можна визначити психотип особистості, що є дуже важливо як і коли кандидата шукають в уже сформовану команду, так і коли команда збирається з нуля. [65] Методологія базується на чотирьох

(Рис. 1.11) основних типах поведінки, які розглядаються у контексті різних ситуацій:

- Тип домінантність визначається ступенем, в якому людина схильна до влади, конкуренції та рішучості в досягненні мети.
- Комунікабельний тип – описує рівень соціальної активності та експресивності. Люди з високим рівнем впливу можуть бути енергійними та впливовими у групі.
- Тип командний гравець – визначає стійкість визначається рівнем терпимості до стресу, спокою та стабільності у міжособистісних відносинах.
- Тип аналітик – вказує на те, наскільки людина орієнтована на деталі, організованість та відповідальність.

Рисунок 1.11 – Схема класифікації за тестом DISC

- Тест на визначення типу особистості методом MBTI в основі якого лежить класифікація людей за чотирма основними аспектами:

Таблиця 1.4 – Напрями класифікації за методологією MBTI

Характеристика	Пояснення
Екстраверсія (E) / Інтроверсія (I)	Визначає, де людина знаходить свою енергію — у взаємодії з іншими або у власному внутрішньому світі.
Сприйняття (S) / Інтуїція (N)	Вказує на те, як людина збирає інформацію — на конкретних фактах чи загальних концепціях.
Мислення (T) / Відчуття (F)	Визначає, як людина приймає рішення — на основі логіки чи особистих цінностей.
Організованість (J) / Гнучкість (P)	Показує, як людина впорядковує своє життя — більше на організованість і планування чи на гнучкість і адаптабельність.

1) Тестування за методологією Big Five (OCEAH) або п'ятифакторна модель особистості, є ще однією широко відомою системою класифікації особистісних рис. [65] Цей метод допомагає визначити особистість за п'ятьма основними аспектами (Рис. 1.12):
    a) Відкритість (Openness): високий рівень відкритості вказує на творчий та дослідницький підхід до життя, тоді як низький рівень може свідчити про консервативність та прихильність до традицій.
    b) Сумлінність (Conscientiousness): цей аспект оцінює ступінь організованості та відповідальності. Люди з високим рівнем сумлінності часто виявляються завзятими та дисциплінованими.

c) Екстраверсія (Extraversion): активність, енергійність та бажання взаємодіяти з іншими вказують на високий рівень екстраверсії, тоді як інтровертність означає віддачу власному внутрішньому світові.

d) Приязність (Agreeableness): високий рівень лагідності асоціюється із співчутливістю та приязню, тоді як низький рівень може вказувати на скептицизм та конфліктність.

e) Нейротизм (Neuroticism): цей аспект визначає стійкість до стресу та емоційну лабільність. Високий рівень нейротизму може свідчити про емоційну нестійкість, тоді як низький рівень означає емоційну стабільність.

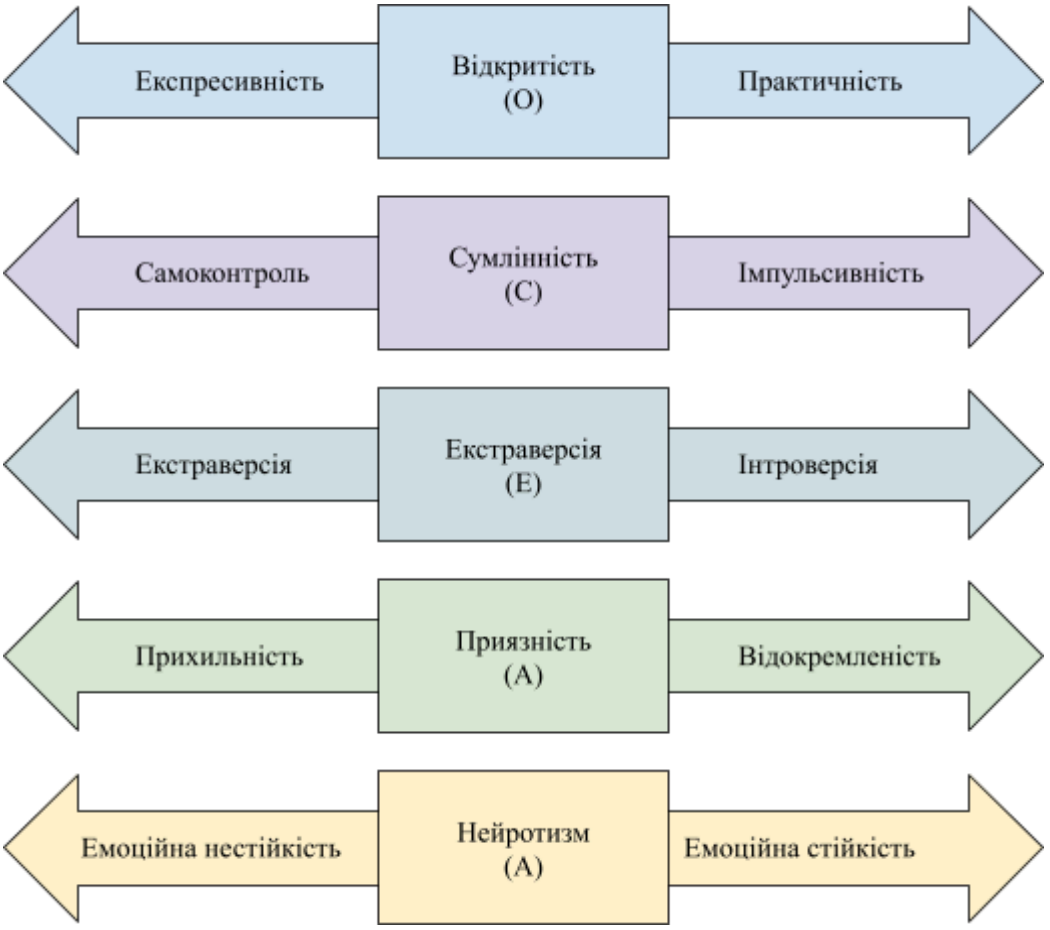

Рисунок 1.12 – Схема класифікації за тестом Big Five (OCEAH)

Тестування за цією методологією є узагальненим відображенням особистості, без прив'язки до конкретної ситуації. На думку вчених [65], ці якості є фундаментом особистості та не змінюються з часом.

2) Оцінка комунікативних і організаторських схильностей КОС (В.В. Синявського і Б.О. Федоришина) – це метод дослідження,який включає в себе 40 питань на визначення комунікативних та організаційних здібностей [66]. В основі даного методу лежать оціночні коефіцієнти комунікативності та організаторських схильностей, що обчислюються за формулами:

$$Kk = \frac{Kx}{20} \quad (1.1)$$

де *Кк* – коефіцієнт комунікативних схильностей;

Кх – кількості співпадаючих відповідей за комунікативними схильностями;

$$Ko = \frac{Ox}{20} \quad (1.2)$$

де *Кк* – коефіцієнт організаторських схильностей;

Ох – кількості співпадаючих відповідей за комунікативними схильностями;

Згідно методики [67], отримані результати необхідно порівняти зі заданими оцінками:

Таблиця 1.5 – Шкала оцінок комунікативних та організаторських схильностей

Кк	Ко	Базова оцінка
0,10-0,45	0,20-0,55	1
0,46-0,55	0,56-0,65	2
0,56-0,65	0,66-0,70	3
0,66-0,75	0,71-0,80	4
0,76-1,00	0,81-1,00	5

3) Методика дослідження емпатії (А. Меграбян і Н. Епштейн) включає в себе 25 суджень закритого типу для визначення емпатичних нахилів кандидата. Шкала відповідей дає можливість виразити відтінки ставлення до кожної ситуації спілкування. Результати тесту можна перерахувати у стандартні бали та провести якісний аналіз емпатичного стану кандидата.

Отже, можна зробити проміжний висновок, що для вирішення проблеми автоматизації діагностики кандидатів на soft скіли ми також маємо інструментарій який можемо долучити до нашого алгоритму. Варто зазначити, що не всі з перелічених вище методів можна кількісно оцінити, як от тест на тип особистості, проте, за рахунок гнучкості налаштувань алгоритму - як фактор можна додавати і результат і таких тестів також. Також варто зазначити, що в залежності від ситуації на ринку праці в IT таке рішення може негативно вплинути на процес автоматизованого рекрутингу. Не всі кандидати будуть готові пройти всі етапи тестування, що в перспективі може зменшити кількість кандидатів на відкриту вакансію.

Висновки до першого розділу

У першому розділі розкрито поняття IT проєкту та надано його основні характеристики. Проаналізовано сучасний стан досліджень з питання автоматизації процесу формування адаптивних команд для IT проєктів. Так, вчені з України та світу сходяться в думці, що подальший розвиток рекрутингу неможливий без залучення сучасних інформаційних систем. На основі багатьох досліджень та опитувань доведено, що hr-менеджери, які використовують у процесі найму інформаційні рішення більш швидше і якісніше закривають всі етапи найму кандидата в команду. Науковці приділяють увагу і трендам AI в галузі рекрутингу в команди. Дослідження показали, що такі рішення покращують якість обробки кандидатів, через виключення людського фактору.

Результати дослідження показали, що IT проєкти характеризуються унікальністю, складністю та значним впливом на бізнес-результати організації, що підкреслює важливість ефективного формування команд. Нами проаналізовано основні виклики, пов'язані з формуванням команд у IT,

включаючи різноманітність навичок, культуру організації, комунікації, та досвід команди.

Досліджено сучасні методики формування IT-команд, які включають компетенції, крос-функціональні команди, Agile методологію та інші, що забезпечують гнучкість та адаптивність у виборі кандидатів.

Проаналізовано роль сучасних IT рішень у процесі рекрутингу. Значний акцент зроблено на ролі інформаційних технологій у процесі рекрутингу, які спрощують та автоматизують підбір кандидатів. Досліджено стан сучасного ринку IT рішень для рекрутингу та формування команд. На жаль, виділити одне рішення, яке “з коробки” могло би закрити всі поставлені перед системою виклики не вдалось. Визначено, що у сучасних IT HR-рішеннях найбільше проблем викликає автоматизація процесу відбору та формування колективів.

Виокремлено ключові проблеми автоматизованого відбору кандидатів, зокрема недостатня автоматизація процесу відбору та формування команд, обмеженість інтеграції різних HR-інструментами та недостатній аналіз soft skills під час інтеграцій інформаційних систем для автоматизації формування команд.

На основі виявлених проблем була запропонована розробка рішення у вигляді багатофакторної моделі з ваговими коефіцієнтами для процесу автоматизації формування команд для IT проектів з можливістю використання технічних та соціально-психологічного характеристик для оцінки майбутніх кандидатів в команду.

Загалом, перший розділ розглядає доводить важливість комплексного, автоматизованого підходу до колективів, що складається з двох та більше фахівців з різноманітними навичками, які працюють над спільною метою з реалізації IT проєктів та здатні ефективно вирішувати різні завдання та підлаштовуватись до нових умов, які можуть виникати під час реалізації IT проєкту. Процес формування адаптивних команд має включати як оцінку технічних компетенцій, так і soft skills, з використанням сучасних інформаційних технологій для оптимізації процесу відбору.

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ КОМАНД

2.1 Моделювання процесу формування адаптивних IT-команд

Процес формування адаптивних команд для реалізації IT проєктів здійснюється експертами з найму персоналу та HR-департаментами. Для її опису застосовано нотацію IDEF0. Контекстна діаграма верхнього рівня представлена на рисунку 2.2.

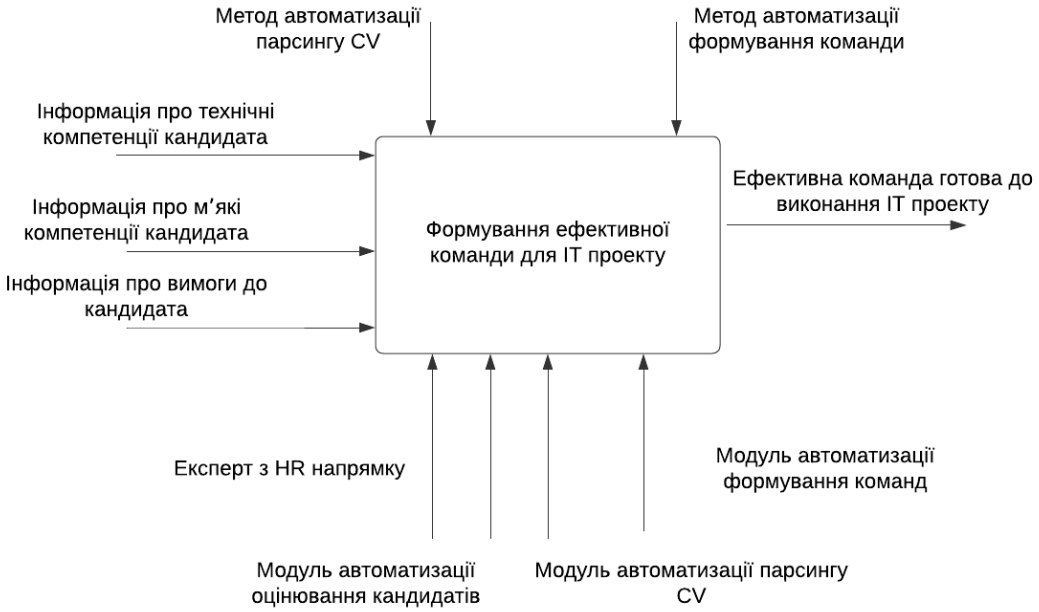

Рисунок 2.2 – Контекстна діаграма процесу "Формування ефективної команди для IT проєкту"

Використовуючи інформацію про технічні та нетехнічні компетенції кандидата та інформацію про вимоги до кандидата, експерти з HR напрямку можуть ефективно формувати команди для IT проєктів. При виконанні цього аналізу вони керуються методами автоматизації парсингу CV для виявлення ключових навичок та кваліфікації, та автоматизації формування команди для оптимізації процесу підбору персоналу. За допомогою методу автоматизації парсингу CV експерти можуть швидше обробляти резюме кандидатів, та виділяти ключових кандидатів, які володіють потрібними технічними навичками, та оцінити їх відповідність встановленим вимогам до проєкту.

Модуль оцінювання кандидатів дозволяє детально аналізувати кожного кандидата та оцінювати їх здатність виконувати необхідні ролі в команді. Перевіряти відповідність кандидата, як до заявлених навичок у резюме так і на відповідність вимогам до кандидатів на проєкт. Модуль формування команди використовується для структурування команди таким чином, щоб вона була збалансованою та ефективною, враховуючи різноманітність навичок та досвіду кандидатів. Таким чином, експерти можуть формувати команди, готові до виконання IT проєктів з урахуванням ризиків від невиконання або недосконалого виконання процесів управління та вартості виконання процесів підходу.

Контекстна діаграма верхнього рівня декомпозується на процеси, до яких віднесено "Формування HR Бази", "Тестування кандидата", "Формування команди" та “Ухвалення контракту”. Декомпозицію процесу “Формування команди” представлено на рисунку 2.3. Аналіз CV кандидатів тут означає етап формування вхідної інформації від кандидатів на посаду в команді. Формування індивідуальних оцінок кандидата відбувається як з проаналізованих CV за допомогою інформаційної технології так і, за наявності, інших джерел даних про soft та hard скіли кандидата. На цьому етапі hr менеджером встановлюються вагові коефіцієнти, щоб підготувати вибірку для вимог майбутнього IT проєкту. Індивідуальні оцінки кандидатів - оцінка в балах сформована на основі компетенцій, необхідних для виконання проєкту та оновлена за допомогою введення вагових коефіцієнтів на кожен з факторів. Внесення вимог від проєктного менеджера відбувається на основі необхідного набору фахівців та їх рівнів компетенцій для виконання задач IT проєкту. На етапі валідації кандидатів відбувається відхилення заявок кандидатів, які не відповідають мінімальним вимогам проєкту.

Формування ефективної команди – це формування команди з максимізацією загальної командної оцінки, яка задовольняє вимоги поставлені hr менеджером. Це завершальний етап, після якого користувач отримуватиме

сформовану команду зі списком кандидатів, які найбільше підходять до встановлених вимог пошуку.

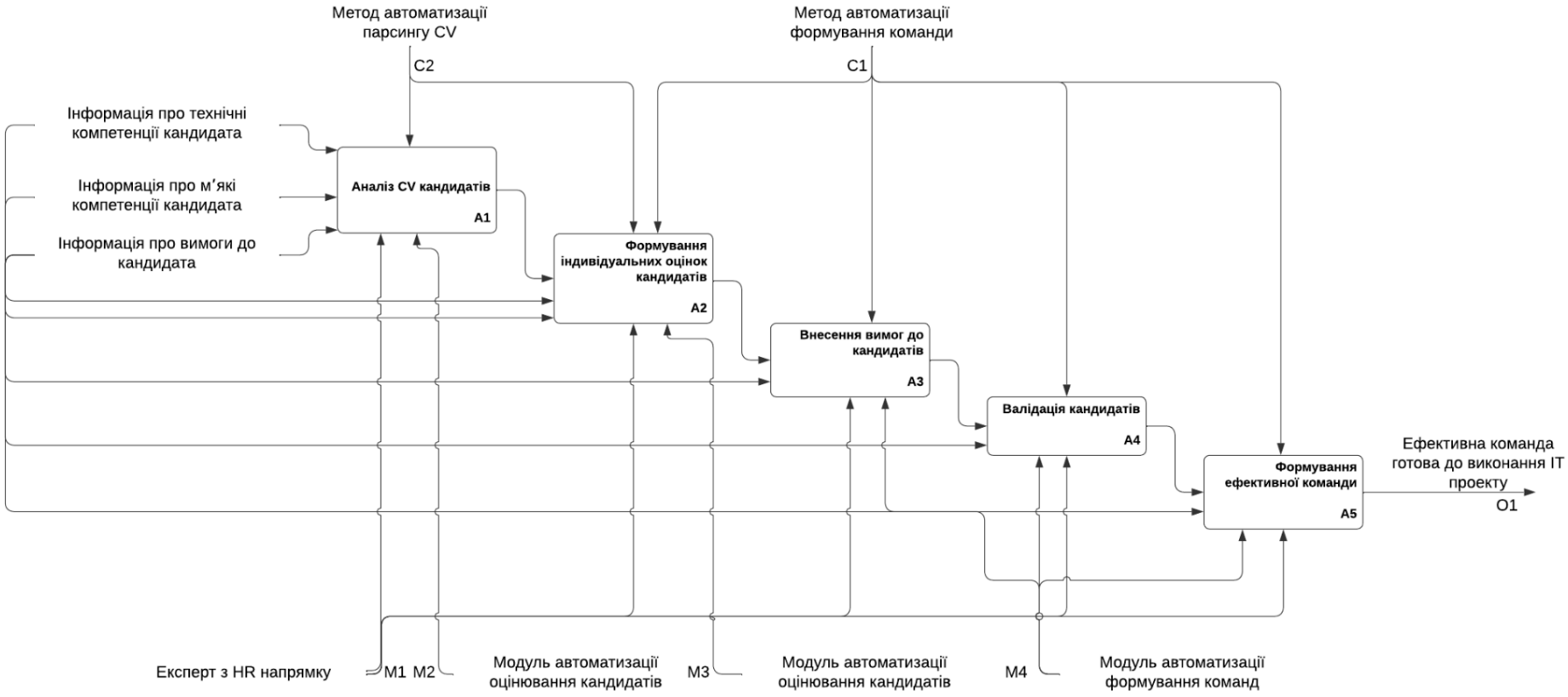

Рисунок 2.3 – Дочірня діаграма процесу "Формування ефективної команди для IT проєкту"

Для реалізації такої системи необхідно визначити потоки даних та джерела їх генерування та споживання. Функціональна модель потоків даних дає можливість перейти до визначення інформаційних потоків проєктованої системи. DFD дає повне уявлення про зовнішніх користувачів системи та потоки даних, які генеруються зовні та всередині системи, зберігаються в системі та споживаються користувачами або зовнішніми системами. (Рис. 2.1)

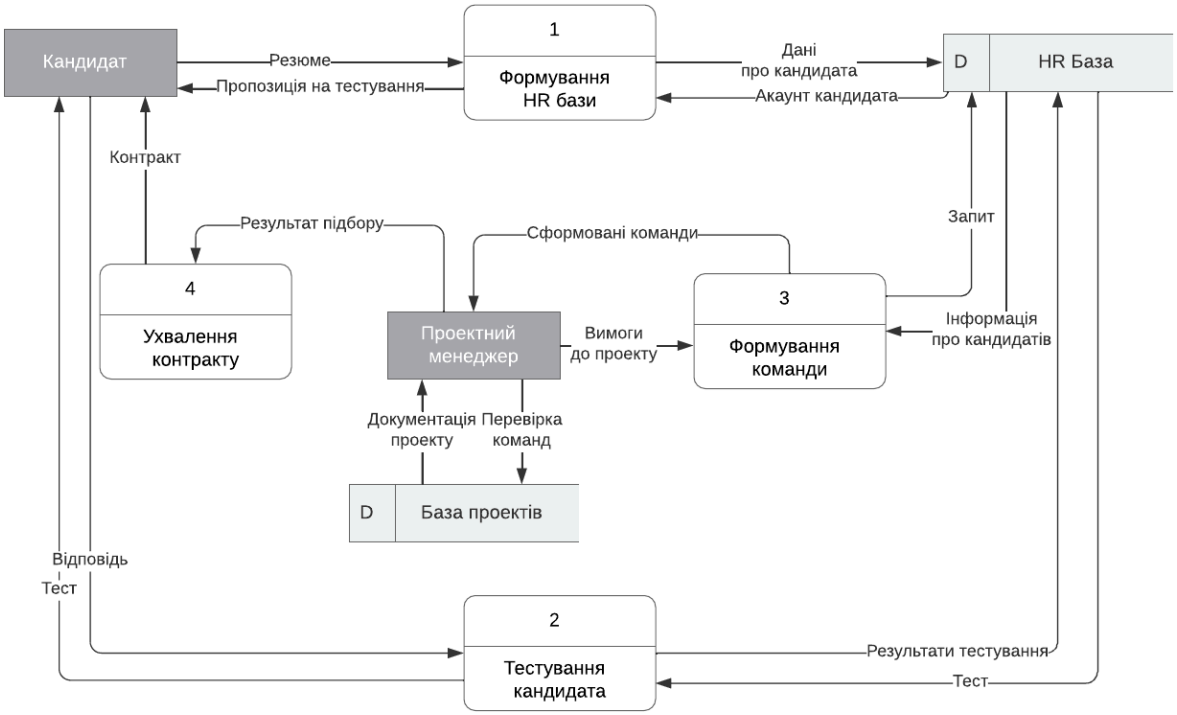

Рисунок 2.1 – Діаграма 0 рівня потоків даних прототипу системи підбору кандидатів для IT проєктів

Модель потоків даних для системи формування ефективних команд для IT проєктів складається з двох сутностей - "Кандидат" та "проєктний менеджер" (або HR менеджер). Процеси включають "Формування HR Бази", "Тестування кандидата", "Формування команд" та “Ухвалення контракту”.

Формування HR Бази:

1) Кандидат надсилає своє резюме.
2) Резюме кандидата зберігається у HR базі даних.

Тестування кандидата:

1) Кандидат отримує акаунт для доступу до системи.

2) Кандидат отримує пропозицію пройти тестування софт та хард скілів.
3) Кандидат проходить тестування з софт та хард скілів.
4) Результати тестів зберігаються в HR базі даних.

Формування команд:

1) проєктний менеджер отримує доступ до бази проєктів та документації проєктів.
2) проєктний менеджер задає вимоги до команди, такі як склад, ролі, навички, досвід, бюджет, володіння інструментами розробки та іноземними мовами.
3) Інформація про кандидатів з HR бази передається у процес "Формування команд".
4) В процесі "Формування команд" система використовує алгоритми штучного інтелекту для аналізу даних кандидатів та їхньої відповідності вимогам проєкту.
5) На виході процесу "Формування команд" формуються збалансовані команди з необхідними софт та хард скілами.
6) Інформація про сформовані команди передається назад до проєктного менеджера.

Пропозиція до роботи:

1) проєктний менеджер пропонує кандидату в команду ухвалити контракт, якщо він відповідає вимогам проєкту.

Розроблена модель потоків даних є необхідним етапом для побудови прототипу інформаційної технології формування команд для IT проєктів. На нашу думку, реалізація даного рішення дозволить пришвидшити процес найму працівників, а також дозволить швидко формувати збалансовані команди з уже існуючих кандидатів під поставлені задачі проєкту, що, своєю чергою, може вплинути на загальну успішність виконання проєкту, також таке рішення впливатиме на економію фінансових та трудових ресурсів на процес найму та формування колективів.

2.2 Формування вимог для алгоритму формування адаптивних команд

На основі факторів та характеристик зазначених у пункті 1.2 першого розділу можна сформувати вимоги до базового функціоналу майбутньої HR системи, що повинна вирішувати наступні бізнес-процеси:

Збір вимог та характеристик проєктів.

1) Обробка та систематизація вимог для підготовки до подальшого використання.

Формування HR бази:

1) Кандидати, які надіслали свої резюме на вакансії, внесені до HR бази даних.
2) Резюме кандидатів систематизуються за ключовими параметрами, такими як технічні навички, досвід, освіта, знання іноземних мов, зарплатні очікування.

Тестування технічних та не технічних компетентностей:

1) Кандидатам надається можливість пройти тести, які оцінюють їхні софт та хард скіли.
2) Психометричні тести допомагають визначити особистісні характеристики та психотип кандидатів.
3) Тести на рівень володіння технічними навичками та інструментами допомагають швидше підтвердити їх професійні вміння.

Аналіз вимог проєкту для формування команд:

1) Менеджер проєкту визначає вимоги до команди, такі як склад, ролі, навички, досвід, бюджет, володіння інструментами розробки та іноземними мовами.
2) Параметри формування команд заносяться до системи для подальшого використання.

Формування команд на основі алгоритмів математичного моделювання:

1) Використовуючи алгоритми математичного моделювання, інформаційна система аналізує дані кандидатів та відповідності їхніх компетенцій вимогам проєкту.
2) З кандидатів, що найкраще відповідають параметрам, формуються збалансовані команди з необхідними софт та хард скілами.

Перевірка та підтвердження команд:

1) Система здійснює перевірку сформованих команд на відповідність параметрам та вимогам проєкту.
2) Менеджер проєкту отримує затверджені команди та звіт про їх склад.

Комунікація з кандидатами:

1) Менеджер проєкту взаємодіє з клієнтами для уточнення деталей та надає звіти про формування команд.
2) Кандидатам надається зворотний зв'язок щодо результатів тестування та можливість отримати деталізовану інформацію про знаходження у базі даних.
3) Після погодження замовником команди всі кандидати отримують пропозицію до роботи над обраним проєктом.

2.3 Метод для автоматизації для підбору та формування адаптивних команд

Особливістю підбору кандидатів на IT проєкт є різносторонність навичок, які необхідно мати для його успішного виконання. Таким чином, головною умовою для успішного прийняття заявки кандидата на вакантну посаду є максимальна відповідність його пропозиції до вимог проєкту. В нашому дослідженні для розробки математичного алгоритму підбору кандидатів на IT проєкт ми будемо враховувати наступні фактори: напрям діяльності кандидата, рівень володіння кандидата основними (hard) скілами, тип особистості кандидата, винагороду кандидата, рівень володіння англійською мовою, а також тип особистості. Метою такого рішення буде пришвидшення пошуку потенційних кандидатів та спрощення процесу формування колективів, які будуть готові до виконання задач на проєкті. Також ми допускаємо, що дане

рішення призведе і до оптимізації бюджетів на проєкті, що в свою чергу, впливатиме і на дохідність для IT-компанії. Розроблена модель надасть менеджеру проєкту рекомендації стосовно підбору найбільш ефективних кандидатів у комнди, які відповідають заявленим потребам проєкту.

Для вирішення проблеми автоматизації підбору кандидатів в команди для IT проєктів нам необхідно розділити цей модуль на дві ітерації:

1) Відбір кандидатів з загальної бази кандидатів, за відповідністю до вимог, що надані проєктним менеджером.
2) Формування з відібраних кандидатів оптимальних команд, які зможуть ефективно виконати поставлену задачу.

Перша ітерація актуальна для компаній, в яких вперше буде застосовано запропонований метод формування команд, для компаній, які вже використовують запропонований метод більш актуальним буде використання 2 частини моделі, так як індивідуальні оцінки кандидатів вже будуть сформовані та передані в базу даних HR.

Сукупність характеристик кандидата можна представимо наступним чином:

$$SCC = \Sigma(X_1,\dots, X_5) \tag{2.1}$$

де SCC – загальна сукупність характеристик кандидата

Також, представимо вимоги до проєкту, як *Yn*:

$$SPC = \Sigma(Y_1,\dots, Y_1) \tag{2.2}$$

де SPC – загальна сукупність вимог проєкту

Вимоги до проєкту якими оперує hr менеджер - це базова межа, яку має задовольнити сукупність характеристик кандидата. Виходячи з цього ми матимемо три варіанти результатів порівняння.

$$SCC/SPC < 1 \tag{2.3}$$

де характеристики кандидата нижчі за характеристики вказані у вимогах проєкту.

$$SCC/SPC = 1 \tag{2.4}$$

де характеристики кандидата відповідають визначеним характеристикам проєкту.

$$SCC/SPC > 1 \quad (2.5)$$

де характеристики кандидата вищі за зазначені характеристики проєкту.

За таких умов для нас оптимальними сценаріями є 2 та 3, так як кандидат задовольняє вимоги, які надаються проєктним менеджером. В сценарії 1 кандидат відсіюється по одному з *Xn* факторів, тому не матиме опції перейти до другого етапу формування команди.

Для того, аби коректно відібрати кандидатів, нам треба розбити їх за фахом. Нехай фах буде позначатись як *j*.

Тепер необхідно відібрати кандидатів, які підходять до умов проєкту за кожним фактором:

$$CCR_j = \frac{X_n}{Y_n} \quad (2.6)$$

де X_n – оцінка фактора кандидата в балах;

Y_n – оцінка мінімального порогу надана проєктним менеджером.

Важливо також на основі експертної оцінки, ввести вагові коефіцієнти, що б визначити найефективніших кандидатів, позначимо ці коефіцієнти, як *k.*

Для того, аби запропонований метод ефективно формував команди для реалізації ІТ проєктів на етапі встановлення коефіцієнтів потрібно приділити увагу підбору експертів, що визначатимуть коефіцієнти для подальших розрахунків моделі.

В залежності від вимог проєкту такими експертами можуть виступати hr-спеціалісти ІТ компанії, технічні спеціалісти, проєктні менеджери, або працівники компанії, що розбираються в стандартах, фреймворках та особливостях з розробки ІТ проєктів. Проте, варто зазначити, що один спеціаліст з низькою вірогідністю може оцінити вагу кожної характеристики яку вимагатиме проєкт для реалізації. Бюджетні обмеження, дедлайни проєкту, необхідні технічні навички та спеціалізації для виконання проєкту, рівень софт скілів кандидатів вимагатимуть залучення групи експертів, де всі експерти разом можуть прийти до фінального рішення щодо доцільності встановлення ваг до тої чи іншої характеристики. Проте, проблему з залучення окремої

команди експертів можна вирішити навчанням HR-спеціалістів технічним особливостям проєкту.

Враховуючи додавання базових коефіцієнтів можемо розрахувати вимоги до кандидатів надані проєктним менеджером чи hr-менеджером, за наступною формулою:

$$IPR = \Sigma(Y_1 \times k,..., Y_5 \times k) \quad (2.7)$$

де Y_n – оцінка базового фактору з вимог проєкту;

k – ваговий коефіцієнт фактора.

Для кожного кандидата розраховуємо рівень відповідності вимогам за наступною формулою:

$$ICR = \Sigma(X_1 \times k,..., X_5 \times k) \quad (2.8)$$

де X_n – оцінка факторів кандидати;

Тепер можна перейти до другої ітерації модуля, а саме комплектування складу команди, і тут скористаємось принципом максимізації ефективності команди за допомогою балів отриманих після додавання вагових коефіцієнтів для кожного з кандидатів. Цільовою функцією тут виступатиме максимізація сумарно отриманих балів кандидатів в розрізі кожного напряму:

$$R_j = \frac{ICR}{IPR} \rightarrow max \quad (2.9)$$

де R_j – максимальна оцінка в розрізі фахового напряму діяльності;

ICR – сума балів кандидата;

IPR – сума балів мінімальних вимог проєктної документації.

Підсумовуючи, запропонований алгоритм складається з:

1) Етапу отримання базової інформації від проєктного менеджера, який далі буде вважатись мінімально допустимим для відбору кандидатів з бази даних кандидатів.
2) Для перетворення інформації про кандидатів та базових вимог проєкту в числовий вимір для кожного характеристики була запропонована рейтингова система.
3) Алгоритм перевіряє відповідність кандидатів до базових вимог за кожною характеристикою в розрізі фахових спеціальностей та відбирає тих кандидатів, які пройшли цю перевірку.

4) Пропонується додати до кожного фактора вагові коефіцієнти, розроблені на основі експертних оцінок. За допомогою вагових коефіцієнтів алгоритм перераховує оцінки кандидатів та базових оцінок IT-проєкту та виводить результати.
5) Цільовою функцією виступає максимізація зваженої загальної командної оцінки, тому на цьому етапі алгоритм підбирає таку комбінацію кандидатів, яка максимізує цю цільову функцію і пропонує найефективнішу команду.

Запропонований алгоритм в результаті надає список кандидатів в команду, який максимізує вимоги задані проєктним або HR менеджером.

Висновки до другого розділу

У даному розділі, на основі факторів та характеристик зазначених у пункті першого розділу було визначено вимоги до майбутньої системи автоматизації процесу підборів кадрів в IT команди. На основі вимог розроблено діаграму потоків даних 0 рівня процесу формування адаптивних команд для IT проєктів. Також, на основі досліджених вимог сформовано наступні етапи процесу формування команди:

1) Збір вимог та характеристик проєктів;
2) Формування HR бази;
3) Тестування технічних та не технічних компетентностей;
4) Аналіз вимог проєкту для формування команд;
5) Формування команд на основі алгоритмів математичного моделювання;
6) Перевірка та підтвердження команд;
7) Комунікація з кандидатами

Запропоновано математичну модель формування команд на основі алгоритмів математичного моделювання для вирішення задачі 5 етапу процесу формування команд. Модель розділено на 2 ітерації:

1) Відбір кандидатів з загальної бази кандидатів, за відповідністю до вимог, що надані проєктним менеджером.
2) Формування з відібраних кандидатів оптимальних команд, які зможуть ефективно виконати поставлену задачу.

Перша ітерація актуальна для компаній, в яких вперше буде застосовано запропонований метод формування команд, для компаній, які вже використовують запропонований метод більш актуальним буде використання 2 частини моделі, так як індивідуальні оцінки кандидатів вже будуть сформовані та передані в базу даних HR. Запропонований алгоритм складається з:

1) Етапу отримання базової інформації від проєктного менеджера, який далі буде вважатись мінімально допустимим для відбору кандидатів з бази даних кандидатів.
2) Для перетворення інформації про кандидатів та базових вимог проєкту в числовий вимір для кожного характеристики була запропонована рейтингова система.
3) Алгоритм перевіряє відповідність кандидатів до базових вимог за кожною характеристикою в розрізі фахових спеціальностей та відбирає тих кандидатів, які пройшли цю перевірку.
4) Пропонується додати до кожного фактора вагові коефіцієнти, розроблені на основі експертних оцінок. За допомогою вагових коефіцієнтів алгоритм перераховує оцінки кандидатів та базових оцінок IT-проєкту та виводить результати.
5) Цільовою функцією виступає максимізація зваженої загальної командної оцінки, тому на цьому етапі алгоритм підбирає таку комбінацію кандидатів, яка максимізує цю цільову функцію і пропонує найефективнішу команду.

Запропоновано варіанти вирішення проблеми автоматизації шляхом розробки нової інформаційної технології. Сучасний ринок HR-рішень не пропонує комплексного продукту, який би повністю відповідав вимогам формування IT-команд, зокрема у частині автоматизації процесу відбору та формування команд. Це вказує на значний потенціал для розробки такого рішення. Проте і має ряд недоліків, таких як великі фінансові та трудові витрати на розробку та впровадження таких систем замість вже існуючих у потенційних компаній-клієнтів. Більш гнучким варіантом вирішення проблеми є покращення адаптивності існуючих систем за рахунок розробки додаткових універсальних модулів. Модифікація та розширення існуючих HR-систем може бути

ефективною стратегією, яка дозволить використовувати наявні ресурси та забезпечити більш легке впровадження.

Для розробки майбутньої інформаційної системи формування адаптивних команд для реалізації IT проєктів представлені контекстні діаграми першого та дочірнього рівня. За запропонованою схемою, використовуючи інформацію про технічні та нетехнічні компетенції кандидата та інформацію про вимоги до кандидата, експерти з HR напрямку можуть ефективно формувати команди для IT проєктів. При виконанні цього аналізу вони використовують метод автоматизації парсингу CV для виявлення ключових навичок та кваліфікації, а також метод автоматизації формування команди для оптимізації процесу підбору персоналу.

Ці висновки вказують на необхідність розробки нових інноваційних рішень, які б могли інтегрувати різні аспекти процесу відбору IT-персоналу, забезпечуючи при цьому високий рівень автоматизації та ефективності, а також швидкої інтеграції у вже існуючі HR-процеси в IT компаніях.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ КОМАНД ДЛЯ ІТ ПРОЄКТІВ

3.1 Проектування інформаційної технології формування ІТ-команд

Інформаційна технологія автоматизації формування адаптивних команд для реалізації ІТ проектів складатиметься з трьох ключових компонентів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення ефективного формування команд:

1) модуль для обробки резюме у форматі PDF;
2) модуль оцінювання кандидата;
3) модуль процесу формування команд.

Основні характеристики кожного з модулів сформовані в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Характеристики модулів інформаційної технології автоматизації формування адаптивних команд для ІТ проєктів

Модуль	Функціональність	Технології	Вхідні дані	Вихідні дані
Модуль обробки резюме у форматі PDF	Автоматизація обробки резюме у форматі PDF, витягування тексту, структуризація даних.	Використання бібліотек Python (pdfplumber, SpaCy, pandas)	Резюме у форматі PDF	Структуровані дані про кандидатів у форматі JSON
Модуль оцінювання кандидата	Оцінка технічних та особистісних якостей кандидатів.	Використання бібліотек Python (pdfplumber, pandas). Метод вагових коефіцієнтів.	Структуровані дані про кандидатів, результати тестів по hard та soft скілам у форматі JSON	Індивідуальні оцінки кадидатів для формування команд.

Продовження таблиці 3.1

Модуль процесу формування команд	Автоматизація процесу формування команд на основі оцінок та вимог проекту.	Використання бібліотек Python (pdfplumber, pandas). Алгоритми оптимізації, багатофакторні моделі, методи вагових коефіцієнтів.	Дані про індивідуальні оцінки кандидатів. Вимоги проєкту.	Сформовані команди для проєкту.

Отже, модуль обробки резюме у форматі PDF відповідає за автоматизацію обробки та структуризацію даних з резюме, наданих у форматі PDF. Для його реалізації будуть використані бібліотеки Python: pdfplumber для обробки тексту з PDF документів, SpaCy для аналізу тексту, pandas для структуризації даних. Даний модуль інформаційної технології відповідатиме за вирішення проблеми автоматизації обробка резюме, витягування ключової інформації, зокрема: навичок, досвіду роботи, освіти. Та її структуризація у зручному для подальшої обробки форматі.

Модуль оцінювання кандидата призначений для автоматизації процесу оцінки технічних і особистісних навичок кандидатів та встановлення індивідуальної оцінки для кандидатів. Реалізація відбувається на основі обробки структурованих даних отриманих з модулю автоматизації обробки резюме у форматі PDF та додаткової зовнішньої інформації про результати тестування кандидатів на hard та soft навички. Для більш адаптивного оцінювання використовується метод вагових коефіцієнтів.

Модуль формування команд відповідає за автоматизацію процесу формування команд на основі оцінок кандидатів і вимог проєкту. Модуль реалізовано на основі методу оптимізації та багатофакторної моделі для вибору оптимальних комбінацій кандидатів. Даний модуль забезпечує формування команд з максимізацією загальної командної оцінки кандидатів, виходячи з вимог для реалізації проєкту.

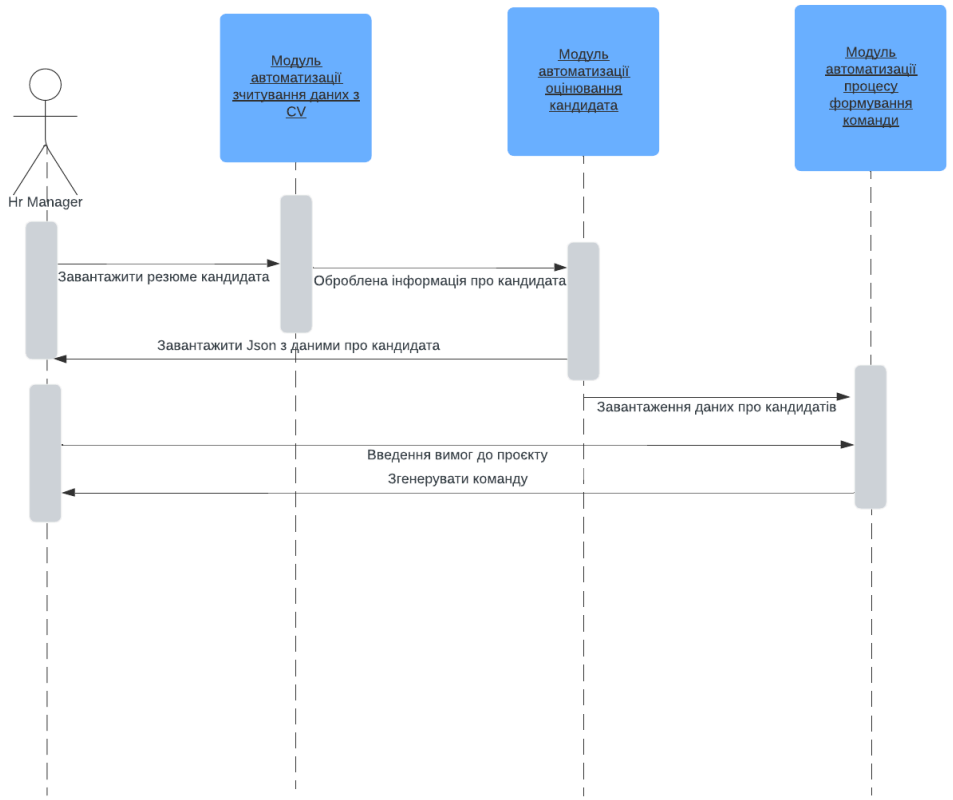

Рисунок 3.1 – Діаграма послідовності формування команд для IT проектів за розробленою інформаційною технологією

Діаграма демонструє послідовність дій та взаємодії між різними модулями інформаційної технології, що забезпечує комплексний підхід до формування адаптивних IT-команд. Кожен модуль виконує специфічні функції, що дозволяє автоматизувати та оптимізувати процес формування команд, забезпечуючи їх відповідність вимогам проекту та ефективність роботи. Дана структура інформаційної технології дозволяє, на нашу думку, забезпечити ефективний та об'єктивний процес формування IT-команд, підвищуючи якість реалізації проектів та задовольняючи потреби сучасного ринку праці в IT галузі.

3.2. Вибір інструментарію та розробка модуля оцінювання кандидата

Перед тим, як почати реалізовувати модуль підбору кандидатів в команди нами було проведено аналіз мов програмування, який міг би підійти для наших потреб. Варто зазначити, що під час початку дослідження ми одразу орієнтувались на мову програмування Python за рахунок її можливостей розробки AI інструментів, потужними можливостями роботи з даними та можливістю створювати API для модулів.[68]

Python – це високорівнева, інтерпретована мова програмування з динамічною типізацією та великою стандартною бібліотекою. Вона відома своєю читабельністю та ефективністю. [69] Важливою перевагою також варто зазначити легкість в написанні та розумінні коду, широкий спектр застосування, та велика спільноту підтримки, що дозволяє швидко комбінувати необхідні бібліотеки для отримання необхідного результату.

Як альтернативний варіант, нами розглядалась Java. Java - сильно типізована, компільована мова, яка широко використовується для розробки великих, масштабних додатків, особливо в корпоративному середовищі. [70] До переваг цієї мови можна віднести високу продуктивність, сильну безпека типів та широке застосування у розробці Android додатків. Проте, це є і її недоліком, адже Java вимагає більше витрат на написання коду для простих завдань, а також вона менш гнучка у порівнянні з Python. До того ж вона не має такий потенціал в роботі з даними та реалізації AI рішень.

Ще один варіант для реалізації нашого модуля - це модуль на мові C++. C++ – це мова з низьким рівнем абстракції, зазвичай використовується для системного та програмного забезпечення, високопродуктивних додатків. [71] Важливо зазначити, що перевагою такого рішення є висока продуктивність та контроль над ресурсами системи. Проте, складність синтаксису та висока складність управління пам'яттю особливо для надбудов, які ми плануємо розробити є суттєво важливим, тому Python зі своїми конкурентними перевагами краще працюватиме для нашого рішення.

JavaScript – це мова програмування, орієнтована на розробку клієнтської частини веб-додатків, все більше використовується і на серверній стороні (Node.js). Перевагами цієї мови програмування є універсальність у веб-розробці та широкий вибір фреймворків. Проте дане рішення також має свої недоліки, а саме – динамічна типізація може призводити до помилок, що важко відстежити.

Отже, розглянувши всі вище варіанти ми зупинились саме на Python. Дана мова програмування підтримує швидке прототипування та легкість внесення змін. Також варто відмітити чистий синтаксис Python, що сприяє легкості читання та розуміння коду. За рахунок великої кількості доступних бібліотек для роботи з даними та машинним навчанням вибір цієї мови програмування може в подальшому дати можливість додавання повноцінного AI інструменту в модулі підбору кандидатів та формування команд, проте навіть на етапі розробки запропонованої нами математичної моделі дана мова програмування вже є більш гнучкої ніж її конкуренти.

На даному етапі дослідження нам важливо створити прототип модуля, за допомогою якого ми змогли б протестувати гіпотезу, що наш математичний алгоритм спроможний підбирати більш ефективні колективи. Виходячи з цього перед нами стояли наступні завдання:

1) Створення простого та зрозумілого інтерфейсу для hr менеджера;
2) Додавання Id та позиції кандидата;
3) Додавання функцій для розрахунку рейтингу кандидата, яка включає розрахунок балів отриманих з компетенцій та можливості встановлення вагових коефіцієнтів до цих компетенцій.
4) Можливість редагувати список компетенцій та видаляти зайві компетенції з розрахунку;
5) Потрібно залишити опцію ручного введення оцінок за компетенції кандидата та значень вагових факторів.
6) Також важливо автоматизувати процес збереження результатів розрахунку модуля.

На основі визначених вимоги до модулю оцінювання кандидатів запропоновано діаграму варіантів використання для користувача застосунка.

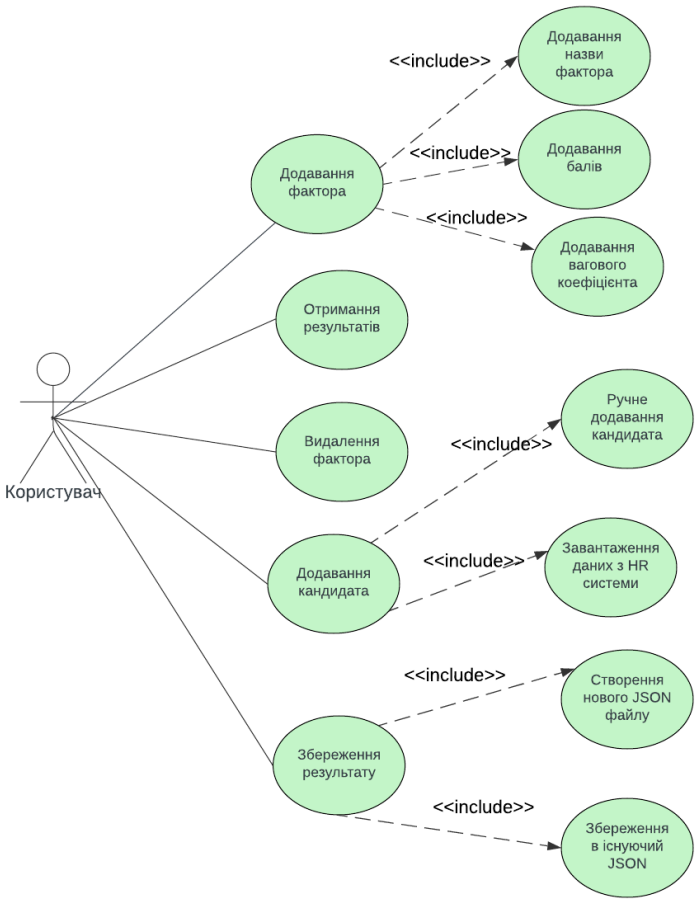

Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання для користувача

Проаналізувавши вимоги до даного модуля ми обрали бібліотеку PyQt5 в середовищі мови програмування Python. PyQt5 – це набір Python-біндінгів для популярного фреймворку Qt, який використовується для створення GUI додатків.[72] Дане рішення підійде для того, щоб hr-менеджер мав можливість взаємодіяти з інтерфейсом додатку на персональному комп’ютері. Також за допомогою даного рішення буде реалізовано можливість ручного додавання та видалення характеристик користувача та вагових коефіцієнтів.

Для реалізації логіки розрахунків було реалізовано наступні функції:

1) set_candidate_data – яка задає дані кандидата для розрахунку загального балу з можливістю динамічного додавання або видалення характеристик.

Також додатково додано перевірку, що значення оцінки має бути в межах від 0 до 100. (Рис. 3.2)

```
def set_candidate_data(**kwargs):
    """
    Задає дані кандидата для розрахунку загального балу з можливістю динамічного додавання або видалення х
    Перевіряє, що значення в межах від 0 до 100.
    :param kwargs: Набір ключ-значення для характеристик кандидата
    :return: Словник з даними кандидата
    """
    for key, value in kwargs.items():
        if value < 0 or value > 100:
            raise ValueError("Значення характеристик повинні бути в межах від 0 до 100")
    return kwargs
```

Рисунок 3.2 – Реалізація функції set_candidate_data

2) set_weights – Налаштовує вагові коефіцієнти для різних параметрів оцінки кандидатів. Додано додаткову перевірку, що коефіцієнти задані в межах від 0 до 1.(Рис. 3.3)

```
def set_weights(**kwargs):
    """
    Налаштовує вагові коефіцієнти для різних параметрів оцінки кандидатів.
    Перевіряє, що коефіцієнти в межах від 0 до 1.
    :param kwargs: Набір ключ-значення для вагових коефіцієнтів
    :return: Словник з ваговими коефіцієнтами
    """
    for key, value in kwargs.items():
        if value < 0 or value > 1:
            raise ValueError("Вагові коефіцієнти повинні бути в межах від 0 до 1")
    return kwargs
```

Рисунок 3.3 – Реалізація функції set_candidate_data

3) calculate_score – функція, яка відповідає за загальний розрахунок рейтингу кандидата. Встановлена додаткова перевірка на те, щоб сума вагового коефіцієнту була в діапазоні від 0 до 1(Рис. 3.4)

```
def calculate_scores(self):
        try:
            weight_data = {key: float(weight.text()) for key, weight in self.weights.items()}
            if sum(weight_data.values()) > 1:
                raise ValueError("Сума вагових коефіцієнтів не може перевищувати 1")
            for candidate in self.candidates:
                candidate_score = sum(float(self.fields[key].text()) * weight_data.get(key, 0) for key in self.field
                candidate['Total Score'] = max(0, min(candidate_score, 100))
            self.display_candidates()
        except ValueError as e:
            self.resultLabel.setText(f"Error: {e}")
        except Exception as e:
            self.resultLabel.setText(f"Unexpected Error: {e}")
```

Рисунок 3.4 – Реалізація функції calculate_score

Додаток повинен мати можливість отримувати дані з зовнішніх ресурсів. Для цього він має приймати значення у форматі JSON, а також зберігатиме результат розрахунку у цьому форматі.

JSON – це простий формат обміну даними, який легко читається людиною та машиною. Цей формат заснований на підмножині мови програмування JavaScript, але використовується багатьма мовами програмування через свою простоту та легкість обробки. JSON зазвичай використовується для серіалізації та передачі структурованих даних через мережевий з'єднання, особливо в веб-додатках між сервером та веб-клієнтами. [73]

Для створення інтерфейсу використано наступні модулі бібліотеки PyQt5: QApplication, QWidget, QVBoxLayout, QHBoxLayout, QLabel, QLineEdit, QPushButton, QInputDialog та QMessageBox. При відкритті програми користувач отримує базовий інтерфейс додатку з наступним функціоналом: (Рисунок 3.5)

1) Можливість додати характеристику при натисканні “Add Field Manually”
2) Можливість видаляти додані поля за допомогою кнопки “Remove Field”
3) При натисканні на кнопку “Calculate Score” алгоритм розраховує загальну оцінку для кандидата.
4) Кнопка “Add Candidate” відповідає за додавання кандидата.
5) Кнопка “Save to JSON” відповідає за збереження результатів розрахунків для наступного етапу формування команд.

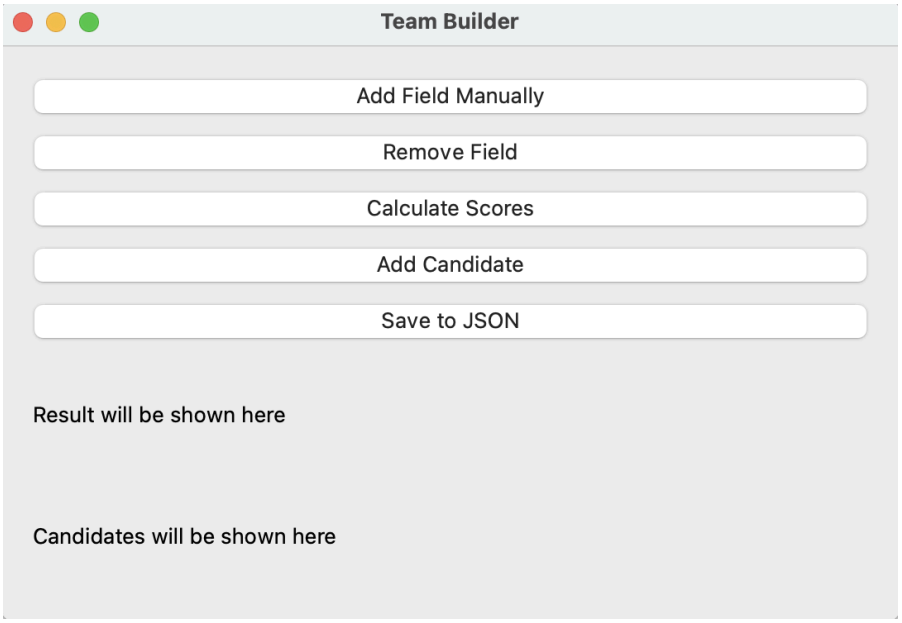

Рисунок 3.5 – Стартовий інтерфейс модуля підбору кандидатів в IT команди

В модулі реалізовано функціонал додавання кандидата. При натисканні на кнопку “Add Candidate” у користувача з’являється діалогове вікно, в якому треба додати ID кандидата та його посаду. (Рис. 3.6)

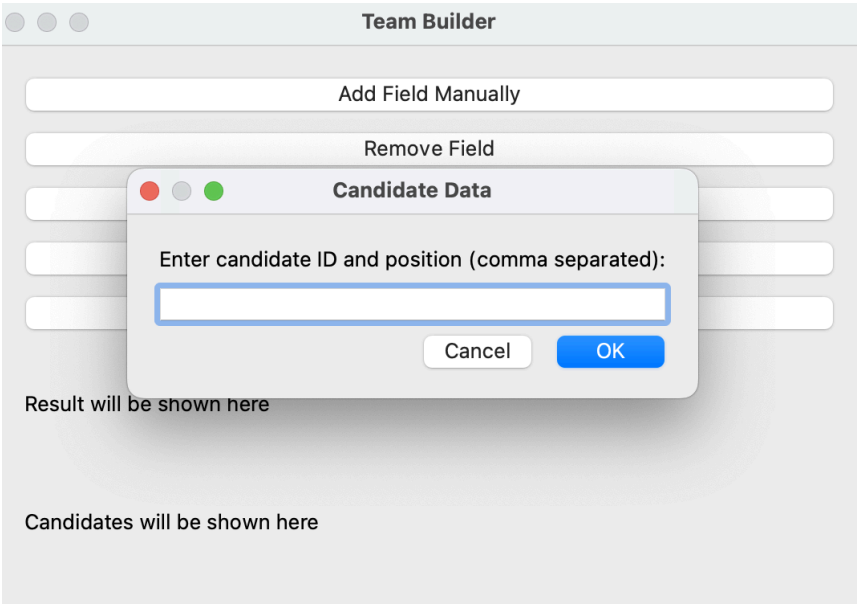

Рисунок 3.6 – Діалогове вікно додавання інформації про кандидата

Наступним кроком є додавання характеристик кандидата та оцінки по кожній з характеристик. На цьому етапі також задаються вагові коефіцієнти для кожного з показників. Після натискання “Calculate Scores” відбувається розрахунок загальної оцінки кандидата. (Рис. 3.7)

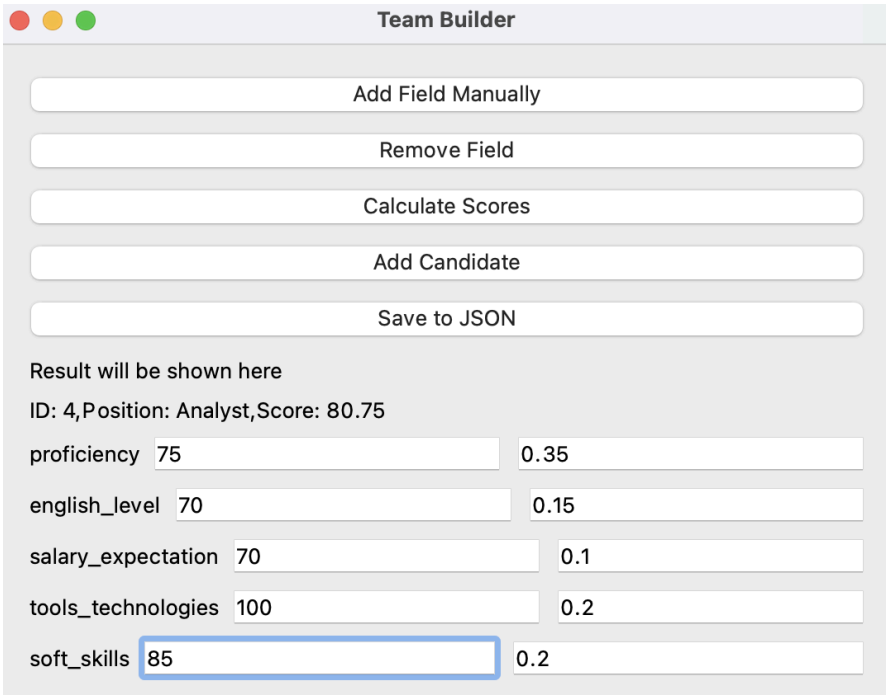

Рисунок 3.7 – Етап додавання характеристик кандидата

Останнім етапом роботи з модулем є збереження отриманих даних в JSON файл, який ініціюється по кліку на кнопку “Save to JSON”. Враховано можливість додавання записів в уже існуючі файли, а також створення нового файлу, за необхідності.(Рис. 3.8)

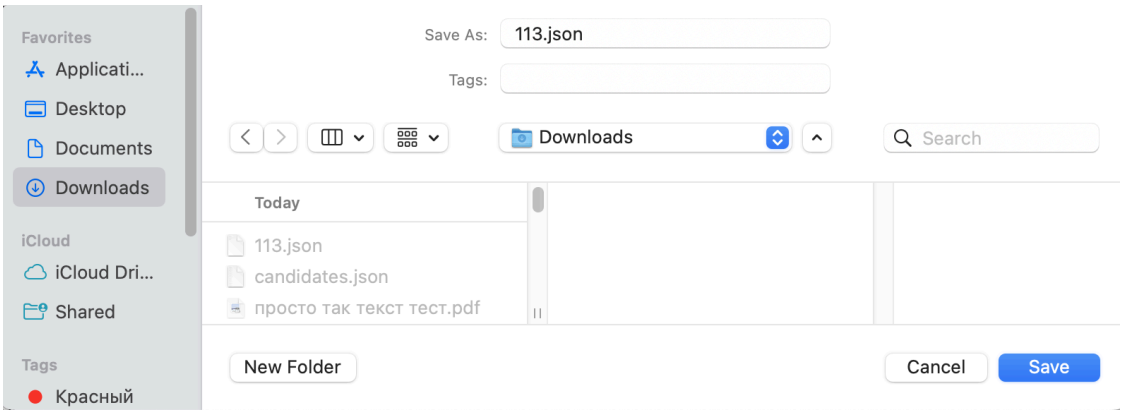

Рисунок 3.8 – Збереження розрахунків в JSON файл

Після збереження отриманих результатів програма повідомляє куди саме було збережено отримані результати і роботу з модулем можна завершувати.(Рис. 3.9)

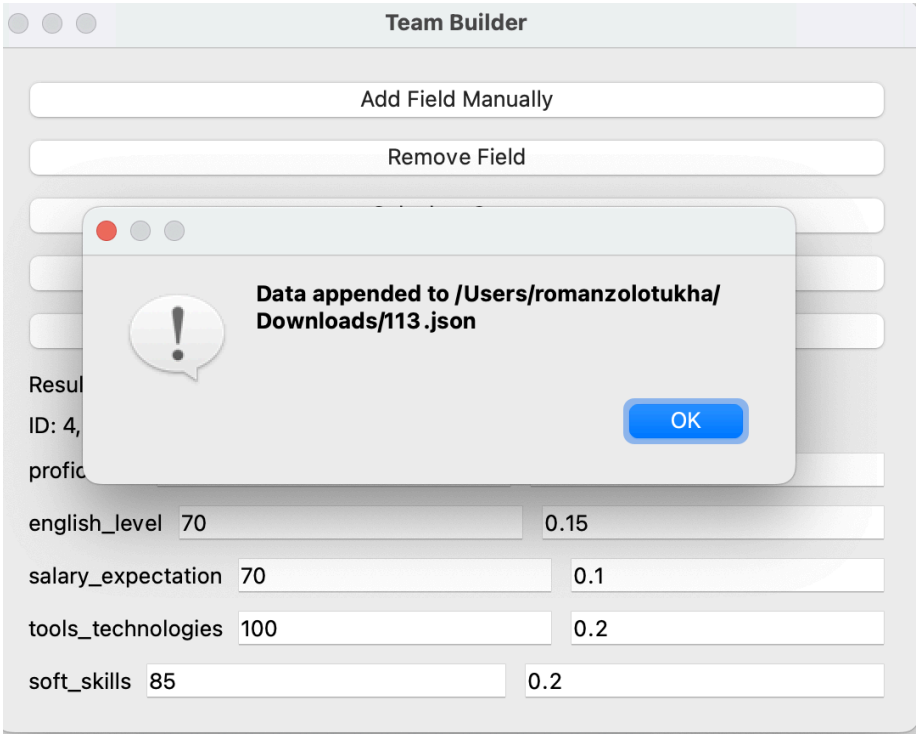

Рисунок 3.9 – Завершення роботи з модулем підбору кандидатів в IT команди

Таким чином в модулі реалізовано можливість додавати поля вручну, видаляти непотрібні поля, порахувати загальну оцінку кандидата. Окремо створено додатковий функціонал завантаження даних з Google Sheets, в яких ми будемо збирати дані для апробації реалізованого модуля. Повний код модулю додано в додаток А.

3.3 Реалізація модуля автоматизованого формування команд на основі запропонованого методу

Наступним етапом практичної реалізації прототипу розробленого математичного алгоритму є додавання функціоналу створення команд з спеціалістів, які отримали оцінку своїх компетенцій.

Необхідно реалізувати користувацький інтерфейс, в якому hr-менеджер або проєктний менеджер зможуть додавати вимоги до проєкту вимоги у кількості необхідних спеціалістів за типом їх професійного напряму діяльності. Також обов’язковою опцією є можливість завантаження JSON файлу з базою користувачів, які пройшли скринінг з першого модуля автоматизованого підбору кандидатів. Модуль повинен віддавати команду яка виконала умова цільової функції, а саме максимізація зваженої загальної командної оцінки, тому на цьому етапі алгоритм підбирає таку комбінацію кандидатів, яка максимізує цю цільову функцію і пропонує найефективнішу команду.

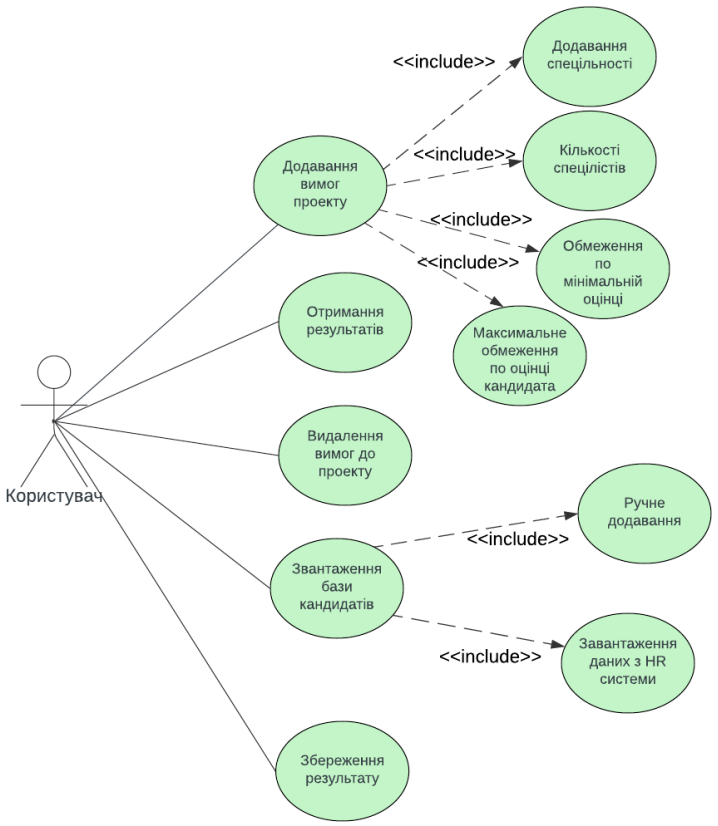

Рисунок 3.10 – Діаграма варіантів використання для користувача

Даний модуль також буде реалізовано за допомогою мови програмування Python та бібліотек PyQt5 (модулів QApplication, QWidget, QVBoxLayout, QHBoxLayout, QLabel, QLineEdit, QPushButton, QInputDialog та QMessageBox) та JSON.

Основною функцією даного модуля є calculated_best_score, для створення комбінації команди, яка матиме максимальний високий сумарний бал. Далі наведено реалізацію цієї функціональності: (Рис. 3.11)

```
def calculate_best_team(self):
        required_positions = {cb.currentText(): spin.value() for cb, spin in self.positions.items()}
        best_team = []
        for position, count in required_positions.items():
            candidates = sorted([c for c in self.candidates if c['position'] == position], key=lambda x: x['Total S
            best_team.extend(candidates[:count])
        total_score = sum(member['Total Score'] for member in best_team)
        self.resultLabel.setText(f'Best Team Total Score: {total_score}')
        self.display_candidates(best_team)
```

Рисунок 3.11 – Функція calculated_best_score яка надає список найкращих кандидатів

При відкритті даного модуля користувач отримує базовий інтерфейс додатку з наступним функціоналом: (Рис. 3.12)

1) Можливість додавати необхідний фах кандидата для формування команди за допомогою кнопки “Add Position”
2) Завантажувати JSON файл сформованого у модулі підбору кандидатів в IT команди за допомогою кнопки “Load JSON”
3) При натисканні на кнопку “Calculate Best Team” алгоритм розраховує Найкращий варіант комбінації з наявних кандидатів.
4) У діалоговому вікні виводиться показник кращих кандидатів з наявних у базі.

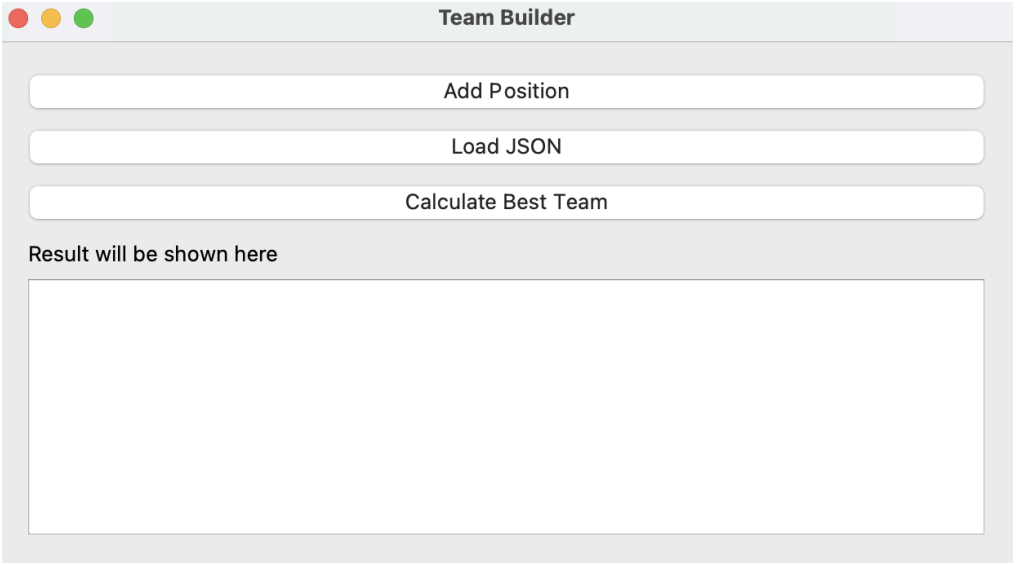

Рисунок 3.12 – Стартовий інтерфейс модуля автоматизованого формування команд

При взаємодії з елементом “Add Position” у користувача з’являється можливість обрати фах кандидата з випадаючого вікна та вказати кількість спеціалістів, які необхідно найняти на даний проєкт. Кількість позицій не є обмеженою, а наповнення списку можна зробити або доповненням позицій в коді, або автоматично забирати список позицій з JSON файлу, який користувач завантажує в додаток модуля. Також для кожної позиції можна задати мінімальне та максимальне значення загальної оцінки кандидата. (Рис. 3.13)

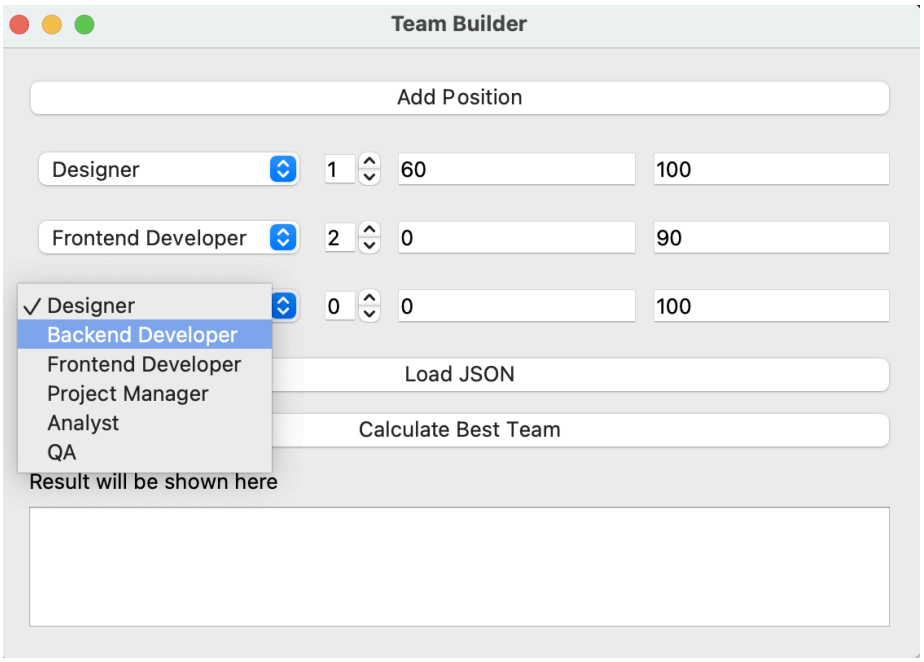

Рисунок 3.13 – Додавання вимог для кандидатів за фахом та кількістю спеціалістів.

Наступним етапом роботи з модулем є завантаження бази всіх кандидатів з JSON файлу, який отримано з модуля підбору кандидатів в IT команди. По натисканню на кнопку “Load JSON” відкривається вікно в якому користувач може обрати необхідну базу з кандидатами. Після успішного завантаження з’явиться повідомлення “JSON Loaded Successfully”, що означатиме, що база завантажена та готова до використання. (Рис. 3.14)

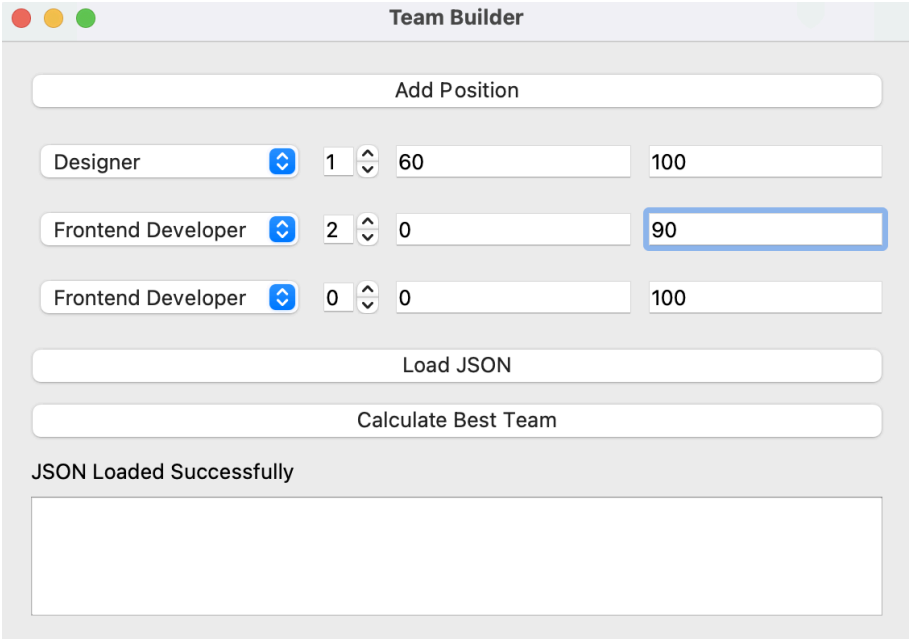

Рисунок 3.14 – Завантаження бази кандидатів у модуль

Останнім етапом є ініціалізація алгоритму через натискання на кнопку “Calculate Best Team”. Після натискання на цю кнопку алгоритм автоматично підбирає найкращу команду за заданими параметрами та виводить інформацію про відібраних кандидатів в діалогове вікно, яка включає ID кандидата, позицію кандидата та загальну оцінку всіх факторів кандидата. Алгоритм також виводить загальну оцінку всієї команди. (Рис. 3.15)

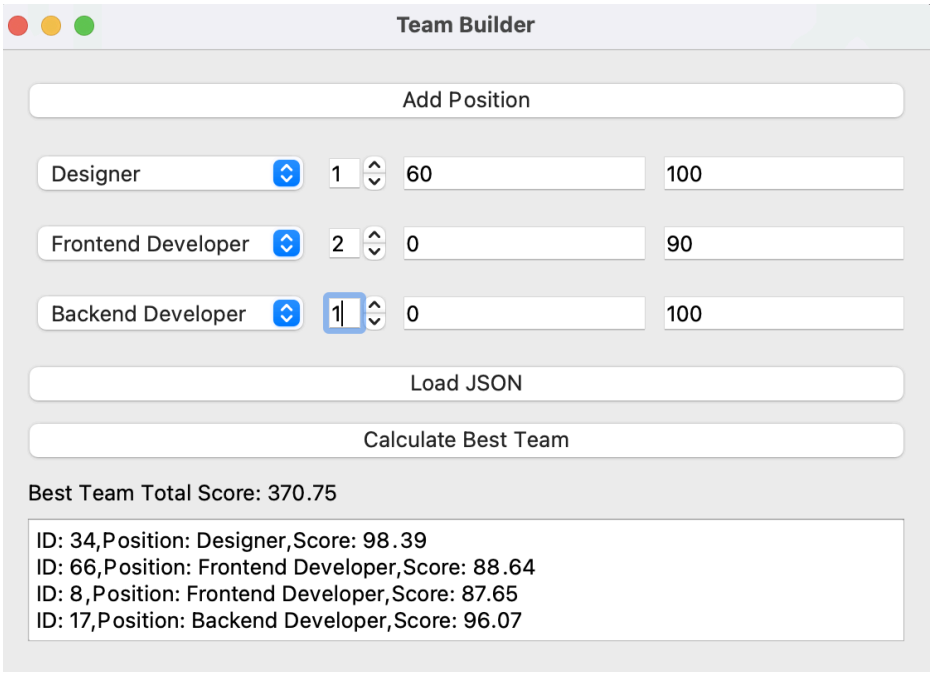

Рисунок 3.15 – Результат роботи модуля автоматизованого формування команд

Таким чином за допомогою модуля автоматизованого формування команд можна отримати команду, яка відповідає умові цільової функції, а саме максимізація зваженої загальної командної оцінки.

3.4 Розробка модулю для обробки резюме у форматі PDF

PDF (Portable Document Format) – це формат файлу, розроблений Adobe у 1990-х роках, який дозволяє представляти документи незалежно від програмного забезпечення, обладнання та операційних систем. Основною перевагою PDF є збереження оригінального форматування документа, що робить його зручним інструментом для обміну та публікації документів. [75]

Автоматизація зчитування резюме з PDF-файлів є важливою складовою для покращення ефективності процесу набору персоналу, особливо у великих

організаціях або в контексті проєктів, де потрібно оцінювати велику кількість кандидатів. Даний модуль також буде важливим для нашого дослідження, так як під час експерименту ми отримуватимемо інформацію про кандидатів саме у форматі PDF документів. Автоматизація процесу зчитування дозволить швидко та ефективно обробляти велику кількість резюме, знижуючи потребу в ручній роботі та зменшить ризик людських помилок.

Окремо варто зазначити, що автоматичне зчитування інформації з ЗВА резюме та перетворення її в структурований формат дозволить уніфікувати дані для подальшого аналізу та завантаження їх в будь-які сховища даних. Це полегшить аналіз кандидатів та оцінювання їх кваліфікацій на основі об'єктивних критеріїв. Також автоматизоване зчитування резюме може значно прискорити процес відбору, оскільки робота з великою кількістю документів стає менш трудомісткою. Використання алгоритмів для аналізу зібраних даних може допомогти ідентифікувати найбільш підходящих кандидатів за різними параметрами, включаючи освіту, досвід роботи, навички тощо.

Автоматизація процесу зчитування PDF документів дозволяє легко масштабувати процес відбору персоналу без значного збільшення трудових та фінансових витрат. Ми зосередимося на розробці модуля, який зчитуватиме необхідну інформацію з PDF-резюме і конвертуватиме її в JSON-файли.

Для розробки модулю нами була розроблена модель потоків даних процесу подачі резюме кандидатом. (Рисунок 3.16) Кандидат подає заявку на вакансію, прикріплюючи резюме у форматі PDF. Резюме обробляється системою і виділяє ключову інформацію про кандидата: контактну інформацію, місце навчання та навички. Ця інформація структурується і вноситься в базу даних HR, де HR-спеціаліст може бачити потрібних кандидатів, використовуючи задані фільтри.

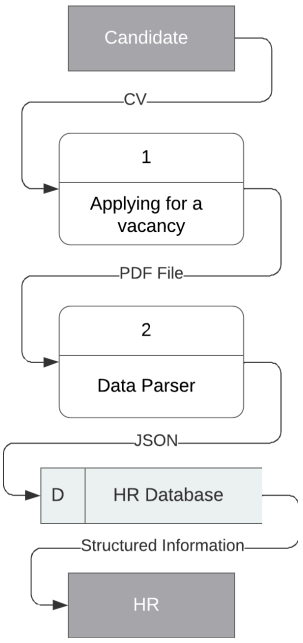

Рисунок 3.16 – Схема руху даних від кандидата до HR

Визначені вимоги до модулю обробки даних з PDF резюме кандидатів можна відобразити на діаграмі варіантів використання. (Рис. 3.17)

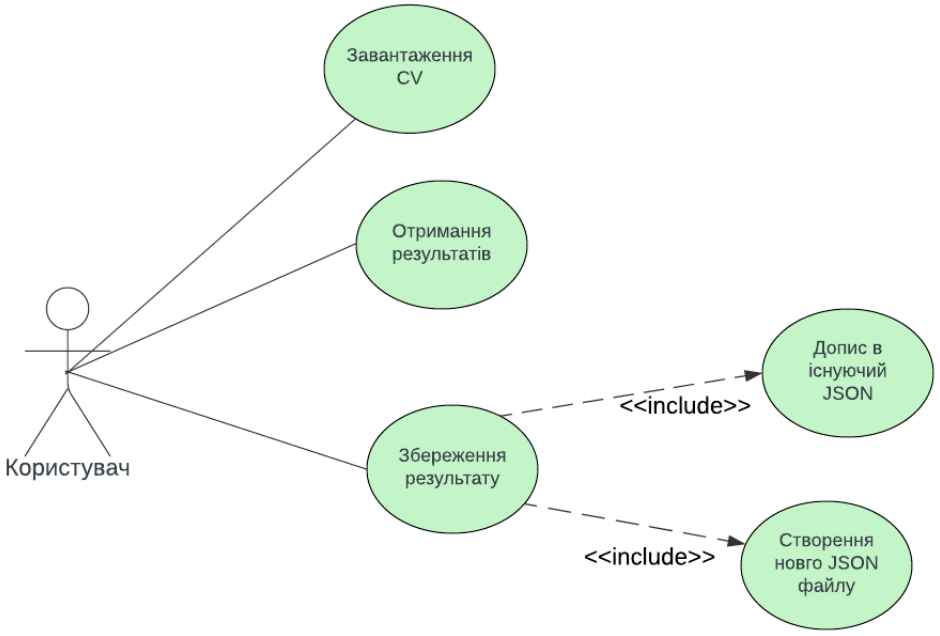

Рисунок 3.17 – Діаграма варіантів використання для користувача

Наша методологія передбачала ретельне вивчення цих наукових ресурсів, в ході якого ми визначили та каталогізували ключові слова та фрази, що вказують на технічні навички, мови програмування, інструменти, фреймворки

та інші релевантні IT-навички. Такий системний підхід дозволив нам скласти вичерпний перелік потенційних навичок, що підлягають дослідженню. Проте варто зауважити, що список характеристик не є сталим явищем та змінюється в залежності від динаміки розвитку IT індустрії та появи там нових професій та сфер діяльності. На 2023 рік нами був підготовлений список характеристик навичок кандидата який включає в себе 38590 скілів, які може вказати кандидат у своєму CV.

Для реалізації даного алгоритму ми використали універсальні можливості мови програмування Python. Надійна екосистема бібліотек Python полегшила наші зусилля в розборі та вилученні релевантної інформації зі складної структури резюме кандидатів. Щоб розібратися в тонкощах PDF-документів, ми використовували бібліотеку "PDFplumber", яка дозволила нам точно витягувати текстовий контент. Ця бібліотека надає можливість переглядати макет PDF-резюме та виокремлювати необхідні текстові сегменти для подальшого аналізу. Для обробки природної мови та розпізнавання текстових шаблонів ми використовували бібліотеку "spacy". Цей потужний інструмент НЛП дозволив токенізувати, тегувати та аналізувати текст, що дало нам змогу виявити шаблони та сутності, важливі для виокремлення навичок та освіти. Модуль "Matcher" у складі "spacy" допоміг виявити конкретні лінгвістичні патерни, впорядкувавши наш процес визначення ключової інформації. Щоб полегшити організацію та зберігання наших результатів, ми використали модуль "csv" для створення та управління структурованими наборами даних. Бібліотека "pandas" запропонувала нам ефективний засіб для маніпулювання та аналізу цих наборів даних, що дозволило нам отримати уявлення та тенденції з отриманої інформації. Як невід'ємну частину нашої реалізації ми використали можливості вбудованої бібліотеки Python під назвою "json". Ця бібліотека надала нам необхідні інструменти для легкого перетворення складних структур даних у формат JSON (JavaScript Object Notation), що дозволяє безперешкодно серіалізувати та зберігати дані. [74, 76]

Запропонований нами процес перетворення PDF документу, що містить інформацію про кандидата в JSON файл готовий до подальшого аналізу можна візуалізувати наступним чином. (Рис. 3.18)

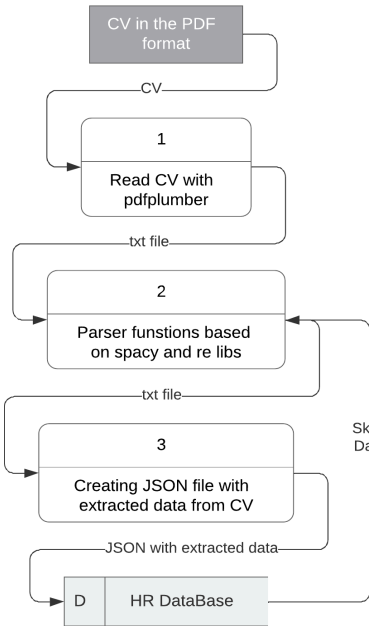

Рисунок 3.18 – Схема реалізації модулю обробки резюме в PDF форматі

Для даного модулю ми використали середовище розробки Jupyter Notebook з кількох причин:

1) Даний прототип модулю розробляється для внутрішнього користування під час апробації модулю рекрутингу кандидатів в команди. Тому нам не потрібно розробляти окрему візуальну складову.
2) Jupyter Notebook дозволяє нам виконувати код блоками і бачити результати негайно після виконання. Це надає можливість проводити ітеративний аналіз даних та швидко реагувати на зміни та експерименти.
3) Ми можемо легко вставляти графіку та візуалізації результатів в наші документи, що робить наші дослідження більш інформативними.
4) Ми швидко можемо вносити зміни в окремі частини нашого модуля, адже у PDF резюме немає стандартів оформлення, тому передбачається наявність помилок та їх виправлень під час практичного використання модулю.

Результатом роботи нашого алгоритму є ретельно структурований JSON-файл, зображений на рисунку нижче(Рис. 3.19):

```
if __name__ == '__main__':
    resume_text = extracted_text

    name = extract_name(resume_text)
    if name:
        print("Name:", name)
    else:
        print("Name not found")

    contact_number = extract_contact_number_from_resume(resume_text)
    if contact_number:
        print("Contact Number:", contact_number)
    else:
        print("Contact Number not found")

    email = extract_email_from_resume(resume_text)
    if email:
        print("Email:", email)
    else:
        print("Email not found")

    skills_list = csv_data_list
    extracted_skills = extract_skills_from_resume(resume_text, skills_list)
    if extracted_skills:
        print("Skills:", extracted_skills)
    else:
        print("No skills found")

    extracted_education = extract_education_from_resume(resume_text)
    if extracted_education:
        print("Education:", extracted_education)
    else:
        print("No education information found")
```

```
Name: Roman Zolotukha
Contact Number: 380951333017
Email: remko740@gmail.com
Skills: ['computer science', 'mysql', 'health', 'p', 'api', 'mailchimp', 'economics', 'gmail', 'automation', 'pytho
n', 'subscribe', 'analytics', 'google analytics', 'firebase', '2014', 'communication', 'improvement', '.com', 'engl
ish', 'travel', 'british', 'data collection', 'web', 'digital', 'navigation', 'com', 'facebook', 'russian', 'analyt
```

Рисунок 3.19 – Реалізований модуль в середовищі Jupyter Notebook

За допомогою алгоритму ми отримали поля які нас цікавлять у резюме: ПІБ, контактний номер телефону, контактний Email кандидата, скіли кандидата, освіта кандидата. Далі цю інформацію можна імпортувати в JSON форматі у зручне сховище HR-бази, яке компанія використовує під час процесу рекрутингу. JSON-файл є наочним представленням результатів роботи даного модуля, який полегшує організоване зберігання та обмін відповідною інформацією.

3.5 Верифікація компонентів інформаційної технології формування IT-команд

Верифікація компонентів інформаційної технології формування адаптивних команд для реалізації IT проектів включає перевірку того, що кожен компонент системи відповідає своїм специфікаціям і правильно виконує поставлені перед ним завдання. Процес верифікації включає етап юніт-тестування та перевірку вихідного коду.

Юніт-тестування - це метод тестування програмного забезпечення, що дозволяє перевірити на правильність окремі модулі вихідного коду програми. Ідея полягає в написанні тестів для кожної функції або методу. Перевагою такого методу є ізоляція окремих частин додатку і доказ, що кожна окрема

функція, метод та модуль коректний і здійснює очікувану поведінку. [77] Модульний підхід у автоматизованому тестуванні, що застосовується багатьма великими та меншими розробниками програмного забезпечення у всьому світі. Він базується на створенні модульних (юніт) тестів, які визначають вимоги до правильності реалізації коду безпосередньо перед його написанням. Цей підхід дає можливість визначати значну кількість помилок на ранніх стадіях розробки, і в подальшому значно прискорити процес регресійного тестування при внесенні змін в існуючий код, оскільки великі обсяги програмного коду тестуються автоматично. [78]

Для написання юніт-тестів нами було використано мову програмування Python з бібліотеками unittest. На рисунку 3.20 наведений код для тестування однієї з функції інформаційної технології – обробки тексту з PDF файлів у модулі обробки PDF резюме кандидатів.

```python
import unittest
import pdfplumber
from io import BytesIO

def extract_text_from_pdf(pdf_path):
    with pdfplumber.open(pdf_path) as pdf:
        full_text = ""
        for page in pdf.pages:
            text = page.extract_text()
            full_text += text
    return full_text

class TestPDFExtraction(unittest.TestCase):

    def setUp(self):
        self.pdf_content = b'%PDF-1.4\n1 0 obj\n<< /Type /Catalog /Pages 2 0 
        self.pdf_path = "test.pdf"
        with open(self.pdf_path, "wb") as f:
            f.write(self.pdf_content)

    def tearDown(self):
        import os
        os.remove(self.pdf_path)

    def test_extract_text(self):
        expected_text = "Hello, world!\n"
        extracted_text = extract_text_from_pdf(self.pdf_path)
        self.assertEqual(extracted_text.strip(), expected_text.strip())

if __name__ == "__main__":
    unittest.main()
```

Рисунок 3.20 – Юніт-тест для функції обробки тексту з PDF-файлу

Даний тест складається з функції extract_text_from_pdf, яка витягує текст з PDF-файлу, та тестового класу TestPDFExtraction, який перевіряє правильність роботи цієї функції. Цей тест складається з 4 етапів: створення тимчасового PDF-файлу; обробка тексту з PDF-файлу за допомогою функції

extract_text_from_pdf; перевірка тексту на відповідність очікуваному тексту; видалення тимчасового PDF-файлу після завершення тестування.

За допомогою юніт-тестування для модуля обробки резюме у форматі PDF вдалось верифікувати функції: обробки тексту з PDF-файлів; функцій, що відповідають за обробку тексту за ключовими словами в резюме кандидатів; функцію збереження структурованих даних у форматі JSON; стандартизацію структури збережених даних. (Рис. 3.21)

```
=== RUN   TestPDFExtraction
--- PASS: TestPDFExtraction (0.01s)
=== RUN   TestKeywordProcessing
--- PASS: TestKeywordProcessing (0.01s)
=== RUN   TestSaveToJSON
--- PASS: TestSaveToJSON (0.01s)
=== RUN   TestDataStandardization
--- PASS: TestDataStandardization (0.01s)
PASS
```

Рисунок 3.21 – Запуск всіх тест-кейсів для модуля обробки резюме у форматі PDF

Для модулю оцінювання кандидата: функцію завантаження JSON файлу кандидата; перевірку відповідності структури файлу; функцію мануального додавання даних про кандидата; функцію додавання вагових коефіцієнтів; функцію розрахунку індивідуальної оцінки кандидата; функцію збереження структурованих даних у форматі JSON; стандартизацію структури збережених даних. (Рис. 3.22)

```
=== RUN   TestLoadJSON
--- PASS: TestLoadJSON (0.01s)
=== RUN   TestCheckStructure
--- PASS: TestCheckStructure (0.01s)
=== RUN   TestManualDataEntry
--- PASS: TestManualDataEntry (0.01s)
=== RUN   TestAddWeights
--- PASS: TestAddWeights (0.01s)
=== RUN   TestCalculateScore
--- PASS: TestCalculateScore (0.01s)
=== RUN   TestSaveToJSON
--- PASS: TestSaveToJSON (0.01s)
=== RUN   TestDataStandardization
--- PASS: TestDataStandardization (0.01s)
PASS
```

Рисунок 3.22 – Запуск всіх тест-кейсів для модулю оцінювання кандидата

Для модуля формування команд: функцію завантаження JSON файлу кандидата; перевірку відповідності структури файлу; функцію додавання вимог проекту; функцію формування команди з максимізацією загальної командної оцінки; функцію вивантаження списку кандидатів у команду. (Рис. 3.23)

```
=== RUN   TestLoadJSON
--- PASS: TestLoadJSON (0.01s)
=== RUN   TestCheckStructure
--- PASS: TestCheckStructure (0.01s)
=== RUN   TestAddProjectRequirements
--- PASS: TestAddProjectRequirements (0.01s)
=== RUN   TestFormTeam
--- PASS: TestFormTeam (0.01s)
=== RUN   TestExportTeamList
--- PASS: TestExportTeamList (0.01s)
PASS
```

Рисунок 3.23 – Запуск всіх тест-кейсів для модулю формування команд

Наступним етапом верифікації є етап перевірки вихідного коду, який включає статичний аналіз коду для виявлення помилок і недоліків. Для цього нами було використано Pylint, статичний аналізатор коду для мови програмування Python. Дана бібліотека допомагає перевіряти код на наявність синтаксичних та логічних помилок; неправильне використання змінних або некоректні імпорти; відповідність коду стилістичним рекомендаціям PEP 8 (Python Enhancement Proposal 8); надає рекомендації щодо покращення читабельності та підтримки коду; надає оцінку складності коду. [https://www.pylint.org/]

Зокрема після використання даної бібліотеки код інформаційної технології було оцінено на 6.67/10. (Рис. 3.24)

```
-------------------------------------------------------------------
Your code has been rated at 6.67/10 (previous run: 6.67/10, +0.00)
```

Рисунок 3.24 – Результат перевірки коду за допомогою Pylint

Після внесення рекомендованих змін код було оцінено на 9.5 з 10 можливих. (Рис. 3.25)

```
--------------------------------------------------------------------
Your code has been rated at 9.50/10 (previous run: 6.67/10, +2.83)
```

Рисунок 3.25 – Результат перевірки коду за допомогою Pylint

Отже, для верифікації компонентів розробленої інформаційної технології формування адаптивних команд для реалізації IT проектів були використані два основні підходи: юніт-тестування та перевірка вихідного коду. Ці підходи забезпечили високу якість коду та підтвердили коректність роботи кожного модуля системи. Результати юніт-тестування показали, що всі основні функції кожного модуля працюють коректно і відповідають вимогам інформаційної технології. Перевірка вихідного коду за допомогою Pylint виявила кілька незначних помилок і недоліків, які були виправлені для забезпечення високої якості коду. Після виправлення основних помилок, код отримав оцінку 9.5/10 за результатами аналізу Pylint. На нашу думку, ці підходи до верифікації інформаційної технології забезпечили високу якість та надійність компонентів інформаційної технології автоматизації процесу формування адаптивних команд для IT проєктів, що дозволяє використовувати цю систему для ефективного формування команд у сфері інформаційних технологій.

Висновки до третього розділу

У цьому розділі ми розглянули процес розробки інформаційної технології автоматизації процесу формування адаптивних команд для реалізації IT проектів. Інформаційна технологія формування адаптивних команд для реалізації IT проектів складатиметься з трьох ключових компонентів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення ефективного формування команд:

1. модуль для обробки резюме у форматі PDF;
2. модуль оцінювання кандидата;
3. модуль формування команд.

Нами проведено аналіз інструментарію для розробки майбутньої інформаційної системи. Серед розглянутих мов програмування ми вирішили зупинитись на Python. Дана мова програмування підтримує швидке

прототипування та легкість внесення змін. За рахунок великої кількості доступних бібліотек для роботи з даними та машинним навчанням вибір цієї мови програмування може в подальшому дати можливість додавання повноцінного AI інструменту в модулі підбору кандидатів та формування команд, проте навіть на етапі розробки запропонованої нами математичної моделі дана мова програмування вже є більш гнучкої ніж її конкуренти.

На основі запропонованих діаграма варіантів використання для користувача для кожного з модулів нами реалізовано модуль автоматизованого підбору кандидата, модуль автоматизованого формування команд і модуль для обробки PDF резюме кандидатів.

Реалізація інформаційної технології включає в себе дві ключові ітерації: відбір кандидатів із загальної бази за відповідністю до проєктних вимог та формування оптимальних команд. В ході розробки модулю були впроваджені функції для розрахунку рейтингу кандидатів та встановлення вагових коефіцієнтів, що дозволяє ефективно оцінювати кандидатів та враховувати різні аспекти їх профілю.

Додаткова увага приділялася зчитування резюме з PDF-файлів. Це значущий крок, який дозволяє швидко обробляти велику кількість резюме, знижує потребу в ручній роботі та покращує точність відбору кандидатів. Застосування сучасних бібліотек Python для роботи з текстом і даними, таких як pdfplumber, spacy та pandas, значно підвищує ефективність цього процесу. Усі ці елементи разом формують інформаційну систему для HR систем автоматизованого підбору кандидатів, сприяючи покращенню процесу набору персоналу та забезпечуючи більш точний та об'єктивний підхід до відбору кандидатів для IT-проєктів.

Для верифікації компонентів розробленої інформаційної технології формування адаптивних команд для реалізації IT проектів були використані два основні підходи: юніт-тестування та перевірка вихідного коду. Результати юніт-тестування показали, що всі основні функції кожного модуля працюють коректно. Перевірка вихідного коду за допомогою Pylint виявила кілька

помилок, які були виправлені. Після виправлення основних помилок, код отримав оцінку 9.5/10 за результатами аналізу Pylint.

РОЗДІЛ 4. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Застосування інформаційної технології формування команд для хакатону “IT Marafon Online”

4.1.1 Опис вибірки для експерименту з хакатону “IT Marafon Online”

Вибірку досліджуваних склали учасники хакатону, тому що більшість з зареєстрованих є фахівцями з IT, що або вже працюють в індустрії, або починають свою кар’єру.

Метою хакатону було за день створити WEB застосунок для HR платформи. При підготовці до хакатону з розробки веб-сторінки для HR платформи всім учасникам під час реєстрації пропонувалось заповнити додаткову анкету в якій кандидати вказували рівні володіння характеристиками:

1) X1 – рівень сформованості фахових компетентностей;
2) X2 – володіння англійською мовою;
3) X3 – зарплатні очікування;
4) X4 – володіння інструментами та технологіями Git, Jira, Figma.

А також пропонувалось пройти тести для фактору X5 - рівень сформованості софт скілів. Для цього було використано анкети тестів, які ми досліджували в 1 розділі.

Всі характеристики кандидатів будуть переведені у шкалу від 1 до 100 балів в залежності від рівня володіння кандидатами кожним з факторів. Також, до кожного фактора було додано ваговий коефіцієнт (k) :

1) X: k = 0.35
2) X2: k = 0.15
3) X3: k = 0.1
4) X4: k =0.2
5) X5: k =0.2

Для реалізації проєкту команді у складі Front-End, Back-End розробників, дизайнера та проєктного менеджера/лідера за 1 день необхідно було створити веб-сторінку за заданими вимогами.

Захід проводився онлайн серед закритого кола зареєстрованих осіб. За організацію хакатону відповідали:

1) Захаренку Богдану Олександровичу за підтримку та проведення всіх організаційних процесів заходу, а також у допомозі пошуку та реєстрації кандидатів.
2) Ковриженко Антону Андрійовичу за формування вимог для учасників, а також оцінці результатів роботи команд хакатону.

В експерименті взяло участь 48 кандидатів, серед яких більшість учасників була у віці 20-25 років.(Рис. 4.1)

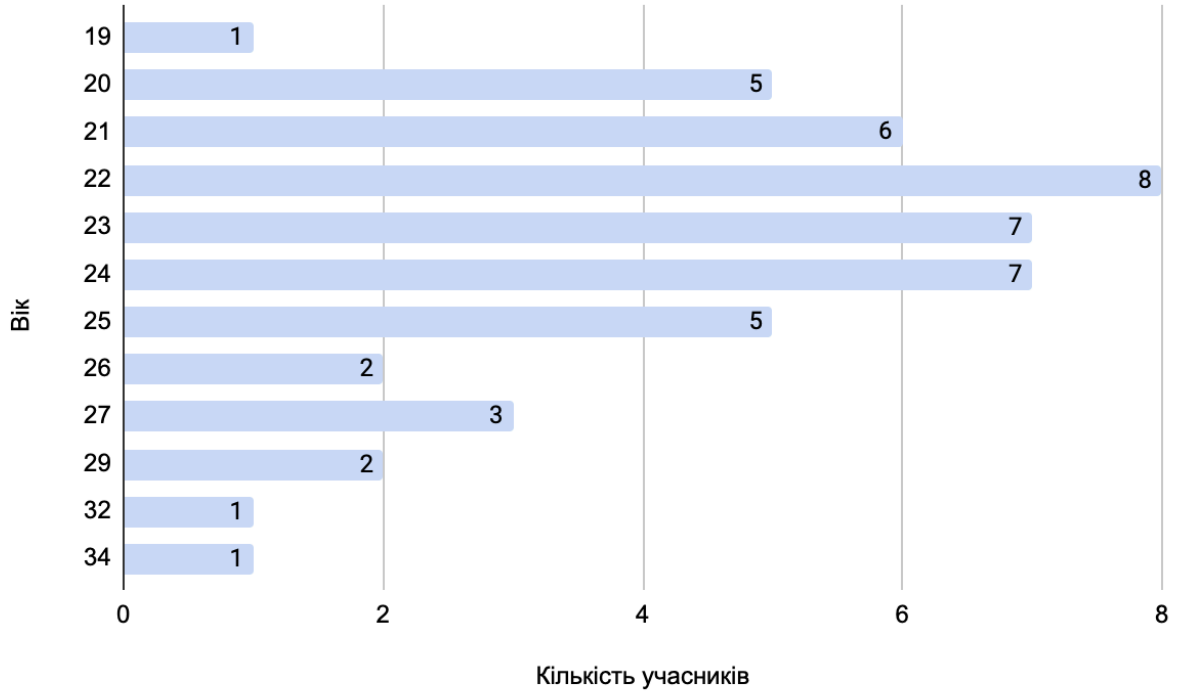

Рисунок 4.1 – Розподіл учасників за віком

За статевою приналежністю 85% чоловіки, а 15% – жінки. Або ж 41 чоловіків та 7 жінок. (Рис. 4.2)

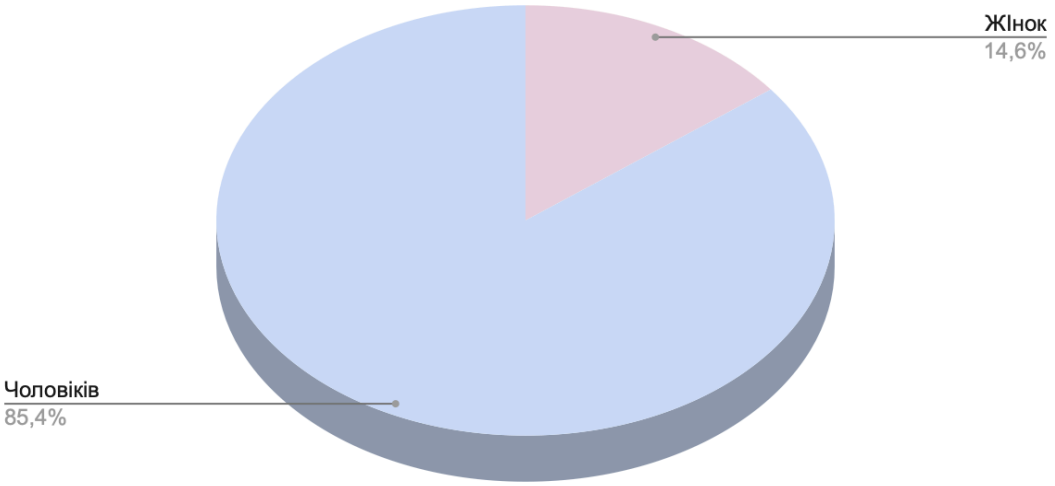

Рисунок 4.2 – Розподіл учасників за статтю

Вибірка не суттєво відрізняється від показників віку та розподілу за статтю, які можна побачити в дослідженні “Портрет IT-спеціаліста — 2023. Аналітика” від Dou.ua за серпень 2023 року. [80] Це означає, що результати експерименту можуть бути менш репрезентативними для всієї IT-галузі, особливо для старших вікових груп. Ми будемо враховувати це при підготовці підсумків до проведеного дослідження.

Щодо розподілу учасників експерименту щодо визначення у себе рівня володіння професійним фахом в IT, то тут результати є наступними. 50 % опитаних зазначили, що мають middle рівень технічних знань, 25 % - senior, 10 % визначають як junior, 15 % trainee.(Рис. 4.3)

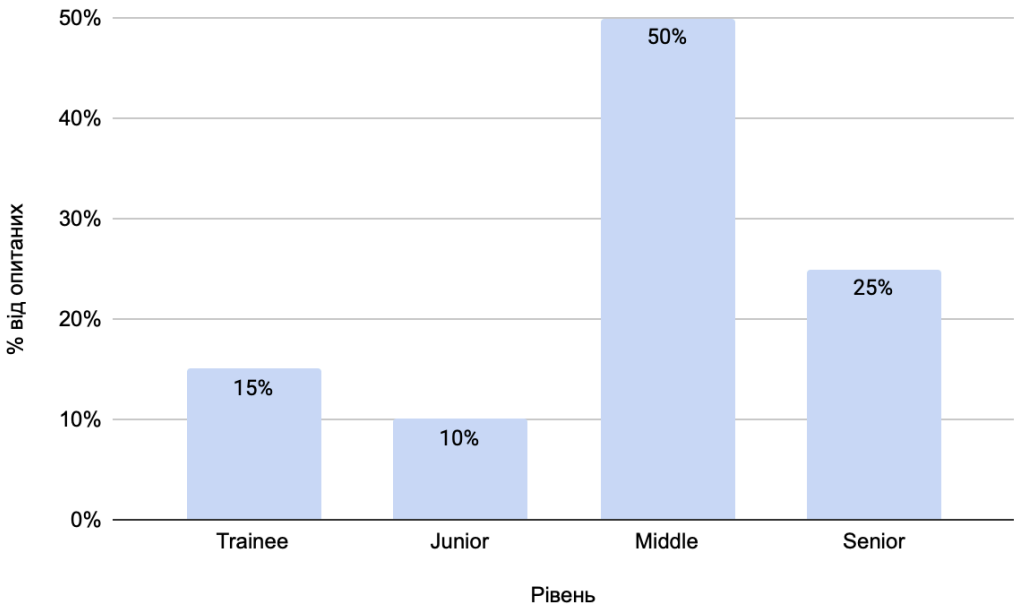

Рисунок 4.3 - Розподілу учасників експерименту щодо рівня володіння професійним фахом

Розподіл співробітників за рівнями кваліфікації серед респондентів в чотирьох основних спеціалізаціях: Front-End та Back-End розробники, Дизайнери, та Керівники проєктів. На рисунку 32 відображено скільки людей працює на кожному рівні від стажера (Trainee) до старшого спеціаліста (Senior) у кожній з цих категорій. (Рис. 4.4)

Front-End Розробники:

1) Trainee: 1 (2.08% від загального числа)
2) Junior: 1 (2.08%)
3) Middle: 8 (16.67%)
4) Senior: 3 (6.25%)
5) Back-End Розробники:
6) Trainee: 3 (6.25%)
7) Junior: 1 (2.08%)
8) Middle: 5 (10.42%)
9) Senior: 3 (6.25%)
10) Дизайнери:
11) Trainee: 2 (4.17%)

12) Junior: 1 (2.08%)
13) Middle: 7 (14.58%)
14) Senior: 2 (4.17%)
15) Керівники проєктів (Project Manager):
16) Trainee: 1 (2.08%)
17) Junior: 2 (4.17%)
18) Middle: 4 (8.33%)
19) Senior: 4 (8.33%)

Рисунок 4.4 – Розподіл співробітників за рівнями кваліфікації серед респондентів по спеціалізаціях та рівнях кваліфікації

Для визначення рівня володіння англійською мовою ми використали класифікацію згідно зі Спільною європейською мовною рамкою (CEFR - Common European Framework of Reference for Languages). [81]

Згідно цього розподілу можна виділити наступні рівні володіння іноземною мовою у респондентів:

1) A1 – початковий: [82]
    a) Респондент може розуміти та використовувати знайомі прості вислови та дуже базові фрази.

b) Респондент може привітатися з іншим, задавати прості особисті питання і відповідати на такі ж питання.

c) Респондент може вести дуже просту бесіду, якщо співрозмовник говорить повільно і чітко.

2) A2 – елементарний: [82]

a) Респондент може розуміти окремі фрази та часто вживані вирази, що стосуються повсякденного життя.

b) Респондент може спілкуватися у простих ситуаціях, які вимагають простого та прямого обміну інформацією про робочі чи домашні рутинні питання.

c) Респондент може описати простими фразами аспекти свого минулого, навколишнє середовище та виражати базові потреби.

3) B1 – Середній поріг: [82]

a) Респондент може розуміти основні думки простих тверджень про знайомі речі, які зустрічаються на роботі, в школі, дозвіллі тощо.

b) Респондент може впоратися з більшістю діалогів, які можуть виникнути під час подорожі країною, де говорять англійською.

c) Респондент може створювати прості зв'язні тексти на знайомі теми або про власні інтереси.

d) Респондент може описувати свій досвід, події, мрії, надії та бажання, а також коротко обґрунтувати свої погляди.

4) B2 – вище середнього: [82]

a) Респондент може розуміти основні ідеї складних текстів на на різні теми, включаючи технічні зі своєї робочої спеціалізації.

b) Респондент може легко та зрозуміло спілкуватися на рівні, що забезпечує просте спілкування з носіями мови без напруження для кожного з учасників.

c) Респондент може писати детальні тексти на широкий спектр тем і пояснювати свою точку зору з питань, надаючи переваги та недоліки різних варіантів.

5) C1 – просунутий: [82]
    a) Респондент може розуміти широкий спектр довгих та складних текстів, включаючи їх імпліцитний сенс.
    b) Респондент може висловлюватися спонтанно, лаконічно та влучно, відчуваючи рідкісні труднощі з вибором слів.
    c) Респондент може використовувати мову гнучко та ефективно для соціальних, академічних та професійних цілей.
6) C2 – досконалий: [82]
    a) Респондент може легко розуміти практично все, що чує або читає.
    b) Респондент має достатній словниковий та мовленнєвий запас для повного покриття спілкування з іноземними громадянами.

Отже, за сегментацією рівня володіння іноземної мови респонденти розподілились наступним чином: (Рис. 4.5)

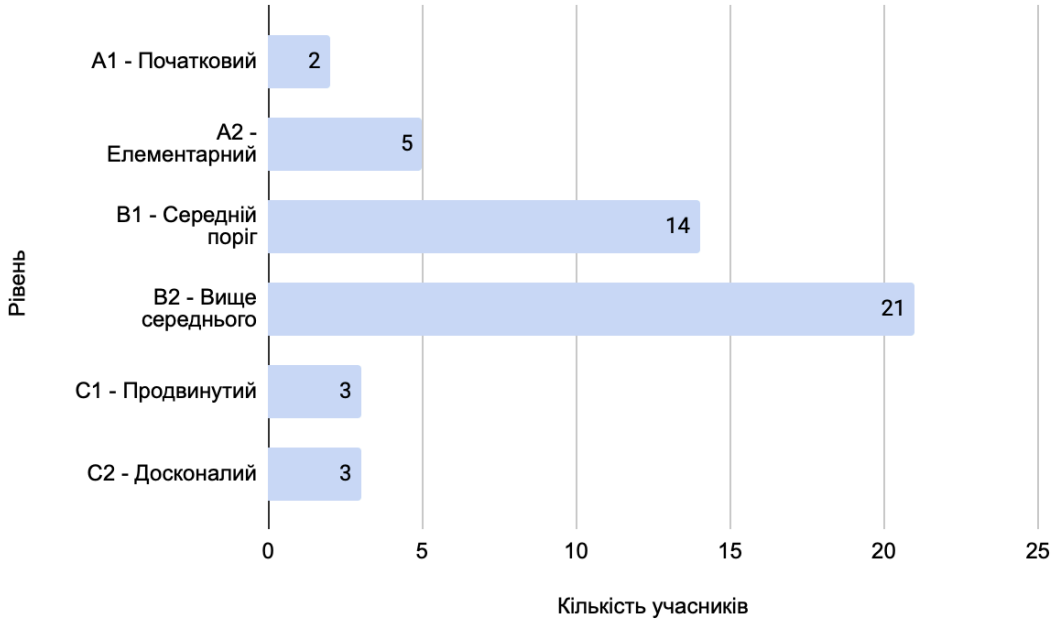

Рисунок 4.5 – Розподіл респондентів за рівнем володіння іноземної (англійської) мови

Також в анкеті опитувальнику ми залишили обов’язковим питання по очікуваному рівню заробітної плати. Варто зазначити, що на цьому етапі респонденти вказували саме бажаний рівень заробітної плати, а не фактичний,

який вони отримують на поточному місці роботи. Респонденти вказували бажаний дохід в USD. (Рис. 4.6)

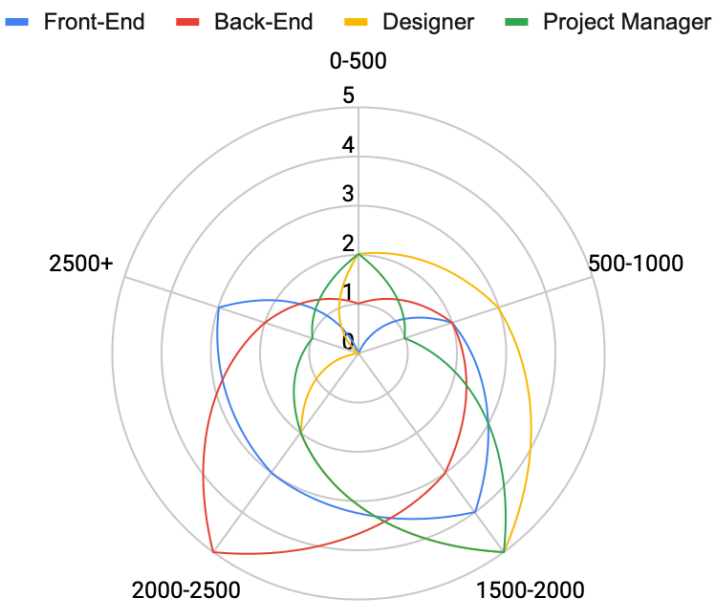

Рисунок 4.6 – Розподіл респондентів згідно очікуваного доходу в USD

Більшість респондентів обрала варіанти 1500-2000 та 2000-2500, це прямий наслідок домінації більш молодої когорти респондентів, а також більшої кількості middle спеціалістів у вибірці.

Для визначення рівня володіння професійних інструментів та технологій. Було взято типові для кожної з проіесій інструменти Git, Jira та Figma.

Git – це система управління версіями, яку використовують для відстеження змін у вихідному коді під час розробки програмного забезпечення. За допомогою цього рішення легко координувати роботу декількох розробників, дозволяючи їм працювати над одними й тими ж файлами одночасно, а також Git вирішувати конфлікти, які можуть виникати при злитті частин коду від різних розробників. [83]

Jira – це інструмент для керування проєктами розроблений компанією Atlassian. Цей інструмент дозволяє командам відстежувати хід виконання робіт, керувати завданнями та проєктами, а також забезпечує процес планування та звітності по IT проєкту. [84, 85]

Figma – це веб-застосунок для розробки дизайну продуктів. Він дозволяє користувачам спільно працювати над дизайном інтерфейсів, макетами продуктів та їх прототипами. Figma вирізняється серед конкурентів своїм набором функціоналу для спільної роботи в реальному часі та легкістю інтеграції з іншими інструментами дизайнерів. [86]

Кожен з цих інструментів є важливим для успішного вирішення технічного завдання командами хакатону, тому рівень володіння ними напряму впливає на успіх команди. На рисунку 35 зображено статистику респондентів по рівню володіння кількості необхідних інструментів.(Рис. 4.7)

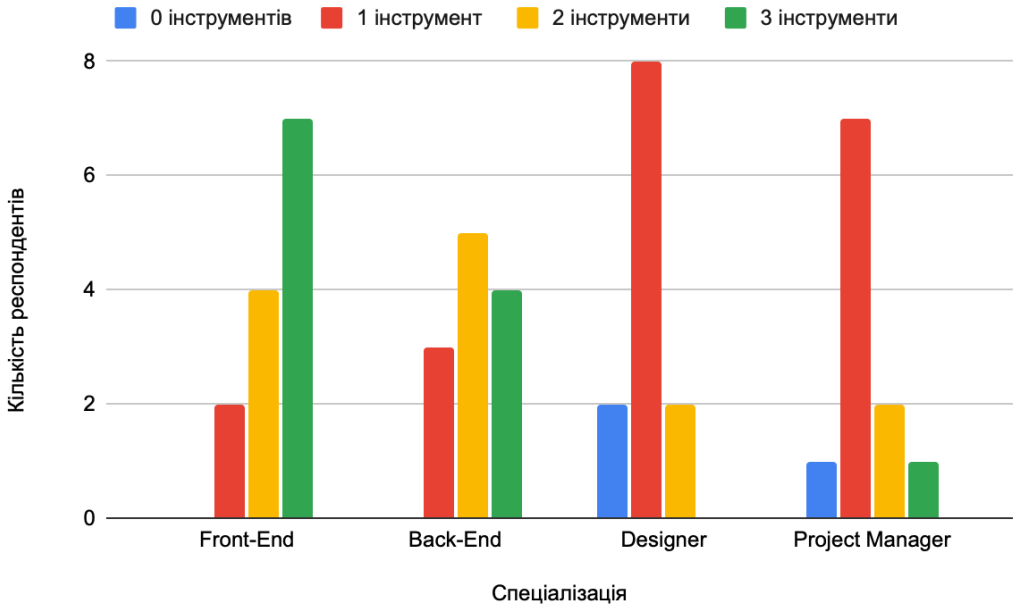

Рисунок 4.7 – Розподіл респондентів згідно кількості володіння технічних інструментів

Для визначення рівня останнього фактору, а саме визначення рівня сформованості софт скілів, респондентам було запропоновано пройти тести на визначення комунікативних і організаторських схильностей КОС (В.В. Синявського і Б.О. Федоришина).

За цією методикою було сформовано таблицю проявів комунікативних схильностей (КС) в якій у відсотковому співвідношенні розподілені всі респонденти в залежності від отриманих результатів:

Таблиця 4.1 – Прояв комунікативних схильностей (КС) у респондентів, %

Рівні (КС)	Респонденти, %
Дуже Високий	15%
Високий	27%
Середній	27%
Нижче Середнього	29%
Низький	0%

Згідно отриманих результатів анкетування 7 респондентів мають дуже високий рівень комунікативних схильностей. 13 респондентів мають високий рівень комунікативних схильностей, а також 13 респондентів мають середній рівень. 14 респондентів після проходження анкети були визначені, як люди з рівень комунікативних схильностей нижче середнього. У респондентів не зафіксовано низького рівня комунікативних схильностей, проте на це могли впливати також і місце проведення, адже хакатон приваблює людей, які зазвичай є більш схильними до комунікацій та нових знайомств.

Також за цією ж методикою було сформовано таблицю проявів організаторських схильностей (ОС) в якій у відсотковому співвідношенні розподілені всі респонденти в залежності від отриманих результатів:

Таблиця 4.2 – Прояв комунікативних схильностей (КС) у респондентів, %

Рівні (ОС)	Респонденти, %
Дуже Високий	10%
Високий	25%
Середній	31%

Продовження таблиці 4.2

Нижче Середнього	33%
Низький	0%

З результатів анкетування:

1) 5 респондентів мають дуже високий рівень організаторських схильностей.
2) 12 респондентів мають високий рівень організаторських схильностей.
3) 15 респондентів мають середній рівень організаторських схильностей.
4) 16 респондентів мають нижче середнього рівень організаторських схильностей.

Як і з рівнем комунікативних схильностей, на результати по визначенню організаторських схильностей могли впливати умови проведення заходу та специфіка аудиторії хакатонів.

Після отримання результатів анкетування за допомогою рендомайзеру [87] ми обрали 50% учасників хакатону, які будуть сформовані у колективи для виконання завдання за допомогою реалізованих нами модулів для автоматизації формування команд заснованого на запропонованій нами математичній моделі. А іншим 50% учасникам дозволили самостійно сформувати команду, а тих хто залишився розподілили в команди всліпу за допомогою технології [87] враховуючи умову, що в команді має бути по 1 Back-End та Front-End розробнику, дизайнеру та проєктному менеджеру.

Отже, можна підсумувати, що практичною основою для нашого дослідження став IT-хакатон "IT Marafon Online". Вибірка досліджуваних складалася з учасників хакатону, які були фахівцями у IT-галузі. Це дозволило використати розроблені нами модулі підбору команд для IT проєктів у максимально наближених до реальних умовах. Учасникам хакатону було запропоновано заповнити анкету, яка надала можливість зібрати інформацію про фактори, такі як рівень компетентностей, володіння іноземною мовою,

зарплатні очікування, володіння професійними інструментами та оцінити рівень софт скілів.

Учасники хакатону переважно були у віці 20-25 років і більшість з них були чоловіками. Вибірка учасників хакатону дозволила забезпечити репрезентативність дослідження, хоча і з зазначеним в цьому пункті обмеженням щодо вікового та гендерного складу учасників.

Для валідації розроблених модулів формування команд для IT проєктів було необхідно сформувати команди з учасників хакатону. 50% команд були сформовані автоматизовано за допомогою розробленої системи, а іншим учасникам було дозволено сформувати команди самостійно або за допомогою рендомайзера.

4.1.2 Застосування розробленого модуля підбору кандидата

Розглянемо застосування розробленого модулю автоматизованого підбору кандидатів під час проведеного експерименту. Отримавши результати анкетування учасників хакатону, а також їх CV можемо визначити їх індивідуальну оцінку. Етап введення даних останнього учасника для наповнення бази (JSON файлу) відображено на рисунку 4.8.

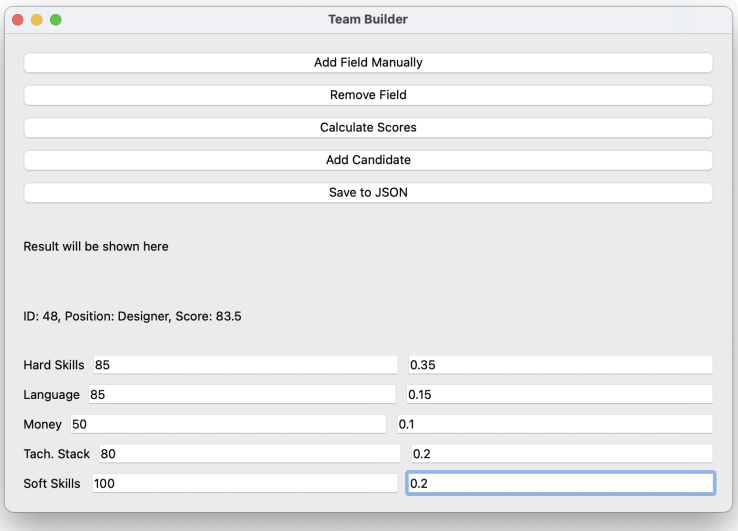

Рисунок 4.8 – Наповнення JSON файлу індивідуальними оцінками учасників експерименту.

Обробивши всі результати маємо заповнений JSON файл, який можемо використати, як базу для подальшого дослідження.

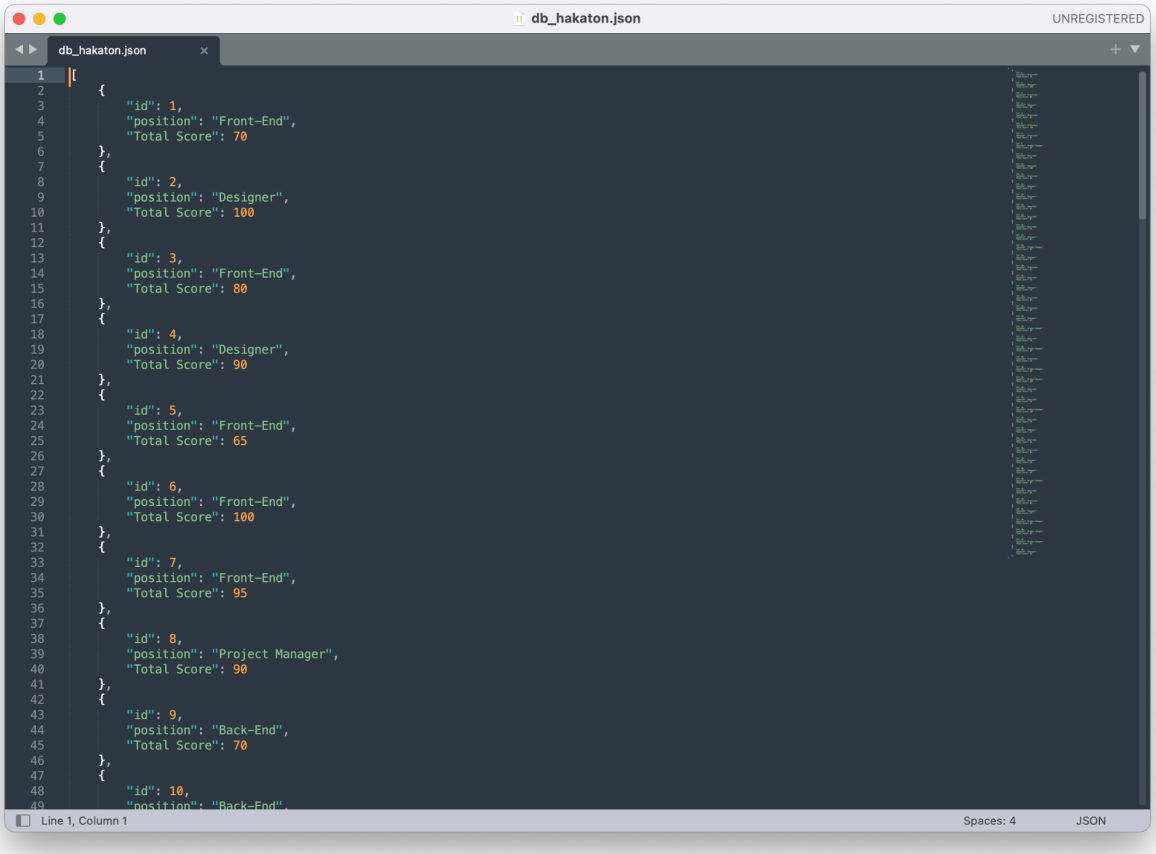

Рисунок 4.9 – Отриманий JSON файл з індивідуальними оцінками учасників експерименту.

Повний список кандидатів представлено у таблиці 7

Таблиця 4.3 – Індивідуальні оцінки учасників експерименту

ID	Position	Total Score
1	Front-End	70
2	Designer	100
3	Front-End	80
4	Designer	90
5	Front-End	65
6	Front-End	100
7	Front-End	95

Продовження таблиці 4.3

8	Project Manager	90
9	Back-End	70
10	Back-End	100
11	Front-End	70
12	Designer	70
13	Designer	75
14	Back-End	85
15	Back-End	85
16	Back-End	70
17	Designer	85
18	Project Manager	90
19	Designer	65
20	Front-End	85
21	Back-End	75
22	Designer	70
23	Front-End	95
24	Front-End	80
25	Designer	65
26	Project Manager	80
27	Back-End	70
28	Project Manager	90
29	Front-End	70
30	Project Manager	80
31	Project Manager	100
32	Back-End	70
33	Back-End	70
34	Project Manager	100
35	Back-End	70

Продовження таблиці 4.3

36	Designer	85
37	Back-End	90
38	Front-End	85
39	Designer	75
40	Designer	80
41	Project Manager	65
42	Back-End	80
43	Front-End	80
44	Designer	75
45	Project Manager	90
46	Project Manager	85
47	Project Manager	65
48	Designer	85

Варто зауважити, що маючи підготовлену базу кандидатів заздалегідь ми могли би обійтись без етапу наповнення бази. Проте для чистоти експерименту проведемо всі етапи по черзі. Даний JSON можна завантажити в підготовлені системи, або працювати з ним окремо. Для нашого експерименту такий формат даних підійде для подальшої обробки модулем автоматизованого формування команд на основі запропонованого математичного алгоритму.

4.1.3 Застосування розробленого модуля формування команд

Розглянемо застосування розробленого модулю автоматизованого формування команд. Отримавши базу даних оцінок кандидатів сформованих за допомогою модуля автоматизованого підбору кандидатів можемо тепер сформувати команди учасників хакатону. Для цього необхідно завантажити JSON файл з даними кандидатів у модуль та додати вимоги для формування команд. (Рис. 4.10)

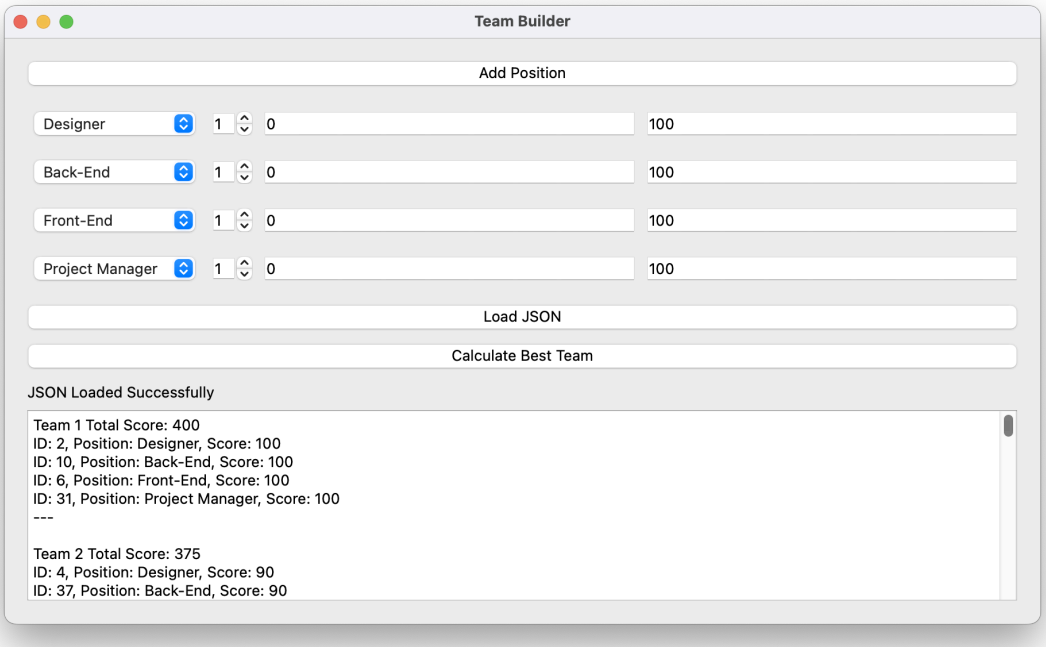

Рисунок 4.10 – Сформовані команди за максимізацією загальної оцінки команди.

Повний список сформованих команд за допомогою модулю:

Team 1 Total Score: 400

1) ID: 2, Position: Designer, Score: 100
2) ID: 10, Position: Back-End, Score: 100
3) ID: 6, Position: Front-End, Score: 100
4) ID: 31, Position: Project Manager, Score: 100

Team 2 Total Score: 375

1) ID: 4, Position: Designer, Score: 90
2) ID: 37, Position: Back-End, Score: 90
3) ID: 7, Position: Front-End, Score: 95
4) ID: 34, Position: Project Manager, Score: 100

Team 3 Total Score: 355

1) ID: 17, Position: Designer, Score: 85
2) ID: 14, Position: Back-End, Score: 85
3) ID: 23, Position: Front-End, Score: 95
4) ID: 8, Position: Project Manager, Score: 90

Team 4 Total Score: 345

1) ID: 36, Position: Designer, Score: 85
2) ID: 15, Position: Back-End, Score: 85
3) ID: 20, Position: Front-End, Score: 85
4) ID: 18, Position: Project Manager, Score: 90

Team 5 Total Score: 340

1) ID: 48, Position: Designer, Score: 85
2) ID: 42, Position: Back-End, Score: 80
3) ID: 38, Position: Front-End, Score: 85
4) ID: 28, Position: Project Manager, Score: 90

Team 6 Total Score: 325

1) ID: 40, Position: Designer, Score: 80
2) ID: 21, Position: Back-End, Score: 75
3) ID: 3, Position: Front-End, Score: 80
4) ID: 45, Position: Project Manager, Score: 90

Team 7 Total Score: 310

1) ID: 13, Position: Designer, Score: 75
2) ID: 9, Position: Back-End, Score: 70
3) ID: 24, Position: Front-End, Score: 80
4) ID: 46, Position: Project Manager, Score: 85

Team 8 Total Score: 305

1) ID: 39, Position: Designer, Score: 75
2) ID: 16, Position: Back-End, Score: 70
3) ID: 43, Position: Front-End, Score: 80
4) ID: 26, Position: Project Manager, Score: 80

Team 9 Total Score: 295

1) ID: 44, Position: Designer, Score: 75
2) ID: 27, Position: Back-End, Score: 70
3) ID: 1, Position: Front-End, Score: 70
4) ID: 30, Position: Project Manager, Score: 80

Team 10 Total Score: 275

1) ID: 12, Position: Designer, Score: 70
2) ID: 32, Position: Back-End, Score: 70
3) ID: 11, Position: Front-End, Score: 70
4) ID: 41, Position: Project Manager, Score: 65

Team 11 Total Score: 275

1) ID: 22, Position: Designer, Score: 70
2) ID: 33, Position: Back-End, Score: 70
3) ID: 29, Position: Front-End, Score: 70
4) ID: 47, Position: Project Manager, Score: 65

Отже, результатом роботи даного модуля став список рекомендованих команд учасників експерименту.

4.1.4 Валідація та інтерпретація отриманих результатів з експерименту

Після надання рекомендацій по формування команд за допомогою розробленої інформаційної технології організаторами заходу було сформовано:

1) 5 команди за допомогою модулів автоматизації до яких увійшли команди 1-4 зі списку рекомендацій.
2) 6 команд були сформовані незалежно від рекомендацій по формуванню команд з тих кандидатів, які залишились у другій половині рейтингу.

Для валідації результатів після завершення хакатону, ми попросили організаторів оцінити в балах команди за набором характеристик від 1 до 100 балів:

1) Вчасна здача проєкту на оцінювання.
2) Технічна реалізація проєкту відповідно до поставлених вимог.
3) Відповідність дизайну проєкту до поставлених вимог.
4) Оцінка командної взаємодії.

За запропонованою системою оцінювання маємо наступні результати (Рис. 4.11) :

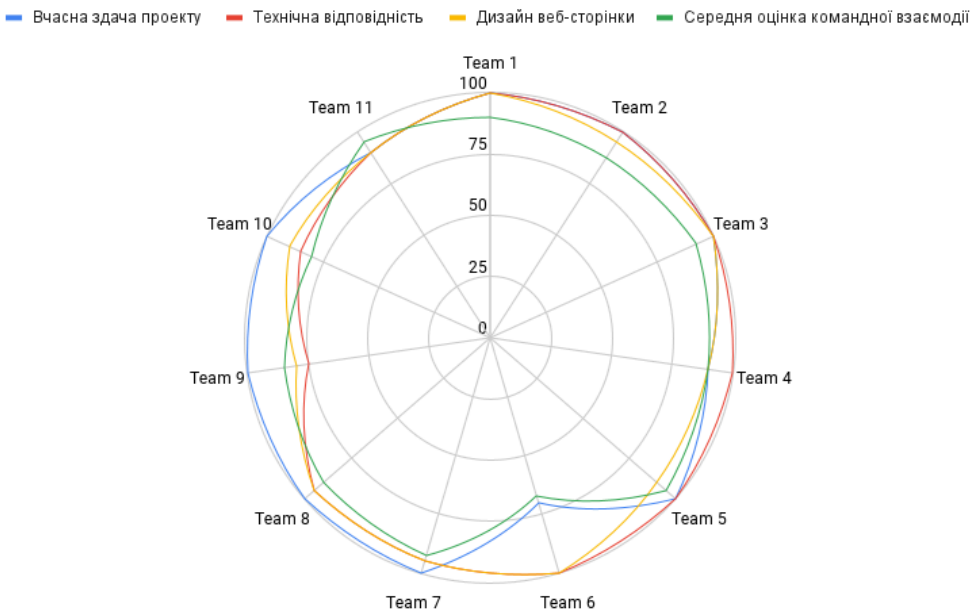

Рисунок 4.11 – Оцінки роботи команд учасників

Загальні оцінки відображені на рисунку 4.12, де команди 1-5 сформовані за допомогою запропонованою інформаційної технології, а решта в інший спосіб, традиційний для заходу спосіб.

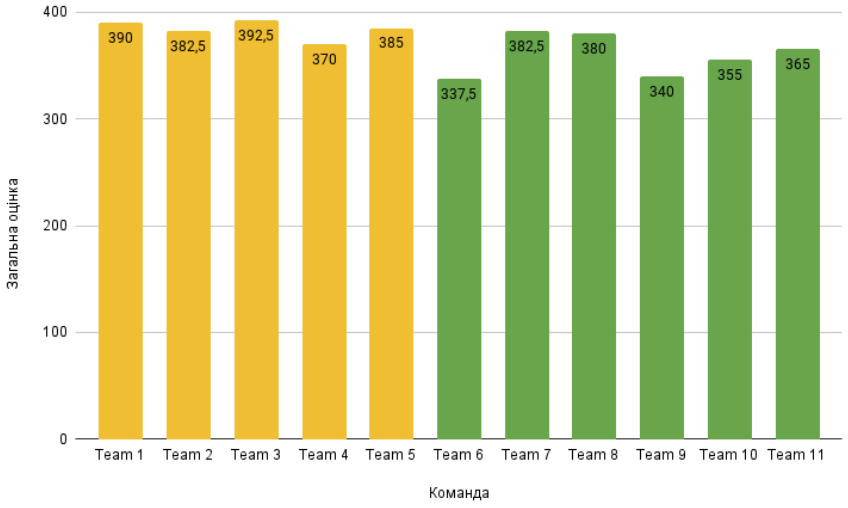

Рисунок 4.12 – Загальні оцінки команд.

Для валідації результатів нами використано методи описової статистики, t-тест для незалежних вибірок, однофакторний ANOVA аналіз, перевірка на нормальність за допомогою теста Шапіро-Вілка.

Для валідації результатів розрахуємо середнє, медіану та стандартне відхилення для кожного з показників та для загальної оцінки.

Середнє значення розраховуємо за формулою[88]:

$$\overline{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} \quad (4.1)$$

де $\overline{x}$ – середнє значення вибірки;

x_i – і-те значення вибірки;

n – кількість спостережень у групі.

Стандартне відхилення для кожної групи розахуємо за формулою [89]:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \overline{x})^2}{n-1}} \quad (4.2)$$

де s – стандартне відхилення;

Медіану розрахуємо впорядкувавши всі спостереження від найменшого до найбільшого за значенням для кожної з груп. Так, як в нас в тестовій вибірці кількість значень непарна то для неї медіаною буде спостереження[90]:

$$M = \frac{(n+1)}{2} \quad (4.3)$$

Для контрольної вибірки, через парну кількість спостережень[91]:

$$M = \frac{\frac{n}{2} + (\frac{n}{2} + 1)}{2} \quad (4.4)$$

Результати розрахунків для тестової та контрольної вибірок подані у таблицях 8 та 9.

Таблиця 4.4 – Середнє значення, медіана та стандартне відхилення для тестових груп

Показник	Середнє значення	Медіана	Стандартне відхилення
Вчасна здача	98	100	4.47
Технічна відповідність	100	100	0

Продовження таблиці 4.4

Дизайн веб-сторінки	95	95	5
Середня оцінка командної взаємодії	91	90	2.85

Таблиця 4.5 – Середнє значення, медіана та стандартне відхилення для контрольних груп

Показник	Середнє значення	Медіана	Стандартне відхилення
Вчасна здача проєкту	93.33	100	12.11
Технічна відповідність	90	92.5	8.94
Дизайн веб-сторінки	91.67	92.5	6.83
Середня оцінка командної взаємодії	85	87.5	10.12

Середня загальна оцінка команд, сформованих за допомогою запропонованої нами інформаційної технології, становить 384 бали із стандартним відхиленням – 8.77, тоді як для команд, сформованих у традиційний спосіб – 360 балів із стандартним відхиленням 19.3. (Рис. 4.13)

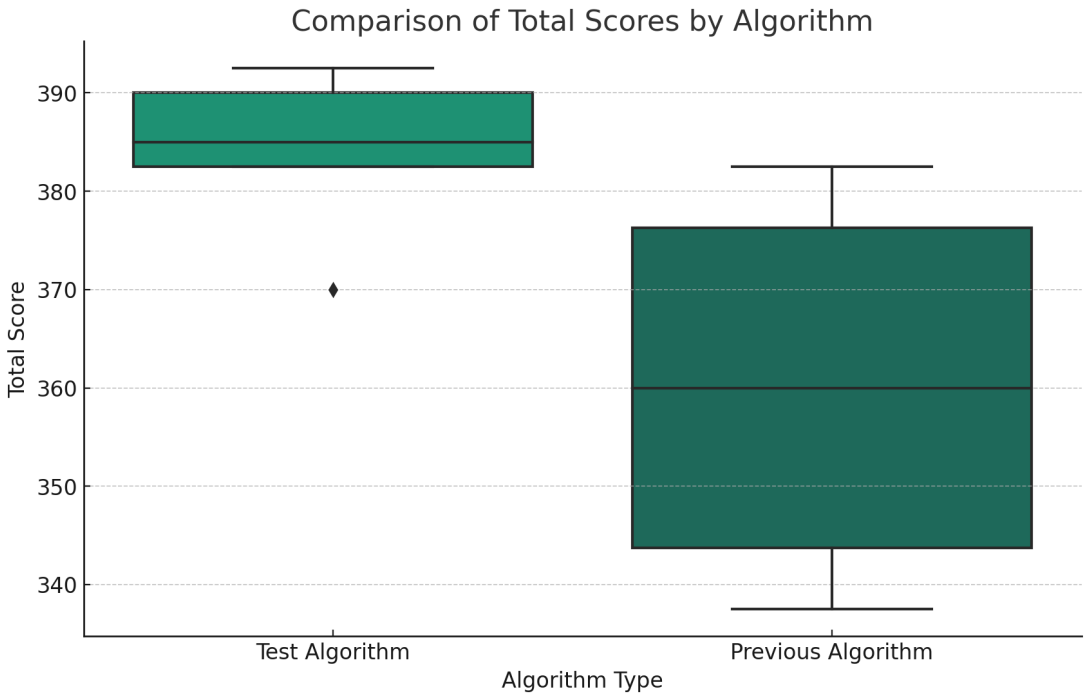

Рисунок 4.13 – Порівняння загальних оцінок між командами

Ці результати вказують на те, що загалом команди, сформовані за допомогою розробленого нами алгоритму, показали кращі середні показники по всім критеріям. Особливо помітно це на показнику "Технічна відповідність", де середнє значення становить 100 з нульовим стандартним відхиленням. Варто також зазначити, що менше стандартне відхилення в групі реалізованої інформаційної технології свідчить про меншу варіативність у показниках.

Для подальшої валідації результатів результатів проведемо тест Шапіро-Вілка, який використаємо для перевірки гіпотези про нормальність розподілу вибірки.[93]

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \tag{4.5}$$

де W – статистика Шапіро-Вілка;

n – розмір вибірки;

$x_{(i)}$ – і-те значення вибірки, впорядковане за зростанням;

a_i – коефіцієнти, обчислені з використанням значень очікуваного порядку нормально розподілених величин.

Статистика *W* вимірює ступінь відповідності вибірки нормальному розподілу. Чим ближче значення даного критерію до 1, тим сильніше дані наближаються до нормального розподілу. Якщо значення *W* суттєво нижче за 1, це може вказувати на відхилення від нормальності.

Результати тесту включають обчислену статистику *W* та значення ймовірності. Якщо p-value менше за заданий рівень значимості, нульова гіпотеза відхиляється, і припускається, що дані не мають нормального розподілу. [95, 96]

Для команд, сформованих за допомогою розроблених модулів, *W* становить 0.914 з p-value 0.492.

Для команд, сформованих іншими методами, статистика тесту становить 0.905 з значенням ймовірності 0.401.

Оскільки p-value для обох груп перевищує 0.05, ми не відхиляємо нульову гіпотезу тесту Шапіро-Вілка, яка стверджує, що дані в кожній групі мають нормальний розподіл.

Тепер проведемо t-тест. Т-тест – це статистичний тест, який використовується для порівняння середніх значень двох груп або середнього значення однієї групи з теоретичним значенням. Основною метою t-тесту є визначення, чи є спостережувані різниці між групами статистично значущими, тобто чи є вони результатом випадковості чи свідчать про істотне відхилення.[91] Для цього нам знадобиться здійснити наступні кроки:

1) Розрахунок середніх значень для кожної з двох груп.
2) Розрахунок стандартних відхилень для кожної групи.
3) Розрахунок кількості спостережень у кожній групі.
4) Обчислення стандартної помилки різниці середніх.
5) Розрахунок t-статистики.
6) Розрахунок ступенів свободи для t-тесту.

7) Визначення p-value на основі t-статистики та ступенів свободи.

Так як ми вже раніше розрахували середні значення, стандартні відхилення та кількість спостережень у кожній з груп, то можемо перейти до четвертого кроку – обчислення стандартної помилки різниці середніх. Для цього використаємо наступну формулу [96]:

$$SE = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \tag{4.6}$$

де SE – стандартна помилка різниці середніх;

s_1 та s_2 – стандартні відхилення в першій та другій групі.

T – статистику розраховуємо за формулою [92]:

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{SE_{\overline{x_1} - \overline{x_2}}} \tag{4.7}$$

де t – t-статистика;

Ступені свободи (df) для t-тесту розраховуємо за формулою[98]:

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{1}{n_1 - 1}\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \frac{1}{n_2 - 1}\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2} \tag{4.8}$$

де df – ступені свободи.

P-value отримаємо через порівняння отриманої t-статистики з t-розподілом, враховуючи розраховані ступені свободи[99]:

$$p = 2 \times (1 - CDF(t, df)) \tag{4.9}$$

де p – p-value;

CDF – кумулятивна функція розподілу для t-розподілу з відповідними ступенями свободи df.

Підставивши всі значення у наведені формули ми отримали наступні значення:

- *t-статистика* = 2.73
- Ступені свободи df = 7.23

- *p-value* = 0.029

Отже, *p-value* менше 0.05, що свідчить про те, що ми можемо відхилити нульову гіпотезу про відсутність різниці між групами на користь альтернативної гіпотези, яка стверджує, що така різниця існує. Існує статистично значуща різниця між загальними оцінками команд, сформованих за допомогою запропонованого нами алгоритму, і команд, сформованих за допомогою альтернативних механік.

4.2 Застосування розробленої інформаційної технології формування команд для виконання проєкту в НУБіП України

4.2.1 Характеристика вибірки студентів факультету інформаційних технологій НУБіП України

Вибірку досліджуваних склали студенти 1 курсу факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України. До експерименту було залучено 4 групи студентів ІПЗ 2301, ІПЗ 2302, ІСТ 2301, ІСТ 2302.

Метою експерименту в Національного університету біоресурсів і природокористування України було залучення розробленого алгоритму формування команд для створення колективів під виконання курсових проєктів. Експеримент проводився на базі дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для виконання проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів”. Учасники експерименту будуть розподілені за допомогою запропонованої нами інформаційної групи на команди по 4 учасники для виконання завдання.

За планом експерименту для застосування алгоритму - кожен учасник дослідження надіслав своє резюме у PDF форматі для подальшої його обробки та формування команд.

Для формуванні команд ми виділили ключові показники за якими формували рейтинги з кандидатів:

1) X1 – Досвід роботи.
2) X2 – Досвід програмування.
3) X3 – Досвід обробки відеоконтенту.

4) X4 – Досвід 3-д моделювання.
5) X4 – Досвід у сфері Веб-дизайну.
6) X5 – Наявність інших hard скілів.
7) X6 – Наявність soft скілів.
8) X7 – Наявність лідерських якостей, як оцінка soft скілів.

Результатом експерименту - буде порівняння оцінок по завершенню проєкту команд, які мамуть найвищі бали згідно нашої інформаційної системи та команд, які матимуть найнижчі показники.

Вибірку склали студенти за 121 (Інженерія програмного забезпечення) та 126 (Інформаційні системи та технології) спеціальностями. Загальна кількість студентів по групам:

1) ІПЗ 2301 – 16 студентів.
2) ІПЗ 2302 – 19 студентів.
3) ІСТ 2301 – 10 студентів.
4) ІСТ 2302 – 13 студентів.

Загальна кількість студентів 58. Вимогою для цього експерименту було створення команд для виконання проєкту в рамках академічних груп не допускаючи перемішування учасників експерименту між академічними групами.

Вік учасників експерименту 17-19 років. За статевою приналежністю 45 чоловіків і 13 жінок. (Рис. 4.14)

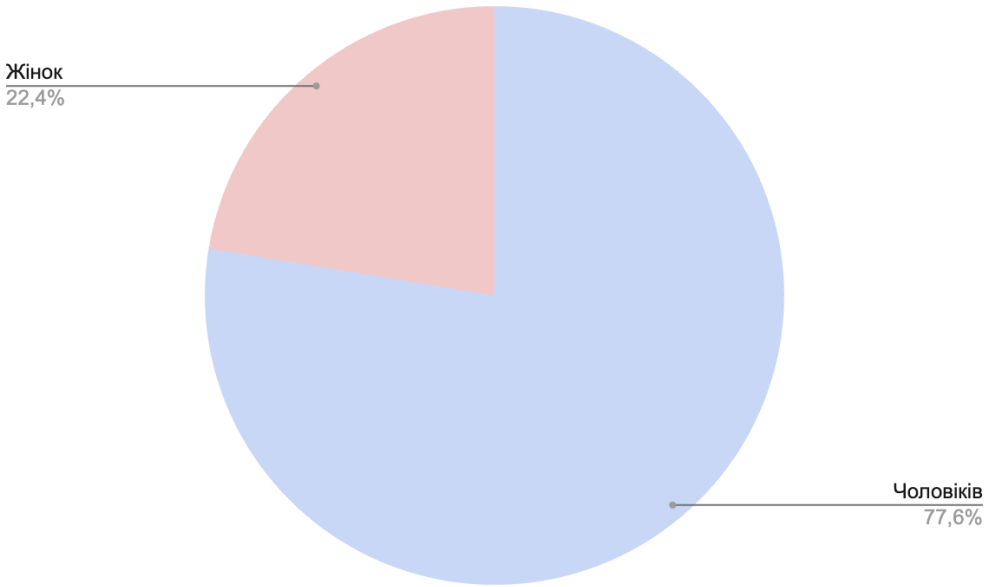

Рисунок 4.14 – Розподіл учасників за статтю

Даний експеримент проведено для розширення бази знань про практичне застосування розробленої інформаційної технології та при успішному застосуванні подальшого його впровадження для застосування на факультеті Інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

4.2.2 Застосування модуля для обробки резюме у форматі PDF

Саме в експерименті з формування команд із студентів для виконання IT проєкту в рамках дисципліни "Групова динаміка і комунікації" основна роль запропонованої інформаційної технології була у використанні PDF резюме кандидатів в команди, в якій вони вказали всю інформацію про свої soft і hard скіли, рівень володіння необхідним інструментарієм та додаткову корисну інформацію, яку ми застосували під час формування команд.

Загалом, для отримання інформації було опрацьовано 58 резюме у форматі PDF в довільній формі заповнення. Під час проведення експерименту, ми зіткнулись з деякими труднощами заповнення резюме різними мовами, зокрема українською та англійською, проте цю проблему було вирішено додатковими змінами в коді програми додавши у регулярні вирази можливість

працювати з українською мовою. Приклад опрацьованого резюме на рисунку 4.15.

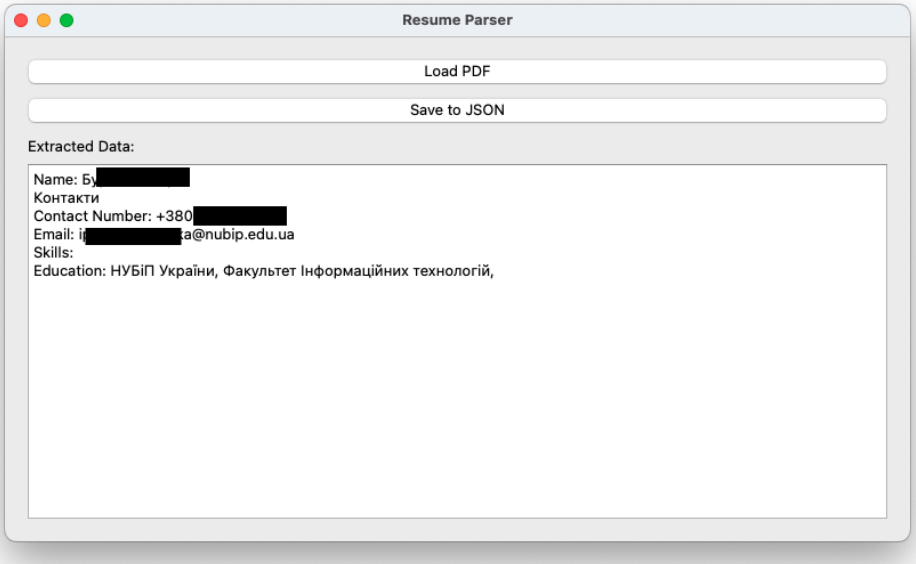

Рисунок 4.15 – Результати обробки резюме у форматі PDF за допомогою модуля обробки резюме.

4.2.3 Застосування розробленого модуля підбору кандидата

Після обробки резюме кандидатів ми маємо зібрану інформацію за виділеними ключовими характеристиками кандидатів. Ім’я та прізвище кандидата було замінене на Student ID, що б запобігти розповсюдженню персональної інформації про цчасників експерименту.

За домовленістю з іншими учасниками експерименту максимальна оцінка за характеристику може становити 100 балів. Після переведення отриманих результатів маємо наступні оцінки для студентів:

Таблиця 4.6 – Результати застосування модуля обробки резюме для студентів групи ІПЗ 2301

Student ID	Work experience	Programming	Video processing	3D modeling	Web-design	Other hard skills	Soft skills	Leadership
1	100	100	0	0	100	100	100	100
2	0	0	100	0	0	100	100	100
3	100	100	0	0	0	100	100	0
4	50	100	0	0	0	100	100	100
5	100	100	0	0	0	100	100	100
6	0	0	100	100	100	100	100	100
7	0	0	0	0	0	50	100	100
8	0	0	100	100	0	50	100	100
9	0	100	100	0	0	100	100	0
10	50	0	0	0	0	100	100	0
11	50	100	0	0	0	100	100	0
12	0	100	0	100	100	100	100	0
13	100	100	0	0	0	100	100	0
14	0	0	100	100	100	100	100	100
15	0	100	0	100	0	100	100	100
16	0	0	100	0	0	100	100	100

Таблиця 4.7 – Результати застосування модуля обробки резюме для студентів групи ІПЗ 2302

Student ID	Work experience	Programming	Video processing	3D modeling	Web-design	Other hard skills	Soft skills	Leadership
1	50	0	0	0	0	100	100	0
2	0	100	100	100	0	100	100	100
3	0	100	100	100	0	100	100	0
4	0	100	0	0	0	100	100	0

Продовження таблиці 4.7

5	0	100	100	0	0	100	100	100
6	0	0	0	0	0	100	100	0
7	50	100	100	0	0	100	100	100
8	0	0	0	0	0	0	100	100
9	50	0	0	100	0	100	100	0
10	0	100	0	0	100	100	100	100
11	0	100	100	0	0	100	100	0
12	0	0	0	0	0	100	100	0
13	50	100	0	0	0	100	0	0
14	0	100	0	0	0	0	50	0
15	0	100	0	100	0	100	100	0
16	0	100	0	0	0	50	50	0
17	0	100	100	100	0	100	100	0
18	0	100	100	100	0	100	100	0
19	0	0	100	100	0	100	100	100

Таблиця 4.8 – Результати застосування модуля обробки резюме для студентів групи ICT 2302

Student ID	Work experience	Programming	Video processing	3D modeling	Web-design	Other hard skills	Soft skills	Leadership
1	0	100	100	0	0	100	100	0
2	0	0	100	100	100	100	100	0
3	50	0	100	0	0	100	100	0
4	0	0	100	100	0	100	100	0
5	0	100	0	0	0	100	100	0
6	0	0	0	0	0	0	100	100
7	0	100	0	0	0	100	100	100
8	0	0	100	100	0	100	100	100

Продовження таблиці 4.8

9	100	100	0	0	100	100	100	50
10	100	100	100	100	100	100	100	100
11	0	0	0	0	0	0	100	100
12	100	100	100	0	0	100	100	100
13	50	0	100	100	100	100	100	100

Таблиця 4.9 – Результати застосування модуля обробки резюме для студентів групи ICT 2302

Student ID	Work experience	Programming	Video processing	3D modeling	Web-design	Other hard skills	Soft skills	Leadership
1	0	0	0	0	0	50	100	0
2	50	100	0	100	0	100	100	100
3	0	100	100	100	100	100	100	0
4	50	100	100	0	0	100	100	100
5	0	0	0	100	100	100	100	0
6	50	100	100	0	100	100	100	100
7	0	100	100	0	0	100	100	0
8	50	100	0	0	0	100	100	0
9	0	100	100	0	100	100	100	100
10	0	100	100	0	0	100	100	0

Після отримання цих результатів для кожної характеристики було додано коефіцієнт:

1) X1 – Досвід роботи – 0.2
2) X2 – Досвід програмування – 0.05
3) X3 – Досвід обробки відеоконтенту – 0.05
4) X4 – Досвід 3-д моделювання – 0.05
5) X5 – Досвід у сфері веб-дизайну – 0.05

6) X6 – Наявність інших hard скілів – 0.2
7) X7 – Наявність soft скілів – 0.2
8) X8 – Наявність лідерських якостей, як оцінка soft скілів – 0.2

Таким чином було визначено найбільш пріоритетні характеристики студента для оцінювання модулем автоматизованого підбору кандидата.

Наступним нашим кроком буде застосування модулю автоматизованого підбору кандидата для підрахунку загальної оцінки (Рис. 4.16).

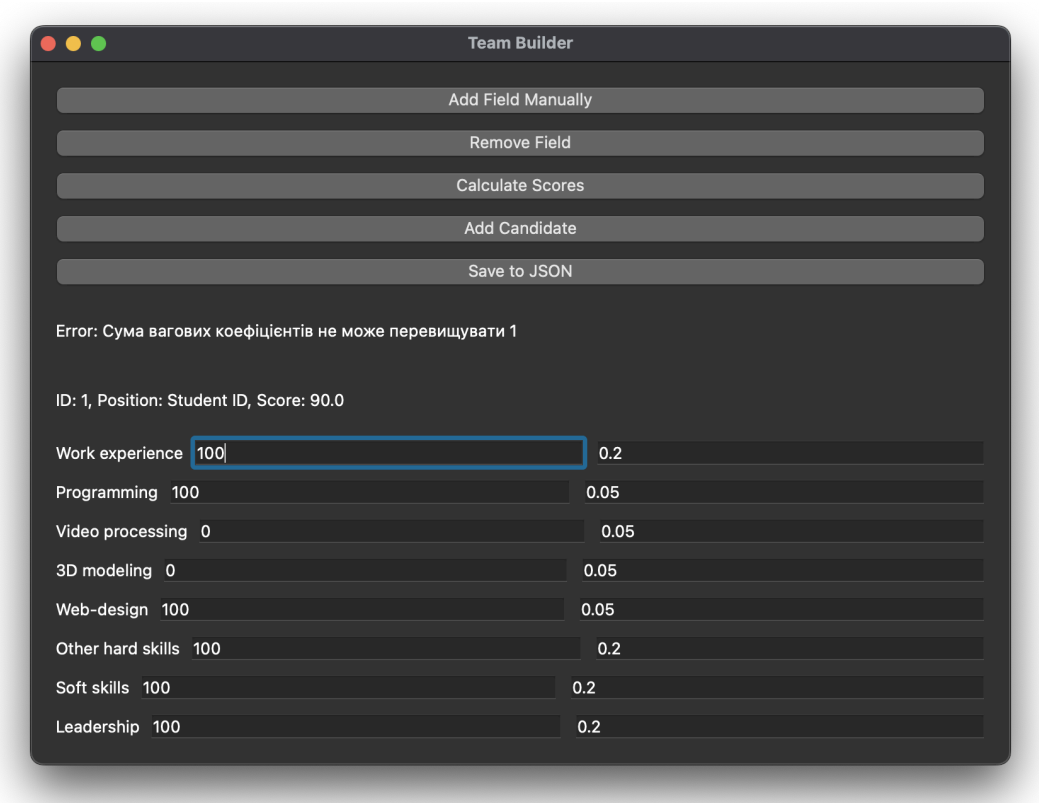

Рисунок 4.16 – Наповнення JSON файлу індивідуальними оцінками учасників експерименту.

Обробивши всі результати маємо заповнені JSON файли, які можемо використати, як базу для подальшого дослідження. Представимо їх у табличному вигляді для зручного читання:

Таблиця 4.10 – Індивідуальні оцінки студентів групи ІПЗ 2301

Student ID	Individual Score
1	90

Продовження таблиці 4.10

2	60
3	70
4	70
5	80
6	80
7	40
8	60
9	60
10	50
11	60
12	70
13	70
14	80
15	70
16	60

Таблиця 4.11 – Індивідуальні оцінки студентів групи ІПЗ 2302

Student ID	Individual Score
1	50
2	80
3	70
4	50
5	70
6	40
7	80
8	30
9	60
10	70
11	60

Продовження таблиці 4.11

12	40
13	40
14	20
15	60
16	30
17	70
18	70
19	70

Таблиця 4.12 – Індивідуальні оцінки студентів групи ІСТ 2302

Student ID	Individual Score
1	60
2	70
3	60
4	60
5	50
6	30
7	60
8	70
9	85
10	110
11	30
12	90
13	90

Таблиця 4.13 – Індивідуальні оцінки студентів групи ІСТ 2301

Student ID	Individual Score
1	30
2	80

Продовження таблиці 4.13

3	80
4	80
5	60
6	90
7	60
8	60
9	80
10	60

Обробивши отримані результати можемо перейти до застосування останнього модулю нашої інформаційної системи для формування команд та отримати списки студентів для експерименту.

4.2.4 Застосування розробленого модуля формування команд

Отримавши базу даних оцінок кандидатів сформованих за допомогою модуля автоматизованого підбору кандидатів можемо тепер сформувати команди учасників хакатону. Для цього необхідно завантажити JSON файл з даними кандидатів у модуль та додати вимоги для формування команд. (Рис. 4.17)

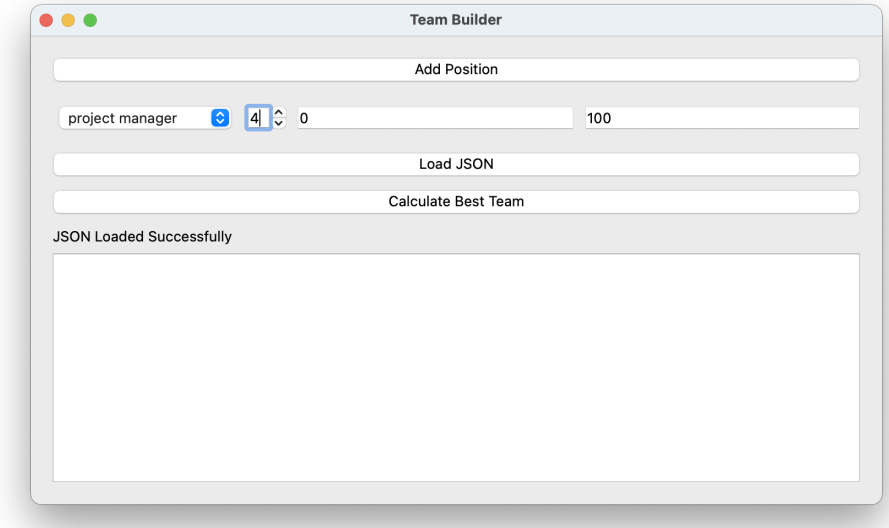

Рисунок 4.17 – Завантаження сформованих JSON файлів зі студентів групи ІПЗ 2301

Результатом застосування модуля є сформовані команди в розрізі кожної групи студентів:

Таблиця 4.14 – Сформовані команди з студентів групи ІПЗ 2301

ID	Team	Total Team Score	Total Team Score
1	Team 1	460	330
5			
6			
14			
3	Team 2	380	270
4			
12			
13			
15	Team 4	320	260
2			
8			
9			
11	Team 5	250	210
16			
10			
7			

Таблиця 4.15 – Сформовані команди з студентів групи ІПЗ 2302

ID	Team	Total Team Score	Total Team Score with Coef
2	Team 1	430	300
7			
3			

Продовження таблиці 4.15

5			
10	Team 2	400	280
17			
18			
19			
9	Team 3	280	230
11			
15			
1			
4	Team 4	190	170
6			
12			
13			
8	Team 5	110	80
16			
14			

Таблиця 4.16 – Сформовані команди з студентів групи ICT 2301

ID	Team	Total Team Score	Total Team Score with Coef
6	Team 1	480	330
2			
3			
4			
9	Team 2	350	260
5			
7			
8			
10	Team 3	100	90

Продовження таблиці 4.16

1			

Таблиця 4.17 – Сформовані команди з студентів групи ІСТ 2302

ID	Team	Total Team Score	Total Team Score with Coef
10	Team 1	520	375
12			
13			
9			
2	Team 2	360	260
8			
1			
3			
4	Team 3	250	200
7			
5			
6			

Таким чином за допомогою запропонованої інформаційної технології нами було автоматизовано процес формування команд для вирішення задачі проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів” на основі наперед визначених характеристик студентів та встановлення їх ваги за допомогою вагових коефіцієнтів.

4.2.5 Валідація та інтерпретація отриманих результатів з експерименту

Розглянемо результати застосування запропонованої інформаційної технології на базі факультету Інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України при формування команд для виконання проєктів з дисципліни "Групова динаміка і комунікації".

Після розподілення студентів по групам за допомогою розробленої інформаційної технології ми отримали наступні групи:

1) ІПЗ 2301 розділилась на 5 команд;
2) ІПЗ 2302 на 5 команд;
3) ІСТ 2301 на 3 команди;
4) ІСТ 2302 на 3 команди.

Для валідації експерименту ми використовували кінцеву оцінку команди за виконання проєкту за оцінкою в балах від 0 до 100, яка потім була переведена в оцінку за стандартною шкалою ECTS [62]. Далі сформуємо таблицю в якій маємо колонки групи, номеру команди, загальної оцінки команди сформованої за допомогою розробленою нами інформаційної технології, кількість студентів та оцінку студента в групі (оцінка тут виставлена однакова для кожного члена групи).

Таблиця 4.18 – Результати успішності сформованих груп експерименту

Group	Team	Total Team Score	Students	Grade Point Per Student
ІПЗ 2301	Team 1	330	4	92
	Team 2	270	4	88
	Team 3	260	4	82
	Team 4	210	4	75
ІПЗ 2302	Team 5	300	4	94
	Team 6	280	4	92
	Team 7	230	4	84
	Team 8	170	4	75
ІСТ 2301	Team 9	330	4	94
	Team 10	260	4	87
	Team 11	90	2	80
ІСТ 2302	Team 12	375	4	92
	Team 13	260	4	88

Продовження таблиці 4.18

ICT 2302	Team 14	200	4	80

Пропонуємо порівняти розподіли загальної оцінки команди сформованої за допомогою розробленою нами інформаційної технології та індивідуальної оцінки студентів в сформованих групах (Рис. 4.18).

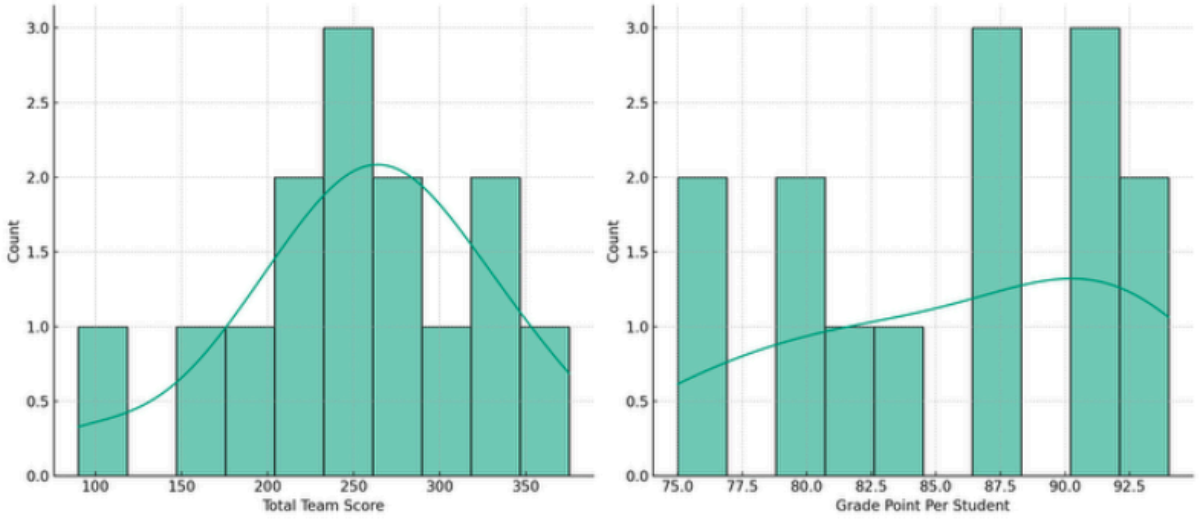

Рисунок 4.18 – Гістограми для оцінки розподілу обох змінних

Для оцінки результатів застосування запропонованої інформаційної технології для формування команд в цьому експерименті використаємо лінійну регресію.

Проведено аналіз результатів за допомогою лінійної регресії, яка описує залежність між залежною змінною (y) та однією або декількома незалежними змінними (x) [100] .

$$y = kx + b \tag{4.10}$$

де y – залежна змінна;

x – незалежна змінна;

k – коефіцієнт регресії;

b – вільний член рівняння регресії;

$$k = \frac{N(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma x)}{N(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \tag{4.11}$$

де N – кількість спостережень;

$$b = \frac{\Sigma y - m(\Sigma x)}{N} \quad (4.12)$$

$$r = \frac{N(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma x)}{\sqrt{\left[N(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2\right]\left[N(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2\right]}} \quad (4.13)$$

де r – коефіцієнт кореляції;

Коефіцієнт детермінації (R^2), який показує, яка частина варіативності залежної змінної пояснюється незалежними змінними[65]:

$$R^2 = \frac{(\Sigma(y_{predicted} - \bar{y})^2)}{(\Sigma(y - \bar{y})^2)} \quad (4.14)$$

де $y_{predicted}$ - $kx + b$;

$\bar{y}$ – середнє значення y;

Проведемо розрахунки за зазначеними формулами:

1) N (Кількість спостережень): 14
2) Σx (Сума загальних балів команд): 3565
3) Σy (Сума середніх оцінок студентів): 1203
4) Σxy (Сума добутків балів команд на оцінки): 311440
5) Σx² (Сума квадратів балів команд): 976525
6) Σy² (Сума квадратів оцінок): 103951
7) Slope (Нахил, k): 0.074.
    a) Це означає, що на кожен додатковий бал команди, середня оцінка студента зростає приблизно на 0.074 бали.
8) Intercept (Перехід, b): 67.014.
    a) Якщо б командний бал був 0, середня оцінка студента теоретично була б 67.014.
9) Correlation (Кореляція, r): 0.809.
    a) Вказує на сильний позитивний зв'язок між балами команди та оцінками студентів. (Рис. 4.19)

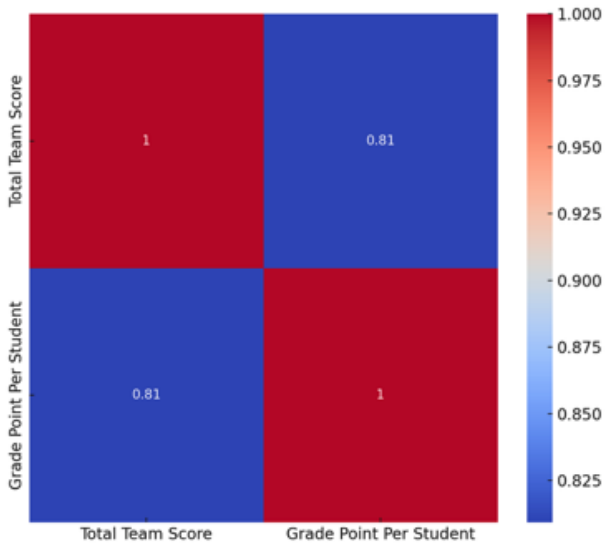

Рисунок 4.19 – Теплова карта кореляції оцінок команди і балів студентів

10) R^2 (Коефіцієнт детермінації): 0.655.

a) Приблизно 65.5% варіативності оцінок студентів може бути пояснено змінами в балах команд.

На графіку нижче зображено діаграму розсіювання для даних по командним балам та середнім оцінкам студентів. Червона лінія показує лінію регресії з рівнянням $y = 0.07x + 67.01$, що вказує на позитивний тренд: із збільшенням командних балів зростають і середні оцінки студентів (Рис. 4.20).

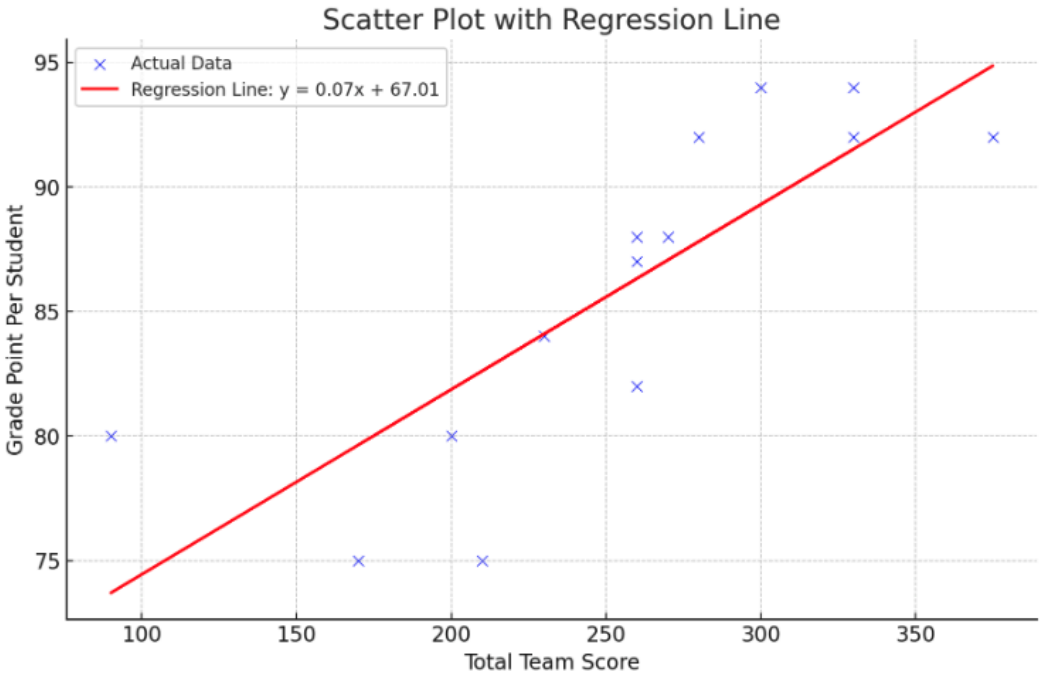

Рисунок 4.20 – Діаграма розсіювання для даних по командним балам та середнім оцінкам студентів

Розрахуємо *p*-значення для оцінки значущості результатів. У контексті регресії та кореляції, *p-value* допомагає визначити, чи є спостережувані зв'язки між змінними статистично значущими. Для кореляції Пірсона *p* може бути розраховане за допомогою t-тесту, який ми вже використовували при розрахунках у попередньому експерименті.

1) t-статистика для нахилу: 4.772
2) p-value для нахилу: 0.000454

Ці результати підтверджують, що зв'язок між змінними є статистично значущим, оскільки P-значення набагато менше 0.05.

Для валідації лінійної регресії t-статистика та p-value показують, що перехідне значення не є статистично значущим, оскільки p-value значно вище 0.05. 0.474 свідчить про те, що існує 47.4% ймовірність того, що таке або більш екстремальне значення могло бути отримане випадково. Проте *b* 0.074 показує, що із збільшенням загального балу команди на одиницю середня оцінка на студента зростає на 0.074 бали. Це статистично значущий результат, оскільки P-значення < 0.001.

Розрахунок результатів за допомогою методів лінійної регресії показав, що з кожним додатковим балом загальної командної оцінки середня оцінка на студента збільшується приблизно на 0.074 бали. Модель має коефіцієнт детермінації (R^2) 0.655, що свідчить про те, що приблизно 65.5% варіативності середніх оцінок на студента можна пояснити змінами в загальному балі команди. P-значення менше 0.001 свідчить про статистичну значущість цих результатів.

Кореляційний аналіз засвідчив сильний позитивний зв'язок між змінними, з кореляційним коефіцієнтом 0.809 та p-значенням менше 0.001, що також підтверджує значущість взаємозв'язку.

Висновки до четвертого розділу

У результаті виконаних робіт апробовано та провалідовано інформаційну технологію автоматизації процесу формування команди для реалізації IT проєктів. Розроблені у розділі 3 модулі опрацювання PDF резюме, оцінювання

кандидата та формування команди для виконання ІТ проєктів було застосовано під час формування частини команд для хакатону “IT Marafon Online”, а також під час формування команд для підготовки ІТ проєкту в рамках дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для бакалаврів 1 курсу факультету Інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Вибірки, які взяли участь в 2 експериментах представлена у першому пункті цього розділу та мають близьку спорідненість до реального ІТ ринку України за рядом показників, таких як вік та стать учасників, рівень володіння іноземною мовою, рівень володіння hard та soft скілів, а також за рівнем зарплатних очікувань.

Модуль роботи з PDF резюме було використано для апробації технології на різних макетах резюме в довільній формі. В ході проведення експериментів було додатково поліпшено якість обробки резюме за рахунок довільної форми заповнення резюме учасниками експерименту.

Модуль автоматизованого підбору кандидата було використано для розрахунку індивідуальної оцінки учасників хакатону виходячи з наданої ними інформації про свій рівень володіння іноземною мовою, hard скілами, результатами тестів на soft скіли, а також вказані у резюме необхідні інструменти для реалізації завдання хакатону. У експерименті для підготовки ІТ проєкту в рамках дисципліни "Групова динаміка і комунікації" модуль було використано для визначення індивідуальних оцінок студентів.

Модуль автоматизованого формування команд було використано для формування колективів з цільовою функцією максимізації суми індивідуальних оцінок на команду. За допомогою запропонованої технології вдалось сформувати 5 тестових груп.

Для перевірки гіпотези інші 6 груп було сформовано іншими методологіями, такими як знайомство учасників та за допомогою рандомайзеру. Результати кожної з команд було оцінено організаторами за критерієм вчасної подачі проєкту, технічної реалізації, відповідності дизайну до технічного

завдання та середньої оцінки взаємодії між членами команди. З цих показників виводилась загальна оцінка на яку ми і опирались при валідації запропонованої інформаційної технології. Так, середня загальна оцінка для тестових груп становила 384 бали, а для контрольних груп - 360 балів. Використавши критерії Мана-Уітні та t-критерій для валідації отриманих результатів, можна відхилити нульову гіпотезу про те, що різниці між тестовою та контрольною загальними оцінками немає.

У експерименті з формування команд із студентів для виконання ІТ проєкту в рамках дисципліни "Групова динаміка і комунікації" за допомогою модулю формування команд було сформовано 14 колективів, які працювали над проєктом зі створення “Цифрових освітніх ресурсів”. Результати продемонстрували ефективність застосування інформаційної технології і в цьому експерименті. З кожним додатковим балом загальної командної оцінки середня оцінка на студента збільшується приблизно на 0.074 бали. Розраховано, що приблизно 65.5% варіативності середніх оцінок на студента можна пояснити змінами в загальному балі команди. Кореляційний аналіз засвідчив сильний позитивний зв'язок між змінними.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаних теоретичних та експериментальних досліджень було вирішено актуальне наукове завдання зі створення методів та інформаційної технології формування адаптивних команд для ІТ проєктів, що має істотне значення для розвитку ринку праці в сфері інформаційних технологій.

Основними результатами даного дисертаційного дослідження, мета якого полягала у розробці інформаційної технології для підвищення якості процесу формування команд для виконання ІТ проєктів на основі застосування методів обробки резюме, формування індивідуальних оцінок кандидатів та формування адаптивних команд з кандидатів за заданими параметрами проєкту, є наступні:

1) Проведено аналіз актуальності задачі створення інформаційної технології формування адаптивних команд для виконання ІТ проєктів. Аналіз сучасних публікацій показав, що успіх ІТ рішення мають сильну позитивну кореляцію з командою, яка працює над цим проєктом. Успіх виконання поставлених цілей перед командою залежить від їх рівня володіння hard та soft компетенціями, балансом спеціалістів у команді за всіма напрямами, необхідними для виконання проєкту. Аналіз наявних інформаційних технологій для формування адаптивних команд показав, що комплексного рішення, яке могло би задовольнити поставлену задачу наразі не існує. Альтернативою є комбінація різних ресурсів, що потребує великих фінансових та часових витрат на налаштування та підтримку. Створення інформаційної технології, яка зменшити витрати часу на формування команди, а також значно підвищить їх ефективність є актуальним завданням, вирішення якого дозволить підвищити якість, як вже сформованих ІТ команд в компанії так і нових команд, які тільки формуються під майбутні проєкти.
2) У дисертаційній роботі було запропоновано узагальнений звід знань з питання автоматизації формування команд для реалізації ІТ проєктів на основі поширених підходів, стандартів та фреймворків з формування та

управління командами в сучасній ІТ компанії. Звід знань включає в себе інформацію про: гнучкі методології, зокрема scrum та kanban; аналіз методів оцінки soft та hard скілів, методи підбору кандидатів - аналіз резюме, технічні тести, психологічні тести; інформаційні технології формування та управління командами - сучасні hr-системи та системи управління проектами.

3) Розроблено метод формування адаптивних команд для реалізації ІТ проєктів. Даний метод включає в себе: етап формування вимог від проєктного менеджера до рівня та складу майбутньої команди; етап перетворення інформації про кандидатів та вимоги до проєкту у числовий вимір;етап перевірки відповідність кандидатів до базових вимог заданих проєктним менеджером; етап додавання вагових коефіцієнтів до факторів, розроблених на основі експертних оцінок; цільовою функцією виступає максимізація зваженої загальної командної оцінки.
4) Розроблено інформаційну технологію формування команд для виконання ІТ проєктів, яка визначається як цілеспрямована сукупність інформаційних процесів автоматизації обробки резюме канидидатів в командіу форматі PDF, втановлення індивідуальної оцінки кандидата за технічними та нетехнічними компетенціями та навичками та автоматизації формування команд на основі розробленого методу.
5) За допомогою запропонованого методу та інформаційної технології розв'язано реальні задачі процесу формування команд для реалізації ІТ проєктів. Запропонований у 2 розділі метод та розроблену у 3 розділі інформаційну технологію застосовано в для автоматизації процесу формування команд під час проведення ІТ-хакатону “IT Marafon Online” у 2023 році, а також в Національному університеті біоресурсів і природокористування України на базі дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для виконання ІТ проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів” факультету Інформаційних технологій. Експериментальне застосування під час проведення хакатону продемонструвало, що середня

загальна оцінка команд, сформованих за допомогою запропонованої нами інформаційної технології, становить 384 бали із стандартним відхиленням - 8.77, тоді як для команд, сформованих у традиційний спосіб - 360 балів із стандартним відхиленням 19.3. В експерименті з застосування модулів для формування команд із студентів 1 курсу ОС бакалавр на базі дисципліни "Групова динаміка і комунікації" для виконання ІТ проєкту зі створення “Цифрових освітніх ресурсів” факультету Інформаційних технологій НУБіП України результати показали, що з кожним додатковим балом загальної командної оцінки середня оцінка на студента збільшується приблизно на 0.074 бали. Модель має коефіцієнт детермінації (R^2) 0.655, що свідчить про те, що приблизно 65.5% варіативності середніх оцінок на студента можна пояснити змінами в загальному балі команди. Р-значення менше 0.001 свідчить про статистичну значущість цих результатів. Наявний сильний позитивний зв'язок між змінними, з кореляційним коефіцієнтом 0.809 та р-значенням менше 0.001. Результати роботи впроваджені в Національному університеті біоресурсів і природокористування України (НУБіП). Акт про впровадження представлений в додатку А.

З допомогою створених методів та інформаційної технології надано можливість для більш ефективного формування студентів у групи для виконання ІТ проєктів. Метод та запропонована інформаційна технологія, яка його реалізує, впроваджені в навчальний процес кафедри інформаційних і дистанційних технологій НУБіП України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Opendatabot. Невдалий вересень та скорочення в IT: динаміка експорту послуг під час війни – Опендатабот. *Опендатабот*. URL: https://opendatabot.ua/analytics/itexport-sept (дата звернення: 30.09.2023).

2. Opendatabot. IT стало єдиною сферою експорту, яка виросла за 11 місяців 2022 року – Опендатабот. *Опендатабот*. URL: https://opendatabot.ua/analytics/itexport-11-22 (дата звернення: 30.09.2023).

3. Opendatabot. Огляд економічного фронту: IT-криза, попит на вчителів, пенсіонерів та ветеранів – Опендатабот. *Опендатабот*. URL: https://opendatabot.ua/analytics/business-in-war-august-2023 (дата звернення: 01.10.2023).

4. Ринок праці IT-сектору в умовах війни: реалії та перспективи. *Національний інститут стратегічних досліджень*. URL: https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/rynok-pratsi-it-sektoru-v-umovakh-viyny-realiyi-ta-perpektyvy.

5. Ivanenko O. The labor market and employment during the war: state and prospects. Sociology: theory, methods, marketing. 2022. Stmm. 2022 (4). C. 56–75. URL: https://doi.org/10.15407/sociology2022.04.056

6. Глазунова О. Г., Золотуха Р. А., Шмаргун В. М. Моделювання системи формування ефективних команд для іт проєктів в умовах дистанційної роботи. *Automation of technological and business processes.* 2023. Т. 15, № 3. С. 69–74. URL: https://doi.org/10.15673/atbp.v15i3.2626 (дата звернення: 06.05.2024).

7. Золотуха Р., Глазунова О. Прогнозування розвитку ринку праці в іт галузі україни методом часових рядів. *Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: VI International Scientific and Theoretical Conference*, м. Вільнюс, 13 жовт. 2023 р. 2023. URL: https://doi.org/10.36074/scientia-13.10.2023.

8. Золотуха Р., Глазунова О. Creating a mathematical algorithm for team selection in it projects. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. № 5. С. 81–88. URL: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/?p=20021.

9. Глазунова О., Золотуха Р. Розробка веб-додатку для автоматизації процесу формування команд в іт. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 12(26). URL: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-12(26)-689-700

10. Золотуха Р., Глазунова О. проєктування схеми бази даних для процесу автоматизації підбору персоналу в іт команди. *Modernization of science and its influence on global processes* : IV International Scientific and Theoretical Conference, м. Брно, 3 листоп. 2023 р. URL: https://doi.org/10.36074/scientia-03.11.2023.

11. Золотуха Р., Глазунова О. Теоретичні основи інформаційної технології автоматизації підбору кандидатів в іт галузі. *Grail of science*. 2024. № 35. С. 210–212. URL: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.038

12. Золотуха Р., Глазунова О. Алгоритм розпізнавання тексту з pdf-резюме для автоматизації підбору кандидатів в іт проєкти. Information technology and society. 2023. № 3 (9). С. 30–38. URL: https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.3.4

13. Zolotukha R., Glazunova O. Development and testing of algorithm for automating team formation in it projects. *Scientific journal of polonia university*. 2024. Т. 61, № 6. С. 203–210. URL: https://doi.org/10.23856/6125

14. Institute P. M. A guide to the project management body of knowledge – seventh edition and the standard for project management. Project Management Institute, 2021. 250 p.

15. Свінцицька О. Інформаційні технології мотивації розвитку навичок командної роботи та співпраці. *Житомирська політехніка*, м. Житомир, 7 лют. 2022 р. URL: https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/02/72.pdf

16. Єщенко М., Гречко А. Сучасні технології формування колективу та розвитку персоналу організації. *Галицький економічний вісник*. 2020. Т. 2, № 63. С. 193–198. URL: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.02.193.

17. Снайчук В. Формування команди ІТ-проєкту із врахуванням проєктування робочих місць : автореф. магістерська робота. Тернопіль, 2021. 70 с.

18. Kononenko I. V., Sushko G. V. Формування команди проєкту з розробки інформаційно-комунікаційних технологій. *Information technologies and learning tools*. 2019. Т. 73, № 5. С. 307–322. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v73i5.2866 (дата звернення: 29.01.2022).

19. Єщенко М., Гречко А. Сучасні технології формування колективу та розвитку персоналу організації. *Галицький економічний вісник*. 2020. Т. 2, № 63. С. 193–198. URL: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.02.193.

20. Мнушка О., Савченко В. Критерії формування команди розробників програмного забезпечення. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доп. XXIX міжнар. науково-практ. конф. MicroCAD-2021*, м. Харків, 18 трав. 2021 р. Харків, 2021. С. 116.

21. Owusus-Ansah S., Kwabena Sakyi N. Leveraging information technology (it) in recruitment and selection processes- a comparative study. *International journal of network and communication research*. 2014. № 2. С. 16–44.

22. Black J. S., van Esch P. AI-enabled recruiting: what is it and how should a manager use it?. *Business horizons*. 2020. Т. 63, № 2. С. 215–226. URL: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.12.001

23. Khadija Z., Omar A. The effect of information technology on the recruitment process in healthcare organization in makkah city. Global journal of health science, canadian center of science and education. 2019. № 11. С. 123–123.

24. Recruiting automation. hubspot, 2019. 16 с. URL: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/202646/Recruiting%20Automation%20Trends%20Report%20(Final).pdf.

25. Horodyski P. Applicants' perception of artificial intelligence in the recruitment process. *Computers in human behavior reports*. 2023. С. 100303. URL: https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100303

26. Gladka M., Kuchansky A., Lisnevskyi R. Teams formation for it projects implementation on the basis of the model of limited rationality. *Management of development of complex systems*. 2021. № 48. С. 17–23. URL: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.17-23

27. Aleskerov F., Monjardet B. Utility maximization, choice and preference. Berlin: Springer, 2002. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-662-04992-1_2

28. Ioannis N. What is the role of technology in recruitment and selection?. The spanish journal of psychology. 2021. No. 24. URL: https://doi.org/10.1017/SJP.2021.6.

29. Васильцова Н. Інформаційна технологія формування команди іт-проєкту з використанням синергетичного підходу. *Technical sciences actual problems of learning and teaching methods* : XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE ACTUAL PROBLEMS OF LEARNING AND TEACHING METHODS", м. Відень, 6 верес. 2022 р.

30. Орєхов С. В., Стратієнко Н. К., Малигон Г. В. Розробка програмного забезпечення для вирішення задачі побудови ІТ команди на основі оцінки корпоративної культури та типу особистості. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології.* 2019. № 2. DOI: 10.20998/2079-0023.2019.02.04

31. Небесний Р. Рекомендаційна система формування команд виконавців з відповідними фаховими компетентностями : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Тернопіль, 2023. 233 с.

32. Довгань Л., Ведута Л., Мохонько Г. Технології управління людськими ресурсами. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 512 с.

33. Шпортько Г., Карабаш А. Дослідження формування ефективної управлінської команди. *Економіка та суспільство*. 2021. № 25. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-19

34. Ільїна Ю. Адаптивність особистості як умова перцептивно-інтерактивної компетентності. *Сучасні проблеми правового, економічного та соціального розвитку держави* : Тези доп. VII Міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 30 листоп. 2018 р.

35. Як оцінити адаптивність на співбесіді. Кадровик. URL: https://kadrovik.isu.net.ua/news/513226-yak-ociniti-adaptivnist-na-spivbesidi (дата звернення: 24.11.2023).

36. Tsyganchuk N., Liashenko R., Kaleniuk V. Outsourcing and outstaffing: essence and practice of implementation. *Law review of kyiv university of law*. 2020. № 4. С. 242–245. URL: https://doi.org/10.36695/2219-5521.4.2020.43

37. Продуктова компанія це: або що таке продуктова компанія в IT - IT рейтинг UA. IT рейтинг України. URL: https://it-rating.ua/produktova-kompaniya-tse-abo-scho-take-produktova-kompaniya-v-it

38. Онишкевич О.В. Актуальність проєктного підходу в управлінні підприємствами. *Економіка і суспільство.* 2016. 6 С.203-207

39. Cherchata A. O. Project management in business: application in the context of interaction with functional and processing approaches. *Scientific bulletin of ivano-frankivsk national technical university of oil and gas (series: economics and management in the oil and gas industry)*. 2019. № 1(19). С. 172–179. URL: https://doi.org/10.31471/2409-0948-2019-1(19)-172-179

40. Сапич Н.М., Хамлика К.О., Проєктний менеджмент: теорія та практика застосування. *Шлях успіху і перспективи розвитку (до 26 річниці заснування Харківського національного університету внутрішніх справ)*. Харків, 2020. С.450-453

41. Верба В.А. Гармонізація процесного і проєктного підходів до управління розвитком компанії. *Управління проєктами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр*. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. - № 3 (31). - С. 14-22. - URL: http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/31/09vvaurk.pdf

42. Mnushka O., Savchenko V. Formation and management of a team of software developers. *Bulletin of the national technical university "khpi" A series of "information and modeling"*. 2020. № 1 (3). URL: https://doi.org/10.20998/2411-0558.2020.01.09

43. Scrum mastery: from good to great servant-leadership / E. Derby et al. Inspect & Adapt Ltd, 2013. 288 p.

44. Layton M. C. Agile project management for dummies : підручник. John Wiley &Sons, 2012. 360 p.

45. Lencioni P. The five dysfunctions of a team: A leadership fable. San Francisco : Jossey-Bass, 2002. 229 p.

46. McChrystal S. A. Team of Teams: New Rules of Engagement for a Complex World. 2015. 290 p.

47. Близнюкова І. Метод формування креативної команди ІТ-проєкту. *Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, портфельне, програмне та проєктне управління*. 2023. № 1(7). С. 12–18. URL: https://doi.org/10.20998/2413-3000.2023.7.2

48. Skulstad S. The Transition to Distributed Teams: How Remote Work Impacts Team Coordination. *UNIVERSITY OF OSLO: Department of Informatics*. 2020. URL: https://www.duo.uio.no/handle/10852/78835

49. Варжавський І. Діджиталізація управління персоналом: досвід, тренди, підходи. Студентська наукова робота, м. Харків. 2021

50. Балабанова Л., Сардак О. Управління персоналом : підручник. Київ : Центр учб. літ., 2011. 446 с.

51. Як ефективно оцінювати кандидатів. *Laba (Лаба) – міжнародна онлайн-школа | Розумних люблять*. URL: https://laba.ua/blog/3967-istoriya-rezyume-dobihaye-kincya (дата звернення: 03.05.2023).

52. Why greenhouse?. *Greenhouse*. URL: https://www.greenhouse.com/uk/platform (дата звернення: 05.05.2023).

53. Soft skills platform. *Pymetrics*. URL: https://www.pymetrics.ai/ (дата звернення: 09.05.2023).

54. 7 best hibob alternatives for 2024 (in-depth reviews). *Connecteam*. URL: https://connecteam.com/best-hibob-alternatives/ (дата звернення: 03.05.2023).

55. Samoliuk N. M. Soft та hard skills на ринку праці: сутність та складові. *Bulletin national university of water and environmental engineering*. 2021. Т. 4, № 96. С. 275. URL: https://doi.org/10.31713/ve4202122 (дата звернення: 06.03.2022).

56. Sokolovska V., Babchinska O., Ivanchenko H. Methods of evaluation of personnel: the role and significance in management. *Agrosvit*. 2019. № 20. С. 93. URL: https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.20.93 (дата звернення: 01.06.2022).

57. Дідур К. М. Сучасні методи оцінки персоналу. *Ефективна економіка*. 2011. № 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=776 (дата звернення: 16.03.2022).

58. Оцінка персоналу: методи, які повинен знати кожний HR. *Бухгалтер*. URL: https://buhgalter.isu.net.ua/news/501391-ocinka-personalu-metodi-yaki-povinen-znati-kozhniy-hr (дата звернення: 06.08.2022).

59. Syvolap L., Halitsyna A. Research of modern methods of personnel assessment. *Efektyvna ekonomika*. 2021. No. 11. URL: https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.11.24 (дата звернення: 18.01.2023).

60. Dalaya M. An interesting review on soft skills and dental practice. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2015. URL: https://doi.org/10.7860/jcdr/2015/12725.5719 (дата звернення: 10.08.2022).

61. Ivanova L. V., Skornyakova E. V. Soft skills – important component of competitiveness of specialists on information technologies. *Young scientist*. 2018. Т. 64. URL: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-22 (дата звернення: 06.05.2023).

62. Коваль К. Розвиток "soft skills" у студентів – один з чинників для їх працевлаштування. *Вісник Вінницького політехнічного інституту.* 2015. № 2. С. 162–167. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2015_2_26 (дата звернення: 12.10.2022).

63. Мозгова Г., Євтушенко В., Мозгова А. Формування soft skills фахівця в галузі маркетингу на основі компетентнісного підходу. *Economy and society*. 2020. № 22. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2020-22-40 (дата звернення: 02.02.2023).

64. Наход С. Значущість “Soft skills” для професійного становлення майбутніх фахівців соціономічних професій. *Наукові часописи університету*. 2018. № 63. С. 132–135. URL: https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/23921 (дата звернення: 25.05.2022).

65. John O. P., Robins R. W., Pervin L. A. Handbook of personality, third edition: theory and research. 3rd ed. The Guilford Press, 2008. 862 p.

66. Збірник методик для діагностики психологічної готовності військовослужбовців військової служби за контрактом до діяльності у складі миротворчих підрозділів : навч. посіб. / О. Кокун та ін. Київ : НДЦ ГП ЗСУ, 2011. 281 с.

67. Статів Д. Формування «soft skills» особистості фахівця : автореф. кваліфікаційна робота здобувача вищої освіти освітнього ступення «бакалавр». Львів, 2022. 60 с.

68. Matthes E. Python crash course, 2nd edition: a hands-on, project-based introduction to programming. No Starch Press, 2019. 544 p.

69. Automate the boring stuff with python: practical programming for total beginners. San Francisco, USA : No Starch Press, 2015. 504 p.

70. Effective java. 3rd ed. Addison-Wesley Professional, 2017. 416 p.

71. Stroustrup B. The C++ programming language. 4th ed. Addison-Wesley Professional, 2013. 1376 p.

72. Summerfield M. Rapid GUI programming with python and qt: the definitive guide to pyqt programming. Prentice Hall, 2015. 648 p.

73. JSON. *JSON*. URL: https://www.json.org/json-en.html (дата звернення: 22.04.2023).

74. Requests: HTTP for Humans™ – Requests 2.31.0 documentation. *Requests: HTTP for Humans™ – Requests 2.31.0 documentation*. URL: https://docs.python-requests.org/en/latest/ (дата звернення: 22.04.2023).

75. What does PDF mean?. *Adobe*. URL: https://www.adobe.com/acrobat/about-adobe-pdf.html (date of access: 22.04.2023).

76. Introduction to machine learning with python: a guide for data scientists. O'Reilly Media, 2016. 398 p.

77. Osherov R. The art of unit testing with examples in .NET – Grinvich: Manning Publication Co, 2009, s. 20.

78. Яровий, А., Іванчук, Я., Озеранський, В. і Василевський, В. Особливості моделювання мультиплікаторної інформаційної технології автоматизованого тестування. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія.* 2021. № 52 (3). С. 53–59. DOI: https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-52-3-53-59.

79. Flach P. A. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data. Cambridge University Press, 2012. 416 p.

80. Портрет іт-спеціаліста – 2023. аналітика. *DOU*. URL: https://dou.ua/lenta/articles/portrait-2023/?from=doufp (дата звернення: 29.08.2023).

81. Common european framework of reference for languages: learning, teaching, assessment (CEFR) - common european framework of reference for languages (CEFR) - www.coe.int. *Common European Framework of Reference for Languages (CEFR)*. URL: https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/ (дата звернення: 10.05.2023).

82. English proficiency levels: a guide to determining your level. *SpeakUp resources*. URL: https://magoosh.com/english-speaking/english-proficiency-levels-a-guide-to-determining-your-level/ (дата звернення: 24.05.2023).

83. Chacon S., Straub B. Pro git. 2nd ed. Apress, 2014. 440 p.

84. Jira software - features | atlassian. *Collaboration software for software, IT and business teams*. URL: https://www.atlassian.com/software/jira/features (дата звернення: 14.06.2023).

85. Atlassian documentation. *Atlassian Documentation | Atlassian Support | Atlassian Documentation*. URL: https://confluence.atlassian.com/jira (дата звернення: 22.06.2023).

86. Figma support. *Figma Learn*. URL: https://help.figma.com/hc/en-us (дата звернення: 23.06.2023).

87. What's this fuss about true randomness?. *RANDOM*. URL: https://www.random.org/ (дата звернення: 30.06.2023).

88. Ільченко О. Математичний аналіз : навч. посіб. Київ : ННІ «Ін-т геології», 2021. 65 с.

89. Бідюк П., Терентьєв О., Просянкіна-Жарова Т. Прикладна статистика : навч. посіб. Вінниця : ПП "ТД"Едельвейс і К", 2013. 304 с.

90. Занєвський І. КОМП’ЮТЕРНА ТЕХНІКА І МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА: числові статистичні характеристики : курс лекцій. Львів, 2012. 15 с.

91. Руденко В. Математична статистика : підручник. Центр навч. літ., 2019. 304 с.

92. Єжель І. Використання критерію шапіро уілка для кореляційного аналізу біометричних показників calluna vulgaris (l.) hull відносно вмісту в грунті обмінного калію. Єдність навчання і наукових досліджень - головний принцип університету : матеріали конф., м. Київ, 7 берез. 2012 р.

93. Zar J. H. Biostatistical analysis (5th edition). 5th ed. Prentice Hall, 2007. 960 p.

94. Ruxton G. D. The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann–Whitney U test. *Behavioral ecology*. 2006. Т. 17, № 4. С. 688–690. URL: https://doi.org/10.1093/beheco/ark016 (дата звернення: 06.09.2023).

95. Телейко А., Чорней Р. Математико-статистичні методи в соціології та психології : навч. посіб. Київ : МАУП, 2007. 424 с.

96. Барковський В., Барковська Н., Лопатіна О. Теорія ймовірності та математична статистика : навч. посіб. Київ : Центр учб. літ., 2021. 424 с.

97. Mankiewicz R. The story of mathematics. Princeton University Press, 2004. 192 p.

98. Руська Р. Економетрика : навч. посіб. Тернопіль : Тайп, 2012. 224 с

99. Економетрика : навч. посіб. для студентів напряму підготов. "Екон. кібернетика" всіх форм навчання / Л. Гур'янова та ін. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 384 с.

100. Ільченко О. Математичний аналіз : навч. посіб. Київ : ННІ «Ін-т геології», 2021. 65 с.

ДОДАТОК А

Документ впровадження основних результатів дисертаційної роботи

Затверджую

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Тонха О.Л.

« » _____2024 р.

М.П.

АКТ

про впровадження/використання результатів докторської (кандидатської) дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: інформаційні технології формування адаптивних команд для реалізації ІТ проектів

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора (кандидата)_____кандидата_____ наук за спеціальністю ___122_____ Комп'ютерні науки

виконаної Золотухою Романом Андрійовичем

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін «Групова динаміка і комунікації», «Системний аналіз»

1. Розроблено метод формування команд для виконання ІТ проектів.
2. Розроблено інформаційну технологію формування команд для реалізації ІТ проектів.

Запропонований метод та інформаційну технологію застосовано для автоматизації процесу формування команд на основі їх резюме та ключових характеристик для реалізації ІТ проекту студентами при вивченні дисципліни «Групова динаміка і комунікації».

На кафедрі інформаційних систем і технологій у підготовці фахівців ОПР з освітньої галузі 12 - Інформаційні технології із спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», 126 «Інформаційні системи і технології» у Національному університеті біоресурсів та природокористування України.

Декан факультету
інформаційних технологій О.Глазунова

Завідувач кафедри
інформаційних систем і технологій М.Швиденко

ДОДАТОК Б

Список публікацій здобувача

Статті у наукових виданнях,

включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Глазунова О. Г., **Золотуха Р. А.**, Шмаргун В. М. Моделювання системи формування ефективних команд для ІТ проектів в умовах дистанційної роботи. Automation of Technological and Business Processes. 2023. Вип. 15 (3). С. 69–74. *(Золотухою Р. А. проведено літературний науковий пошук, порівняльний аналіз наявних досліджень, які наближені до опублікованих авторами та визначено відповідні узгодження і відмінності, проаналізовано, систематизовано результати дослідження, проведено збір, аналіз та статистичну обробку дослідних даних, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання. Глазуновою О. Г. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, практичне значення та мету проведених досліджень. Шмаргуном В. М. сформовано висновки та додано актуальну інформацію про soft навички кандидатів)*.

2. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Розробка математичного алгоритму для підбору команди в ІТ проектах. Вісник Хмельницького національного університету. 2023. Вип. 5 (1). С. 81–88. *(Золотухою Р. А. розроблено математичний алгоритм для підбору оптимальної команди в ІТ проєктах, проведено літературний науковий пошук, порівняльний аналіз наявних досліджень, які наближені до опублікованих авторами та визначено відповідні узгодження і відмінності, проаналізовано, систематизовано результати дослідження, представлено результати дослідження та описано ефективність алгоритму багатокритеріальної оптимізації зі зваженими коефіцієнтами. Глазуновою О. Г. сформовано висновки та визначено актуальність, практичне значення та мету проведених досліджень)*.

3. Глазунова О. Г., **Золотуха Р. А.** Розробка веб-додатку для автоматизації процесу формування команд в ІТ. Наука і техніка сьогодні. 2023. Вип. 12 (26). С. 689–700. *(Золотухою Р. А. розроблено інформаційну технологію для автоматизації процесу формування адаптивних команд для ІТ проєктів, досліджено етапи процесу підбору кадрів в ІТ та основні проблеми й виклики,*

які виникають під час цього процесу, визначено вимоги до інформаційної технології. Глазуновою О. Г. запропоновано діаграму потоків даних, надано висновки щодо переваг розробленої інформаційної технології).

4. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Алгоритми розпізнавання тексту з PDF-резюме для автоматизації підбору кандидатів в IT проекти. Інформаційні технології та суспільство. 2023. Вип. 3 (9). С. 30–38. *(Золотухою Р. А. проаналізовано проблему вдосконалення та спрощення процесу підбору кандидатів в IT проєкти, розроблено інформаційну технологію для автоматизації процесу обробки резюме у форматі PDF, досліджено етапи процесу підбору кадрів в IT та основні проблеми й виклики, які виникають під час цього процесу. Глазуновою О. Г. запропоновано потенціал розвитку даного алгоритму)*.

Стаття у науковому виданні іншої держави

5. Zolotukha R., Glazunova O. Development and testing of algorithms for automating team formation in IT projects. Scientific Journal of Polonia University. 2024. Vol. 61 (6). P. 203–210. *(Золотухою Р. А. проведено практичне застосування розробленої інформаційної технології, збір, аналіз та статистичну обробку дослідних даних і отриманих результатів, сформульовано відповідні висновки. Глазуновою О. Г. проведено літературний науковий пошук, підготовлено публікацію до друку відповідно до вимог видання)*.

Тези наукових доповідей

6. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Moodle tools for education analytics of the use of electronic resources of the university’s portal. Цифрова освіта в природничих університетах: VII Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 16 травня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 27. *(Золотухою Р. А. проведено літературний науковий пошук. Глазуновою О. Г. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, практичне значення та мету проведених досліджень, відповідні висновки)*.

7. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Прогнозування розвитку ринку праці в IT галузі України методом часових рядів. Interdisciplinary research: scientific horizons and perspectives: VI International Scientific and Theoretical Conference, м. Вільнюс, Литва, 13 жовтня 2023 року: тези доповіді. Вільнюс, 2023. С. 31–36. *(Золотухою Р. А. проведено збір, аналіз та статистичну обробку дослідних даних і отриманих результатів, сформульовано відповідні висновки. Глазуновою О. Г. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, практичне значення та мету проведених досліджень)*.

8. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Розробка та застосування алгоритму автоматизації підбору IT кандидатів. Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні: XI Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 15–16 листопада 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 88–92. *(Золотухою Р. А. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, розроблено метод, проведено літературний науковий пошук, порівняльний аналіз наявних досліджень, які наближені до опублікованих авторами та визначено відповідні узгодження і відмінності, проаналізовано, систематизовано результати дослідження. Глазуновою О. Г. визначено практичне значення та мету проведених досліджень, сформульовано відповідні висновки)*.

9. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Проектування схеми бази даних для процесу автоматизації підбору персоналу в IT команду. Modernization of science and its influence on global processes: V International Scientific and Theoretical Conference, м. Берн, Швейцарія, 3 листопада 2023 року: тези доповіді. Берн, 2023. С. 127–129. *(Золотухою Р. А. визначено вимоги до інформаційної технології та бази даних. Глазуновою О. Г. сформульовано відповідні висновки)*.

10. **Золотуха Р. А.**, Глазунова О. Г. Теоретичні основи інформаційної технології автоматизації підбору кандидатів в IT галузі. Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations: II Міжнародна науково-практична конференція, м. Вінниця, 19 січня 2024 року: тези доповіді. Вінниця, 2024. С. 210–212. *(Золотухою Р. А. визначено вимоги до інформаційної*

технології та бази даних. Глазуновою О. Г. сформульовано наукову новизну, завдання та відповідні висновки).